

Pengukuran Indeks Bias Minyak Kelapa Sawit dengan Menggunakan Metode Difraksi Fraunhofer Celah Tunggal

Palm Cooking Oil Refraction Index Measurement Using Single Slit Fraunhofer Diffraction Method

Supriyadi*), Misto, dan Yulia Hartanti
Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember
Email:supriyadi_mipaunej@yahoo.co.id

ABSTRACT

The refractive index parameter can be used to determine the quality of palm oil. Single slit Fraunhofer diffraction method provide an alternative refractive index measurement of heated palm cooking oil in several temperature more easily and accurately. Ratio between diffraction patterns at the air dan solution medium can be used to determine its refraction index. Using aquades as sample, refractive index 1.331 was obtained with the discrepancy 0.038%. Based on the refractive indexes measured for each temperature were obtained linear equation model:

$$Y = -(0,00145 \pm 0,00021)X + (1,54232 \pm 0,01757)$$

where $R = -0,97266$ and $R^2 = 0,94606$. Temperature changes influence strongly to refractive index changes of palm cooking oil sample, changes both inversely. Gradient of 0.00145 indicates that refractive index of palm cooking oil sample decrease slowly, so the quality is still good.

Keywords : Palm Coocing oil, refractive index, temperature, Fraunhofer diffraction method

PENDAHULUAN

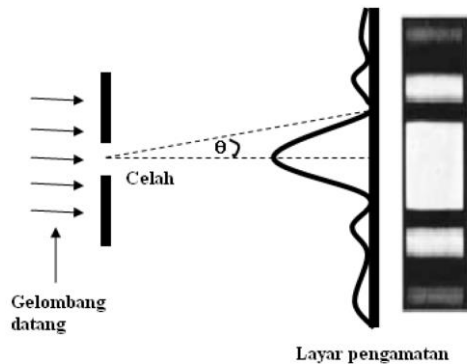
Minyak berfungsi sebagai medium penghantar panas, menambah rasa gurih, dan menambah nilai gizi bahan pangan dalam proses menggoreng. Minyak goreng yang umum digunakan adalah minyak nabati jenis kelapa sawit. Kelebihan minyak kelapa sawit adalah adanya kandungan beta karotin dan lemak tak jenuh yang cukup banyak sehingga tidak mudah rusak bila dipanaskan (Mukherjee & Mitra, 2009). Selain itu, minyak kelapa sawit juga merupakan sumber provitamin A yang murah dibanding dengan bahan baku lainnya karena memiliki kadar karotein dan kandungan asam oleat (omega 9) yang cukup tinggi sehingga baik untuk menjaga sistem kekebalan tubuh (Paramitha, 2012).

Penggunaan minyak goreng dengan suhu yang tinggi pada proses menggoreng akan mempengaruhi kualitas minyak yang telah digunakan. Mutu minyak goreng dapat diketahui salah-satunya melalui pengujian terhadap sifat-sifat fisik minyak yaitu indeks bias. Pengukuran indeks bias secara luas dapat digunakan untuk mengetahui kualitas dan kemurnian suatu cairan. Beberapa peneliti telah melakukan pengukuran nilai indeks bias minyak goreng dengan metode yang berbeda-beda.

Sutiah et. al. (2008) menggunakan metode pembiasan pada prisma untuk menentukan indeks bias pada minyak goreng dengan variasi pemakaian minyak secara berulang. Farida & Siregar (2006) juga melakukan penelitian terhadap perubahan indeks bias minyak kelapa dan minyak kelapa sawit terhadap perubahan suhu dengan refraktometer setelah dilakukan pemanasan terhadap minyak dengan beberapa variasi suhu dalam wadah tertutup. Prisma dan refraktometer yang digunakan dalam penelitian tersebut cukup sulit didapatkan dan harganya mahal sehingga diperlukan metode alternatif pengukuran indeks bias minyak kelapa sawit.

Difraksi adalah salah satu perilaku gelombang dimana gelombang akan mengalami pembelokan arah karena melalui celah sempit. Difraksi cahaya terjadi sebagai akibat dari interferensi konstruktif dan destruktif yang terjadi diantara tiap-tiap muka gelombang (Young & Freedman, 2001). Peristiwa difraksi Fraunhofer terjadi apabila jarak antara celah dengan sumber dan layar cukup jauh, celah yang digunakan adalah celah sempit (Sarojo, 2011). Peristiwa difraksi Fraunhofer cukup mudah dijelaskan karena frinji yang terbentuk dianggap paralel. Ketika sinar laser mengenai celah tunggal pada difraksi Fraunhofer maka akan terjadi pembelokan

sehingga terjadi superposisi gelombang yang akan mengakibatkan munculnya pola gelap terang (frinji) pada layar pengamatan (Gambar 1). Sedangkan pada celah ganda dan celah banyak, frinji yang terbentuk pada masing-masing orde masih terpecah lagi menjadi pola gelap terang.



Gambar 1. Difraksi Fraunhofer celah tunggal (Sumber: Serway & Jewett, 2004)

Besarnya sudut difraksi pada celah tunggal dapat diperoleh melalui persamaan berikut :

$$d \sin \theta = n\lambda \tag{1}$$

dengan: d adalah lebar celah (m)
 n adalah orde difraksi
 θ adalah sudut antara lebar orde dengan jarak kisi dengan layar pengamatan (rad)
 λ adalah panjang gelombang sumber cahaya (m)

Ketika melewati medium dengan indeks bias yang berbeda, cahaya akan dibiaskan. Sifat ini dapat dimanfaatkan untuk menentukan indeks bias cairan. Indeks bias cairan dapat ditentukan dengan menempatkan wadah sampel minyak kelapa sawit diantara celah tunggal dan layar pengamatan. Wadah yang digunakan bersifat transparan dan cukup tipis sehingga dapat ditembus oleh laser dan indeks bias wadah tersebut dapat diabaikan. Cairan berupa sampel minyak kelapa sawit mengakibatkan pergeseran pola difraksi dari posisi awalnya (Gambar 2). Pergeseran pola difraksi inilah yang akan diukur (Kumar & Jolly, 2008).

Berdasarkan persamaan (1), untuk pola difraksi pada terang pusat ke terang pertama ($n = 1$) memenuhi persamaan:

$$d \sin \alpha_1 = \lambda_1 ; d \sin \alpha_2 = \lambda_2 \dots\dots(2)$$

Sedangkan berdasarkan geometri pada gambar 2, diperoleh:

$$\tan \alpha_1 = \frac{x_1}{l} ; \tan \alpha_2 = \frac{x_2}{l} \dots\dots (3)$$

Untuk sudut yang sangat kecil, $\sin \alpha \cong \tan \alpha$, sehingga panjang gelombang :

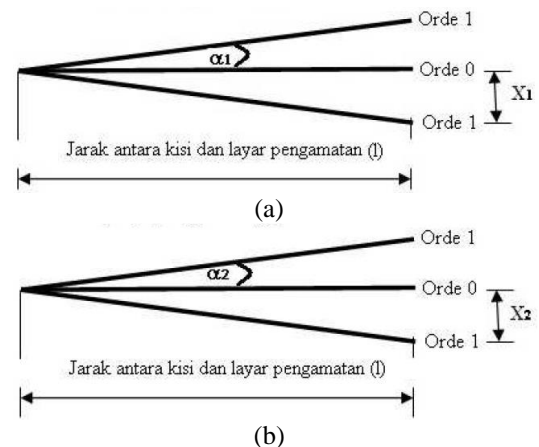
$$\lambda_1 = \frac{d x_1}{l} ; \lambda_2 = \frac{d x_2}{l} \dots\dots\dots(4)$$

Indeks bias cairan merupakan perbandingan kecepatan cahaya dalam medium udara dengan kecepatan cahaya dalam medium cairan:

$$n = \frac{v_u}{v_c} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{x_1}{x_2} \dots\dots\dots(5)$$

dengan

- α_1 = sudut difraksi pada medium udara (rad)
 - α_2 = sudut difraksi pada medium cairan (rad)
 - λ_1 = panjang gelombang cahaya pada medium udara (m)
 - λ_2 = panjang gelombang cahaya pada medium cairan (m)
 - x_1 = jarak terang pusat dengan terang pertama pada medium udara (m)
 - x_2 = jarak terang pusat dengan terang pertama pada medium cairan (m)
 - v_u = kecepatan cahaya di udara (m/s)
 - v_c = kecepatan cahaya di dalam cairan (m/s)
- (Wojewoda & Ogolnoksztalcacych, 2012).



Gambar 2. Pola difraksi orde pertama ketika melewati medium (a) udara. (b) cairan (Sumber : Wojewoda & Ogolnoksztalcacych , 2012)

Pengukuran indeks bias minyak kelapa sawit dengan menggunakan metode difraksi fraunhofer celah tunggal lebih mudah dan sederhana. Metode difraksi Fraunhofer hanya membutuhkan laser dan benda yang memiliki celah sempit sebagai media pendifraksi. Selain itu, perumusan yang dipakai untuk mengetahui nilai indeks bias pun cukup sederhana, yaitu membandingkan pola difraksi pada medium udara dengan medium minyak. Penelitian ini dapat digunakan sebagai tahap awal untuk mengetahui kualitas minyak goreng.

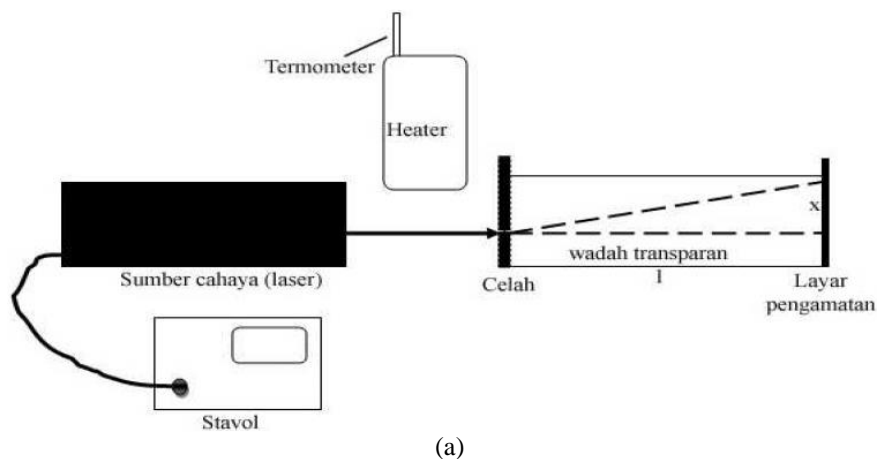
METODE PENELITIAN

Bahan dan alat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Optoelektronika dan Fisika Modern Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember, pada bulan November 2013 sampai Januari 2014. Peralatan yang digunakan antara lain laser He-Ne ($\lambda = 632,8 \text{ nm}$), celah tunggal dengan lebar celah 0,4 mm, jangka sorong, gelas ukur 100 ml, wadah transparan berdimensi 15 cm x 6,5 cm x 7,5 cm dengan ketebalan 1 mm, pemanas, layar dan

termometer. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak kelapa sawit dengan komposisi asam lemak tak jenuh 6 gram dan asam lemak jenuh 5 gram, dan larutan aquades sebagai bahan kalibrasi.

Susunan alat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3. Sampel minyak kelapa sawit dipanaskan pada suhu 40°C, 70°C, 75°C, 80°C, 85°C, 90°C, 95°C dan 100°C. Pada penelitian ini, pengambilan data dilakukan dengan pengulangan sebanyak 5 kali pada tiap suhu. Setiap pengukuran dilakukan secara cepat (kurang dari 30 detik) untuk menjamin suhu sampel tetap stabil.



Gambar 3. Peralatan penelitian (a) skema susunan peralatan dan (b) susunan peralatan

Kalibrasi

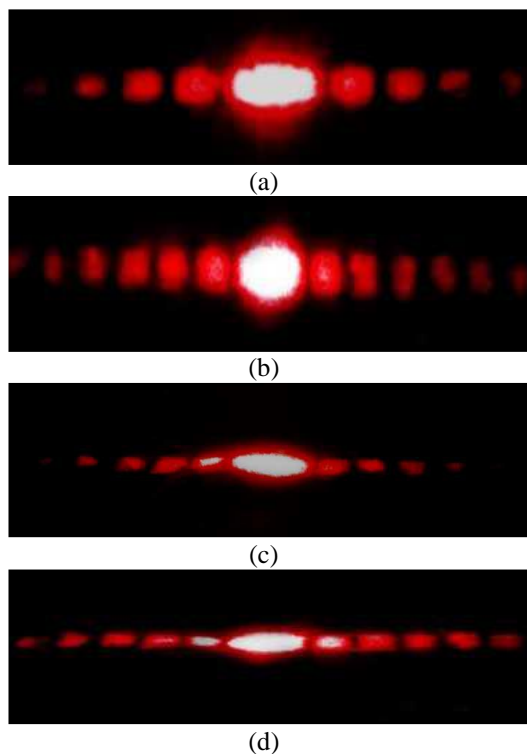
Untuk mengetahui adanya pengaruh wadah terhadap nilai indeks bias cairan yang terukur maka dilakukan kalibrasi peralatan penelitian dengan menggunakan aquades. Indeks bias aquades yaitu 1,332 digunakan sebagai referensi. Hasil pengukuran indeks bias aquades dengan menggunakan susunan peralatan seperti pada gambar 3 diperoleh sebesar 1,331 dengan deskrepansi sebesar 0,038%. Berdasarkan hasil

tersebut diketahui bahwa wadah tidak berpengaruh besar terhadap nilai indeks bias.

HASIL dan PEMBAHASAN

Data awal yang diperoleh pada penelitian ini berupa gambar pola difraksi pada layar pengamatan seperti pada Gambar 4. Karena menggunakan celah tunggal, pola difraksi yang

terbentuk berupa pita terang orde 0, 1, 2 dan seterusnya yang dipisahkan oleh pita gelap. Pada medium udara diperoleh jarak pola difraksi paling lebar jika dibandingkan dengan ketiga pola difraksi lainnya. Perbedaan pola difraksi antara medium udara dan minyak kelapa sawit terjadi karena adanya perbedaan kerapatan optik antara kedua medium. Udara memiliki kerapatan optik yang lebih rendah dibandingkan minyak kelapa sawit. Pada medium minyak kelapa sawit, jarak pola difraksi semakin melebar seiring dengan bertambahnya suhu. Hal ini terjadi karena pemanasan menyebabkan kerapatan optik minyak akan berubah sehingga menyebabkan perbedaan lebar pola difraksi. Pola difraksi yang telah diperoleh dapat digunakan sebagai indikasi awal adanya pengaruh suhu terhadap perubahan lebar pola difraksi sehingga perubahan indeks bias dapat diketahui.



Gambar 4. Pola difraksi pada medium (a) udara; (b) minyak kelapa sawit pada suhu 40°C; (c) minyak kelapa sawit pada suhu 70°C; (d) minyak kelapa sawit pada suhu 90°C

Berdasarkan Standar mutu minyak goreng (SNI), indeks bias minyak goreng pada suhu 40°C mempunyai nilai 1,4565-1,4585 (Paramitha, 2012). Hasil pengukuran indeks

bias sampel minyak kelapa sawit pada suhu 40°C dalam penelitian ini adalah sebesar 1,455. Hal ini menunjukkan bahwa sampel minyak kelapa sawit memiliki mutu yang cukup baik karena mempunyai indeks bias sedikit di bawah indeks bias yang disyaratkan SNI.

Pengaruh suhu terhadap kualitas minyak kelapa sawit yang diketahui salah-satunya melalui nilai indeks biasnya. Untuk sampel minyak kelapa sawit yang diteliti, pengaruh perubahan suhu terhadap nilai indeks bias dinyatakan dalam grafik pada Gambar 5. Hasil pengukuran indeks bias sampel minyak kelapa sawit untuk tiap suhu mempunyai nilai standar error antara 0,003-0,007 dengan tingkat keseksamaan pengukuran lebih dari 99,483%. Nilai keseksamaan tersebut menunjukkan bahwa kualitas pengukuran yang diperoleh sudah sangat baik. Penyajian data dalam bentuk grafik bertujuan untuk menentukan kemungkinan bagaimana bentuk hubungan antara kenaikan suhu terhadap perubahan indeks bias minyak kelapa sawit. Berdasarkan grafik tersebut, data pada sampel minyak kelapa sawit dapat didekati dengan model kurva linier.

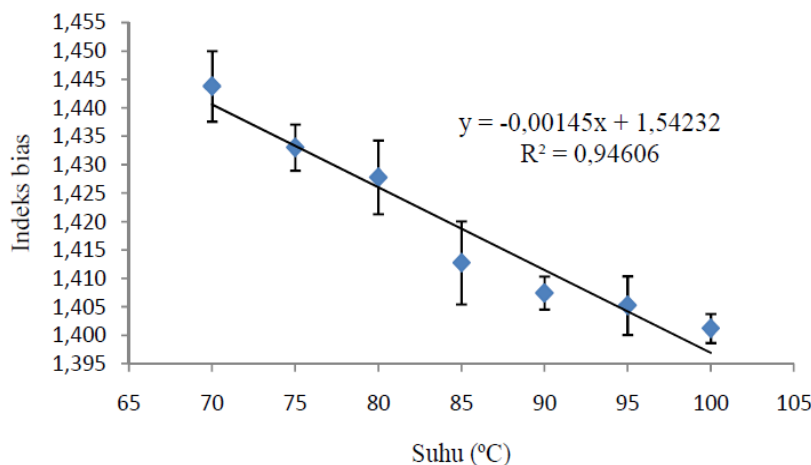
Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh persamaan regresi untuk grafik hubungan antara perubahan suhu terhadap nilai indeks bias minyak kelapa sawit dalam bentuk persamaan linier:

$$Y = -(0,00145 \pm 0,00021)X + (1,54232 \pm 0,01757) \quad (6)$$

dengan Y menyatakan indeks bias dan X menyatakan perubahan suhu (°C) dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,94606. Nilai tersebut menunjukkan bahwa setiap titik data mendekati bentuk model kurva yaitu linier. Selain itu, diperoleh juga koefisien korelasi (R) sebesar -0,97266 yang berarti bahwa perubahan suhu sangat berpengaruh terhadap perubahan nilai indeks bias minyak kelapa sawit. Tanda negatif dalam koefisien korelasi menunjukkan perubahan keduanya berbanding terbalik.

Pada persamaan regresi linier sampel minyak kelapa sawit diperoleh gradien grafik sebesar -0,00145. Tanda minus di depan nilai gradien menunjukkan bahwa hubungan antara suhu dengan indeks bias adalah berbanding terbalik. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Dughaiish (2010), apabila suhu naik maka indeks bias akan turun secara linier. Gradien grafik dapat digunakan untuk menentukan kualitas sampel minyak kelapa sawit berdasarkan perubahan nilai indeks biasnya. Semakin kecil nilai gradien, maka perubahan indeks bias yang

terjadi juga akan semakin kecil.



Gambar 5. Grafik hubungan perubahan suhu terhadap nilai indeks bias pada minyak kelapa sawit

Pada persamaan tersebut diperoleh nilai gradien grafik yang cukup kecil yaitu 0,00145 yang menunjukkan bahwa kenaikan suhu minyak kelapa sawit sebesar 1° C menyebabkan indeks biasnya turun hanya 0,00145. Ketika dipanaskan, minyak kelapa sawit hanya mengalami penurunan nilai indeks bias yang cukup kecil sehingga kualitas sampel minyak kelapa sawit masih cukup baik. Hasil lain yang dapat dilihat dari persamaan regresi linier adalah konstanta. Konstanta sebesar 1,54232 nilai indeks bias minyak kelapa sawit tanpa pengaruh suhu.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil pengukuran indeks bias sampel minyak kelapa sawit pada suhu 40°C mendekati indeks bias referensi yaitu 1,455 sehingga diindikasikan memiliki kualitas yang baik.
2. Kenaikan suhu sangat berpengaruh terhadap perubahan nilai indeks bias. Hubungan antara suhu dengan indeks bias adalah semakin tinggi suhu maka nilai indeks bias akan turun perlahan secara linier sehingga kualitas minyak kelapa sawit tidak berubah secara signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

Dughaiash, Z. H. 2010. “ Effect of γ -ray Irradiation and Heat Treatment on Some Physical Properties of Vegetable Oils.” Saudi Arabia. Journal Of Natural Science and Mathematics, Vol. 4 (2): PP 157-170.

Farida, Y. & Siregar, I. F. 2006. “Pengaruh Pemanasan Berulang Terhadap Sifat Fisikokimia dan Kandungan Asam Palmitat pada Minyak goreng.” Universitas Pancasila. Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia, Vol. 4 (2): 83-91, September 2006.

Kumar, J. P. K. & Jolly, N. 2008. “Refractive Index of Liquids Using Laser Light.” Laboratory Instruments Company Punjabi, Vol. 8 (3).

Mukherjee, S. & Mitra, A. 2009. “Health Effects Of Palm Oil.” J Hum Ecol, Vol. 26 (3): 197-203.

Paramitha, A. R. A. 2012. “Studi Kualitas Minyak Makanan Goreng pada Penggunaan Minyak Goreng Berulang.” Skripsi. Makassar: Universitas Hasanuddin.

Sarojo, G. A. 2011. Gelombang dan Optika. Jakarta: Salemba Teknika.

Serway, R. A. & Jewett, J. W. 2004. Physics for Scientists and Engineers 6th Edition. USA: California State Polytechnic University.

Sutiah, Firdausi, K. S. & Budi, W. S. 2008. “Studi Kualitas Minyak Goreng dengan Parameter Viskositas dan Indeks Bias.” Bekala Fisika, Vol. 11 (2): 53-58.

Young, & Freedman. 2001. Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid Kedua. Jakarta: Erlangga.

Wojewoda, G. F. & Ogolnoksztalcacych, Z. S. 2012. “Measuring Index of Refraction.” Terjemahkan oleh Malgorzata Czart. Artikel. EU-HOU.