

## PENGUKURAN VISKOSITAS MINYAK GORENG PADA BERBAGAI VARIASI SUHU DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR FIBER OPTIK

### THE MEASUREMENT OF VISCOSITY OF PALM OIL WITH TEMPERATURES VARIATION USING FIBER OPTIC SENSOR

Oleh:

Dina Risantiana Rosalina, Nur Kadarisman, M.Si  
dinastradivary@gmail.com, nurkadarisman@gmail.com

#### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap viskositas minyak goreng, pengaruh suhu terhadap intensitas keluaran fiber optik, dan mengetahui konversi skala intensitas menjadi skala viskositas. Pada penelitian ini digunakan dua alat utama, yaitu Viskometer Redwood dan Fiber Optik Plastik (FOP) tipe SH-4001-1.3. Pengukuran viskositas minyak goreng menggunakan Viskometer Redwood dilakukan dengan variabel bebas yaitu suhu sebesar 27°C, 35°C, 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, dan 80°C. Hasil pengukuran berupa waktu tetes redwood. Dengan menggunakan persamaan viskositas, nilai viskositas minyak goreng dapat ditentukan. Hasil viskositas minyak goreng ini kemudian di plotkan kedalam grafik sehingga diketahui hubungan antara suhu dengan viskositas. Pengukuran intensitas keluaran fiber optik dilakukan dengan mengupas jaket fiber optik yang dimasukkan ke dalam medium minyak goreng. Cahaya yang bersumber dari laser HeNe melewati fiber optik tersebut dan mengenai detektor OPM. Intensitas dalam dBm diukur setiap suhunya, kemudian diplotkan ke dalam grafik sehingga diketahui hubungan antara suhu minyak goreng dengan intensitas keluaran fiber optik. Grafik viskositas dan intensitas di transformasi menggunakan transformasi ln dan dicari persamaan konversi skala intensitas menjadi skala viskositas. Diperoleh hasil bahwa pengaruh kenaikan suhu terhadap viskositas minyak goreng yaitu eksponensial negatif, sedangkan pengaruh kenaikan suhu terhadap intensitas keluaran fiber optik yaitu eksponensial positif. Hasil dari transformasi grafik diperoleh persamaan konversi  $\mu = 0.61 I + 6.98$

Kata kunci: minyak goreng, viskositas, Viskometer Redwood, Fiber Optik Plastik (FOP), konversi

#### Abstract

*This research aims to determine the relation between temperature and viscosity of palm oil, relation between temperature and intensity of polymer optical fiber (POF) through palm oil, and scale conversion of intensity to viscosity. Redwood Viscometer and Polymer Optical Fiber SH-4001-1.3 series are the main instruments of this research. The measurement of viscosity of palm oil using Redwood Viscometer has temperatures (27°C, 35°C, 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, and 78°C) as independent variable. The dependent variable is Redwood second. By using an equation the viscosity of palm oil can be determined. The temperature and the viscosity of palm oil are plotted in a graph so the relation of them can be determined. The measurement of intensity of POF is done by open its cover and put it though the palm oil. A beam from HeNe laser through the fiber optic and detected by OPM. The intensity is measured at each temperature, and then plotted in a graph so the relation between temperature and intensity can be determined. The graph of viscosity and intensity are transformed using ln transformation and the equation of conversion intensity to viscosity can be determined. The results show when the temperature increase, the viscosity of palm oil is decrease exponentially while the output intensity of POF increase exponentially. The results are transformed into logarithmic transformation and then intensity converted to viscosity with the equation  $\mu = 0.61 I + 6.98$ .*

*Key words: palm oil, viscosity, Redwood Viscometer, Polymer Optical Fiber (POF)*

## PENDAHULUAN

Minyak goreng merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia sebagai alat pengolah bahan-bahan makanan, yang kebutuhannya semakin meningkat setiap waktunya. Di Indonesia, minyak goreng diproduksi dalam skala besar adalah minyak kelapa sawit. Direktorat Jenderal Perkebunan (2017: 3) memperkirakan pada tahun 2017 produksi minyak kelapa sawit mencapai 35.359.384 ton.

Konsumsi minyak goreng oleh masyarakat terbilang tidaklah sehat. Pasalnya masyarakat Indonesia terbiasa mengonsumsi minyak secara berulang-ulang sampai bewarna kehitaman, dengan alasan supaya hemat.

Penggunaan minyak goreng menyebabkan terjadinya kerusakan minyak yang mengakibatkan terjadinya perubahan kimia minyak, seperti perubahan warna, rasa, bau. Selain itu terjadi pula perubahan fisika seperti viskositas. Tingkat kerusakan minyak goreng selama proses menggoreng dipengaruhi oleh beberapa faktor, antar lain suhu, oksigen, kadungan asam lemak bebas, dan komposisi bahan pangan yang digoreng (Djatkiko, 2001).

Penggunaan minyak yang berulang-ulang dengan pemanasan tinggi beserta kontak oksigen akan mengakibatkan minyak mengalami kenaikan asam lemak bebas. Peningkatan asam lemak bebas dalam tubuh akan mengakibatkan gagal jantung dan kematian mendadak (Mozzaffarian *et al.*, 2004 dalam Ilmi, Ibnu Malkan Bakhrul, Ali Khomsan, dan Sri Anna Marliyati, 2015: 61).

Pengujian kualitas minyak goreng selalu menjadi topik hangat dikalangan peneliti dikarenakan kualitas minyak goreng itu sendiri berhubungan dengan kesehatan manusia. Banyak sekali metode yang dapat digunakan untuk menguji kualitas minyak goreng, seperti uji kelarutan, titik cair, *polimorphism*, titik didih, titik pelunakan, *slipping point*, *shot melting point*, bobot jenis, viskositas, indeks bias, titik kekeruhan (*turbidity point*), titik asap, titik nyala dan titik api dan lain-lain (Mujadin, Anwar, dkk. 2014: 229).

Uji kualitas minyak goreng yang dilakukan oleh peneliti dilakukan dengan menggunakan uji viskositas. Viskositas merupakan ukuran kekentalan suatu fluida. Banyak faktor mempengaruhi nilai kekentalan, salah satunya adalah suhu. Pemanasan minyak dengan suhu tinggi mengakibatkan nilai

viskositas minyak berkurang. Semakin tinggi suhu yang digunakan, maka semakin rendah viskositas dari minyak tersebut. Menurut Anwar Mujadin, dkk (2014: 229) melalui penelitian secara kualitatif ditunjukkan bahwa minyak goreng yang paling baik adalah minyak goreng dengan nilai viskositas dan indeks bias yang besar.

Pengukuran viskositas minyak goreng dapat dilakukan menggunakan viskometer. Selain menggunakan viskometer, viskositas dapat diukur menggunakan fiber optik. Fiber optik merupakan benang serat yang digunakan dalam berbagai bidang kehidupan. Penggunaan fiber optik paling marak untuk jaringan komunikasi, yaitu sebagai alat transmisi data. Penelitian-penelitian lebih lanjut tentang fiber optik menghasilkan pengetahuan bahwa fiber optik juga dapat digunakan sebagai sensor, mulai dari sensor kelembapan, suhu, tekanan, viskositas.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Mei 2017 hingga Agustus 2017 di Laboratorium Fisika Dasar dan Laboratorium Spektroskopi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta.

### Langkah Penelitian

Penelitian ini meliputi dua pengukuran, yaitu pengukuran viskositas minyak goreng terhadap suhu, dan pengukuran intensitas keluaran fiber optik terhadap suhu minyak goreng. Nilai intensitas dikalibrasi dengan viskositas sehingga diperoleh persamaan konversi intensitas ke viskositas. Pada pengukuran viskositas minyak goreng, digunakan alat yaitu Viskometer Redwood, gelas ukur 50 ml, termometer 100°C, dan neraca digital. Minyak goreng dengan volume 50 ml diukur massanya sehingga diketahui besar massa jenis minyak goreng tersebut. Selanjutnya diukur waktu tetes bagi 50 ml minyak goreng untuk mengalir melalui lubang pada Viskometer Redwood tersebut. Waktu tetes tersebut diukur setiap kenaikan suhu minyak dengan variasi suhu sebesar 27°C, 35°C, 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, dan 78°C. Dengan menggunakan persamaan konversi, diperoleh nilai viskositas minyak goreng tersebut.

Pengukuran intensitas keluaran fiber optik terhadap suhu dilakukan dengan merangkai fiber optik pada sebuah wadah yang diisi dengan minyak goreng. Jaket fiber optik yang mengenai minyak dikupas sepanjang 5 cm sehingga minyak goreng berperan sebagai jaket. Ujung-ujung fiber optik dihubungkan dengan laser HeNe dan OPM. Cahaya dari laser HeNe yang melalui fiber optik diterima oleh OPM sehingga terukur intensitas keluaran fiber optik dalam satuan dBm. Intensitas keluaran fiber optik diukur tiap kenaikan suhu dengan variasi suhu sama dengan penelitian pengukuran viskositas minyak goreng.

**Teknik Analisis Data**

Data yang diperoleh dari pengukuran viskositas minyak goreng menggunakan Viskometer Redwood yaitu waktu tetes redwood (t). Waktu tetes redwood dikonversi menggunakan persamaan

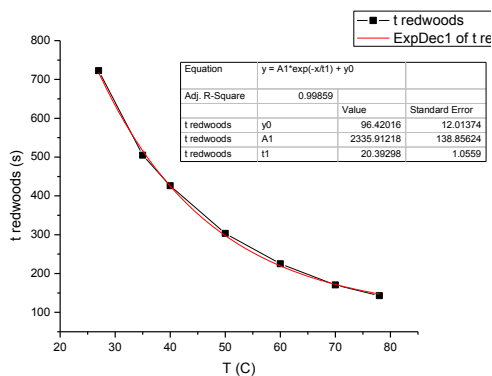
$$\mu = \left(0.0026t - \frac{1.175}{t}\right)\gamma \tag{1}$$

dengan  $\mu$  adalah viskositas (Nm/s<sup>2</sup>), t adalah waktu tetes redwood (s) dan  $\gamma$  adalah rapat jenis fluida. Dengan menggunakan persamaan diatas nilai viskositas minyak goreng dapat ditentukan. Nilai viskositas terhadap suhu diplotkan ke dalam grafik.

Data yang diperoleh dari pengukuran intensitas keluaran fiber optik adalah intensitas dalam dBm. Data tersebut juga diplotkan terhadap suhu. Grafik viskositas dan intensitas kemudian ditransformasi sehingga dapat ditentukan persamaan konversi intensitas ke viskositas menggunakan transformasi tersebut.

**HASIL PENELITIAN**  
**Menentukan Pengaruh Suhu terhadap Viskositas Dinamis Minyak Goreng menggunakan Viskometer Redwood**

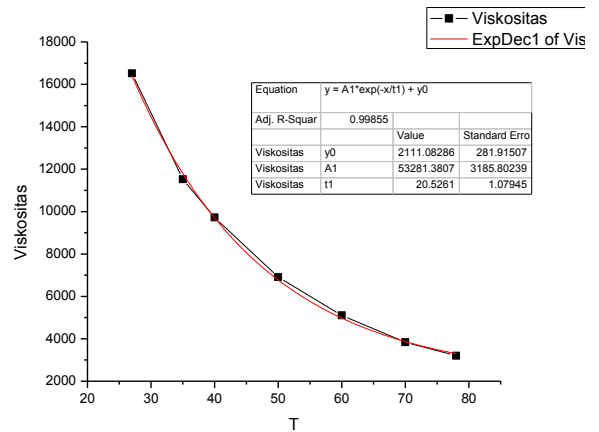
Data waktu tetes adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Grafik waktu tetes rata-rata terhadap suhu

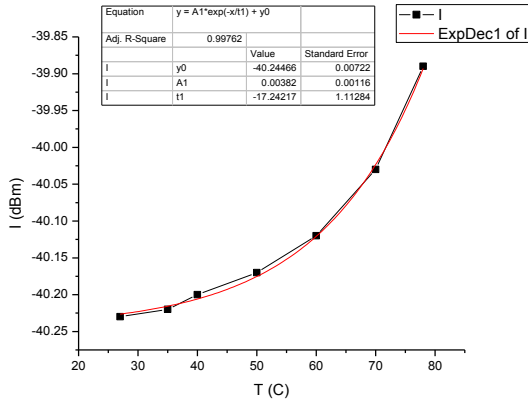
Nilai viskositas dinamis minyak goreng dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 1. Berat jenis merupakan hasil kali masa jenis minyak goreng dengan percepatan gravitasi. Peneliti menggunakan nilai percepatan gravitasi secara umum, yaitu 9.8 m/s<sup>2</sup> tanpa mengukur terlebih dahulu. Masa jenis minyak dihitung dari hasil pembagian antara massa minyak goreng dengan volumenya. 50 ml minyak goreng memiliki massa 44 gr sehingga diperoleh massa jenis minyak goreng 880 kg/m<sup>3</sup> dan berat jenis 8800 kg/m<sup>2</sup>s<sup>2</sup>. Nilai berat jenis ini untuk setiap pengambilan data dibuat sama, sebagai variabel kontrol.

Diperoleh nilai viskositas dinamis dari setiap data waktu tetes redwood adalah sebagai berikut:

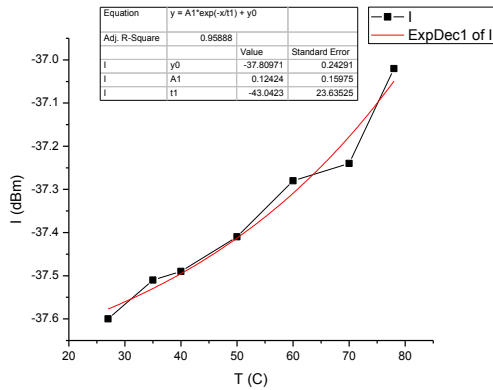


Gambar 2. Grafik hubungan viskositas rata-rata minyak goreng terhadap suhu

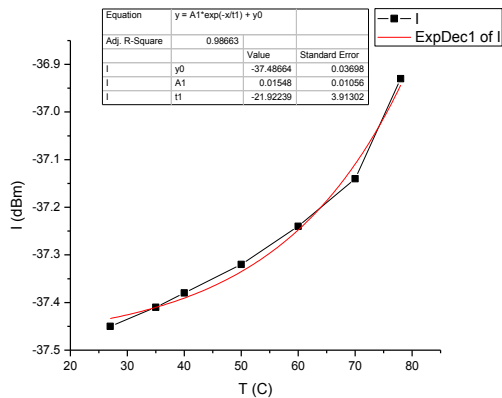
**Menentukan Pengaruh Suhu terhadap Intensitas Keluaran Fiber Optik pada Medium Minyak Goreng**



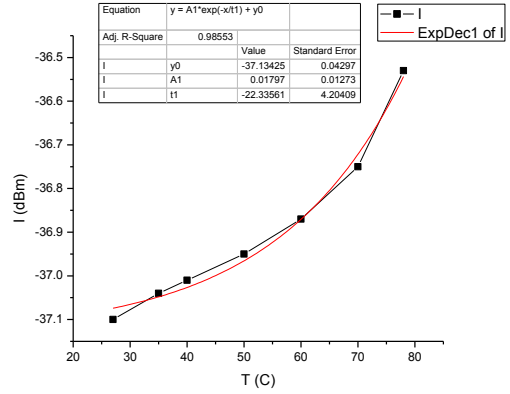
Gambar 3. Grafik hubungan intensitas keluaran fiber optik terhadap suhu minyak goreng.



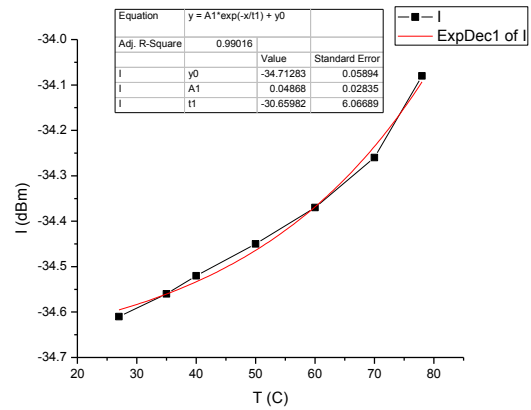
Gambar 4. Grafik hubungan intensitas keluaran fiber optik terhadap suhu minyak goreng pada pengulangan kedua.



Gambar 5. Grafik hubungan intensitas keluaran fiber optik terhadap suhu minyak goreng pada pengulangan ketiga.



Gambar 6. Grafik hubungan intensitas keluaran fiber optik terhadap suhu minyak goreng pada pengulangan keempat.



Gambar 7. Grafik hubungan intensitas keluaran fiber optik terhadap suhu minyak goreng pada pengulangan kelima.

### Transformasi Data Viskositas dan Intensitas

Transformasi data bertujuan untuk mengubah data awal menjadi data yang diinginkan agar data viskositas dan intensitas dapat dibandingkan dan diketahui persamaannya. Transformasi data yang dilakukan adalah transformasi ln, dimana data yang bernilai eksponensial di ln-kan untuk mendapatkan nilai linear. Selain transformasi ln, dilakukan juga transformasi *reverse score* (R) untuk data yang bernilai negatif.

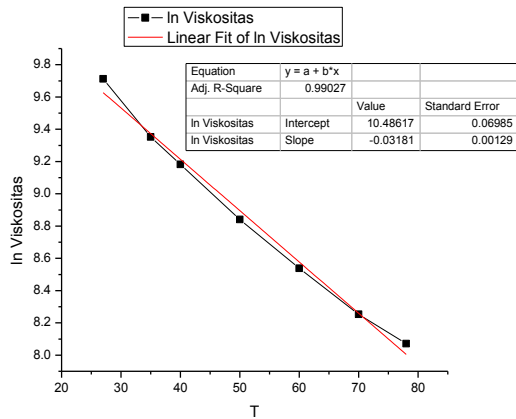
Transformasi untuk viskositas dinamis rata-rata minyak goreng adalah sebagai berikut:

$$trans \ln = \ln(\mu) \quad (2)$$

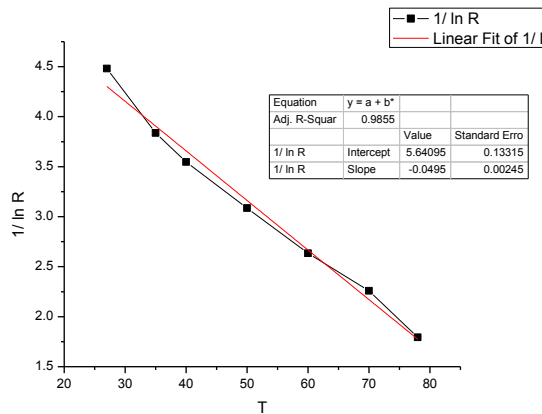
sedangkan transformasi untuk intensitas keluaran fiber optik adalah sebagai berikut:

1.  $trans R = data \text{ angka terbesar} + data \text{ negatif} + 1.25$  (3)
2.  $trans \ln = \ln(R)$  (4)

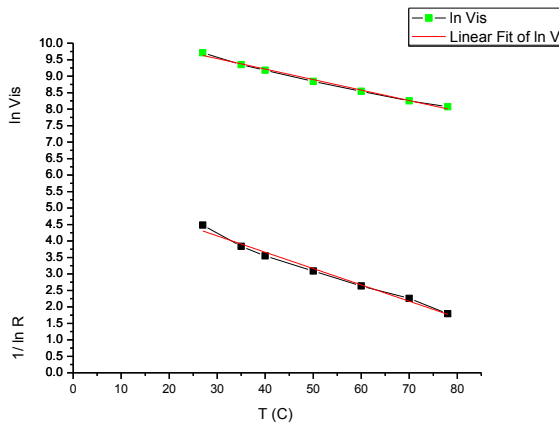
3.  $trans\ fin = \frac{1}{\ln R}$  (5)  
 Diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 8. Grafik transformasi ln untuk data viskositas rata-rata.



Gambar 9. Grafik transformasi untuk data intensitas rata-rata.



Gambar 10. Grafik perbandingan perubahan suhu terhadap transformasi viskositas rata-rata dan intensitas rata-rata.

**PEMBAHASAN**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap viskositas

minyak goreng, mengetahui pengaruh suhu terhadap intensitas keluaran fiber optik yang mengenai minyak goreng, dan menentukan persamaan konversi intensitas menjadi viskositas. Terdapat dua alat utama dalam penelitian ini, yaitu Viskometer Redwood dan Fiber Optik Plastik (FOP). Sedangkan sampel yang digunakan adalah minyak goreng dengan merk yang sama.

**Pengaruh Suhu terhadap Viskositas Minyak Goreng**

Dilakukan pengambilan data waktu tetes redwood sebanyak 8 kali pengulangan. Waktu tetes redwood merupakan waktu yang diperlukan (dalam sekon) 50 ml minyak goreng untuk menetes pada suhu yang telah ditentukan. Alat yang digunakan antara lain Viskometer Redwood, neraca ohaus digital, gelas ukur 50 ml, dan stopwatch. Bahan yang digunakan adalah minyak goreng yang belum dipakai.

Variabel kontrol dalam penelitian ini yaitu volume minyak goreng, massa minyak goreng, dan suhu awal. Variabel bebas adalah suhu, dimana suhu divariasikan dari 27°C, 35°C, 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, dan 78°C. Variabel terikat adalah waktu tetes redwood.

Gambar 1 menunjukkan bahwa hubungan waktu tetes redwood terhadap suhu minyak goreng adalah eksponensial menurun. Artinya semakin tinggi suhu, waktu yang diperlukan minyak untuk menetes semakin sedikit. Kenaikan suhu menyebabkan getaran partikel semakin cepat sehingga membuat jarak antar partikel semakin jauh. Jarak partikel yang jauh inilah menurunkan nilai kekentalan atau viskositas minyak goreng. Viskositas minyak goreng yang menurun menyebabkan waktu tetes untuk minyak goreng semakin menurun pula. Pada suhu tertentu, penurunan waktu tetes semakin berkurang secara eksponensial.

Persamaan matematis hubungan antara waktu tetes dengan suhu adalah sebagai berikut:

$$t = 96.42016 + 2335.91218e^{-\frac{T}{20.39298}} \quad (6)$$

dimana:

- t : waktu tetes redwood (s)
- y<sub>0</sub> : konstanta (s)
- A<sub>1</sub> : konstanta (s)
- t<sub>1</sub> : konstanta (°C)
- T : suhu (°C)

Nilai waktu tetes redwood terhadap suhu dapat dilihat pada lampiran.

Selanjutnya, dengan menggunakan persamaan 1, diperoleh nilai viskositas dinamis minyak goreng yang diunjukkan oleh gambar 2. Persamaan matematis hubungan antara viskositas dinamis dengan suhu adalah sebagai berikut:

$$\mu = 2111.08286 + 53281.3807 e^{-\frac{T}{20.5621}} \quad (7)$$

dimana:

- $\mu$  : viskositas dinamis (Ns/m<sup>2</sup>)  
 $y_0$  : konstanta (Ns/m<sup>2</sup>)  
 $A_1$  : konstanta (Ns/m<sup>2</sup>)  
 $t_1$  : konstanta (°C)  
 $T$  : suhu (°C)

Tanda negatif pada persamaan diatas menunjukkan bahwa hubungan suhu dengan viskositas minyak goreng adalah eksponensial menurun. Dengan menggunakan persamaan 26, viskositas minyak goreng pada suhu diatas 78°C dapat ditentukan tanpa harus mengukur terlebih dahulu.

Tabel 1. Nilai viskositas minyak goreng hasil perhitungan dan analisis grafik

T (°C)	$\mu$ (hasil analisis) (Ns/m <sup>2</sup> )	$\mu$ (hasil perhitungan) (Ns/m <sup>2</sup> )
27	16410.06703	16521.01
35	11794.7514	11525.75
40	9701.211243	9725.212
50	6774.105612	6910.777
60	4975.827709	5107.384
70	3871.049192	3839.632
78	3302.980857	3200.233
80	3192.324525	-
90	2775.347577	-
100	2519.176285	-

Tabel diatas merupakan perbandingan nilai viskositas minyak goreng hasil perhitungan dengan hasil analisis grafik. Terlihat bahwa nilai viskositas minyak goreng hasil perhitungan dan hasil analisis grafik memiliki selisih. Hal ini dikarenakan nilai ketidakpastian yang besar. Viskometer Redwood merupakan jenis viskometer yang penggunaannya manual sehingga banyak alat ukur lain yang terlibat, seperti neraca, gelas ukur, stopwatch, termometer, dan setiap alat tersebut mempunyai nilai ketidakpastian.

## Pengaruh Suhu terhadap Perubahan Intensitas Keluaran Fiber Optik

Dilakukan pengukuran perubahan intensitas keluaran fiber optik terhadap suhu minyak goreng dengan 5 kali pengulangan. Variabel kontrol dalam penelitian ini yaitu panjang fiber optik plastik, panjang kupasan jaket fiber optik plastik, frekuensi laser HeNe, dan suhu awal minyak goreng. Variabel bebas adalah suhu minyak goreng dimana suhu divariasi dari 27°C, 35°C, 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, dan 78°C. Variabel terikat adalah daya optik (intensitas keluaran dalam dBm).

Hasil penelitian adalah sebagai berikut ditunjukkan oleh gambar 3-7. Persamaan matematis untuk kelima grafik tersebut adalah sebagai berikut:

$$I = y_0 + A_1 e^{\frac{T}{t_1}} \quad (8)$$

- dimana I : intensitas keluaran (dBm)  
 $T$  : suhu (°C)  
 $A_1$  : konstanta (dBm)  
 $y_0$  : konstanta (dBm)  
 $T_1$  : konstanta (°C)

Dari persamaan 8, diketahui bahwa nilai intensitas keluaran fiber optik naik secara eksponensial ketika suhu naik.

Intensitas keluaran fiber optik bergantung dengan pemantulan internal sempurna yang terjadi di dalam *core*. Pemantulan internal total terjadi ketika sudut datang dalam *core* melebihi sudut kritis. Sesuai dengan Hukum Snellius,

$$\frac{\sin \theta_{core}}{\sin \theta_{cladding}} = \frac{n_{cladding}}{n_{core}} \quad (9)$$

$$\frac{\sin \theta_{core}}{\sin 90^\circ} = \frac{n_{cladding}}{n_{core}} \quad (10)$$

$$\sin \theta_{core} = \frac{n_{cladding}}{n_{core}} \quad (11)$$

Kenaikan suhu mengakibatkan turunnya viskositas minyak goreng yang menyebabkan indeks bias dari minyak goreng menurun (Sutiah.2008:57). Indeks bias minyak goreng berperan sebagai indeks bias *cladding*. Pada persamaan 11, ketika indeks bias *cladding* menurun maka sudut kritis  $\theta_{core}$  menurun pula, sehingga peluang terjadinya pemantulan internal sempurna semakin tinggi. Hal ini membuktikan bahwa kenaikan suhu minyak goreng menyebabkan kenaikan intensitas keluaran fiber optik.

Kelemahan penelitian ini adalah intensitas awal yang terukur oleh OPM pada suhu ruang setiap pengulangan data tidaklah

sama. OPM merupakan detektor daya optik yang sangatlah sensitif terhadap masukan dan gangguan yang ada. Diameter lubang laser HeNe yang besar tidak sesuai dengan ukuran diameter fiber optik plastik, dan setiap titik di laser HeNe memiliki intensitas yang berbeda-beda pula, sehingga sangatlah sulit menemukan posisi yang sama setiap pengambilan datanya. Selain itu perubahan posisi OPM juga membuat nilai intensitas keluaran yang terukur berubah pula.

**Konversi Skala Intensitas dengan Viskositas**

Dari hasil analisis, diperoleh grafik transformasi seperti ditunjukkan pada gambar 10. Grafik tersebut menunjukkan hubungan linear menurun antara hasil transformasi logaritmik viskositas dengan transformasi logaritmik intensitas keluaran fiber optik.

Konversi skala intensitas menjadi viskositas dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$\frac{A_2 - A_0}{A_1 - A_0} = \frac{B_2 - B_0}{B_1 - B_0} \tag{12}$$

dengan:  $A_0$  = hasil  $\ln$  Viskositas pada suhu  $27^\circ\text{C}$

$A_1$  = hasil  $\ln$  Viskositas pada suhu antara  $27^\circ\text{C}$  -  $78^\circ\text{C}$

$A_2$  = hasil  $\ln$  Viskositas pada suhu  $78^\circ\text{C}$

$B_0$  = hasil  $1/\ln R$  pada suhu  $27^\circ\text{C}$

$B_1$  = hasil  $1/\ln R$  pada suhu antara  $27^\circ\text{C}$  -  $78^\circ\text{C}$

$B_2$  = hasil  $1/\ln R$  pada suhu  $78^\circ\text{C}$

Diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\frac{8.070979 - 9.712388}{-1.64141} = \frac{1.793343 - 4.48142}{-2.68808} \tag{13}$$

$$\frac{A_1 - 9.712388}{-1.64141} = \frac{B_1 - 4.48142}{-2.68808} \tag{14}$$

Persamaan 14 dapat ditulis menjadi berikut:

$$\begin{aligned} -1.64141B_1 + 7.3558476022 &= \\ -2.68808A_1 + 26.107675935 & \tag{15} \end{aligned}$$

Selanjutnya,  $A_1$  dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$A_1 = \frac{-1.64141B_1 - 18.7518283328}{-2.68808} \tag{16}$$

Sehingga

$$\mu = \frac{-1.64141I - 18.7518283328}{-2.68808} \tag{17}$$

$$\mu = 0.6106254278I + 6.9759189953 \tag{18}$$

$$\mu = 0.61I + 6.98 \tag{19}$$

Persamaan 18 dan 19 merupakan persamaan konversi nilai intensitas menjadi viskositas sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Konversi nilai intensitas menjadi viskositas

T	1/ ln R rata-rata	ln Vis hasil pengukuran	ln Vis hasil konversi intensitas
27	4.48142	9.712388	9.712388
35	3.837128	9.352339	9.31896692
40	3.547722	9.182477	9.14224826
50	3.086597	8.840837	8.86067361
60	2.633998	8.538443	8.58430515
70	2.25904	8.253132	8.35534626
78	1.793343	8.070979	8.07097983

Tabel 2 menunjukkan nilai viskositas minyak goreng dari hasil pengukuran dengan viskositas minyak goreng hasil perhitungan (konversi intensitas) memiliki selisih yang sangatlah sedikit. Dapat penulis simpulkan dari konversi tersebut bahwa persamaan 19 dapat digunakan sebagai persamaan untuk menghitung viskositas minyak goreng menggunakan sensor fiber optik.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

Pengaruh suhu terhadap viskositas minyak goreng adalah eksponensial negatif, sedangkan pengaruh suhu terhadap intensitas keluaran fiber optik yang dikupas jaketnya adalah eksponensial positif. Dari hasil transformasi diperoleh persamaan konversi skala intensitas menjadi viskositas adalah  $\mu = 0.61I + 6.98$ .

**Saran**

Suhu yang digunakan masih dalam range rendah, yaitu dibawah  $100^\circ\text{C}$ . Untuk itu diharapkan pada penelitian selanjutnya menggunakan range suhu yang lebih luas dan lebih tinggi. Selain itu rangkaian penelitian untuk intensitas keluaran fiber optik tidak dalam bentuk rangkaian yang tetap, sehingga nilai intensitas yang terukur setiap pengambilan data tidaklah sama. Sensor yang digunakan juga sangatlah sensitif terhadap pergeseran, untuk itu diharapkan penggunaan sensor dan perangkaian alat dilakukan lebih maksimal. Variasi minyak goreng diperbanyak, sehingga dapat dijadikan sebagai acuan pengukuran kualitas minyak goreng.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Azzawi, Abdul.2006. *Fiber Optics: Principles and Advanced Practices, Second Edition*. Boca Raton: CRC Press.
- Ambasta, B.K. 2006. *Chemistry for Engineers*. New Delhi: Univesity Science Press.
- Anggita, Azmi Wahyu, Harmadi. 2015. *Aplikasi Serat Optik Sebagai Sensor Kekenralan Oli Mesran SAE 20W- 50 Berbasis Perubahan Temperatur*. Padang. Jurnal Fisika Unand. Vol. 4. No. 3. Hlm. 239-246.
- Angaitkar, J.N. AT Shende. 2013. *Temperature Dependent Dynamic (Absolute) Scosity of Oil*. Yavatmal. *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*.Vol.3. No.4. Hlm. 449-454.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2016. *Statistik Perkebunan Indonesia 2015-2017*. Diakses melalui <http://ditjenbun.pertanian.go.id/tinymcpuk/gambar/file/statistik/2017/kelapa-sawit-2015-2017.pdf>. Diakses pada tanggal 11 Oktober 2017 pukul 1.28 pm.
- Harschel, Winslow H. 1917. *The Redwood Viscometer. Technologic Papers of Bureau of Standars*. Vol. 16. No. 210.
- Ilmi, Ibnu Malkan Bakhrul, Ali Khomsan, dan Sri Anna Marliyati, 2015.*Kualitas Minyak Goreng dan Produk Gorengan Selama Penggorengan di Rumah Tangga Indonesia*. Jakarta. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan. Vol.4. No.2. Hlm. 61-64.
- Mujadin, Anwar. Syafitri Jumianto. Riris Lindiawati Puspitasari. 2014. *Pengujian Kualitas Minyak Goreng Berulang menggunakan Metoda Uji Viskositas dan Perubahan Fisis*. Jakarta. Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi. Vol.2. No.4. Hlm. 229-233.
- Prasetyowati, Rita. 2015. *Uji Viskositas Pemakaian Pelumas Mesin Kendaraan Bermotor*. Yogyakarta. Jurnal Jains Dasar 2015. Vol.4. No.1. Hlm. 42-48.