

Uji Kualitas Minyak Wijen dengan Metode Difraksi Fraunhofer Celah Ganda: Variasi Indeks Bias Bahan Sebagai Fungsi Suhu

Determination of Sesame Oil Quality Using Fraunhofer Diffraction Method: Refraction Index as a Temperature Function

Nur Inna Alfianinda, Misto^{*)}, Artoto Arkundato
Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Jember

^{*)}Email: misto.fmipa@unej.ac.id

ABSTRACT

Telah dirancang alat uji kemurnian bahan yang bekerja berdasarkan metode difraksi Fraunhofer celah ganda. Metode ini mempunyai akurasi yang baik, tidak memerlukan bahan uji dalam jumlah banyak serta tidak merusak kemurnian bahan uji itu sendiri (*non destructive testing/non contactive testing*). Pengujian dilakukan dengan menentukan persamaan indeks bias sebagai fungsi suhu bahan uji, yang diperoleh berdasarkan perubahan pola frinji gelap terang difraksi cahaya yang melewati bahan uji untuk variasi suhu yang diberikan (26 °C hingga 90 °C). Dari persamaan indeks bias yang diperoleh kemudian dapat dihitung indeks bias pada suhu sembarang. Uji kemurnian dilakukang dengan membandingkan nilai indeks bias terukur dengan nilai indeks bias referensi pada suhu tertentu. Uji statistik *t-test* digunakan untuk melihat tingkat akurasi alat. Pada penelitian ini digunakan tiga buah merk minyak wijen yang ada di pasaran. Dari hasil pengukuran dan perhitungan menggunakan minyak wijen tiga macam (A,B dan C) dapat diketahui bahwa dari ketiga bahan uji yang dipilih maka minyak wijen label B memiliki nilai t hitung yang paling kecil dibandingkan minyak wijen label A dan C, sehingga minyak wijen label B dianggap memiliki kualitas yang paling baik dia antara ketiga minyak wijen yang telah di uji.

Keywords: Difraksi Fraunhofer, minyak wijen, indeks bias bahan, uji-t

PENDAHULUAN

Minyak nabati adalah satu sumber asam lemak tidak jenuh yang dapat dikonsumsi untuk menurunkan kolesterol. Salah satu tanaman sumber minyak nabati adalah wijen yang jika diekstraksi akan menghasilkan minyak wijen (*sesame oil*). Kadar asam lemak tidak jenuh yang tinggi pada minyak wijen dapat memperbaiki gangguan penglihatan dan sakit kepala, serta untuk mengikat kelebihan kolesterol pada tubuh manusia. Minyak wijen juga mengandung vitamin E dan lignan (Astawan, 2009). Untuk itu kualitas minyak wijen yang ada dipasaran sangat penting untuk diperhatikan.

Pengujian indeks bias bahan untuk mengetahui kualitas bahan pernah dilakukan oleh Rofiq (2010) untuk mengetahui konsentrasi dan komposisi bahan-bahan penyusun larutan (Rofiq, 2010). Metode indeks bias ini juga dapat menentukan terjadinya hidrogenasi katalis (Ketaren, 1996). Minyak wijen pada suhu 40°C adalah 1,465-1,469 berdasarkan Journal homepage: <http://jurnal.unej.ac.id/index.php/JID>

referensi standar mutu yang ditetapkan oleh *Codex Alimentarius Commission (CAC)*.

Indeks bias suatu bahan atau larutan merupakan sifat optis bahan yang berkaitan erat dengan beberapa parameter lain, diantaranya adalah konsentrasi larutan (Hidayanto *et al.*, 2010). Indeks bias suatu bahan juga telah lama diketahui dipengaruhi oleh temperatur, sehingga pada penelitian ini akan dianalisis tentang pengaruh perubahan temperatur terhadap indeks bias minyak wijen yang selanjutnya dapat digunakan untuk mengetahui kemurnian bahan.

Pengukuran indeks bias beberapa minyak nabati sebagai fungsi temperatur pernah dilakukan oleh Dughaiish (2010) menggunakan refraktometer Abbe. Kemudian Hassan (2012) menggunakan refraktometer Abbe untuk menentukan indeks bias minyak wijen Mesir yang disangrai. Dim (2013) juga menggunakan refraktometer Abbe untuk menentukan indeks bias minyak wijen.

Menurut Satoto *et al.* (2007), selain dapat digunakan untuk pengukuran panjang gelombang cahaya, metode yang

menggunakan prinsip difraksi dapat diaplikasikan untuk pengukuran indeks bias suatu zat transparan.

TEORI

Pengukuran indeks bias cairan menggunakan metode difraksi dan dapat dijelaskan melalui persamaan 1.1 hingga 1.8. Pola frinji antara terang pusat ke terang pertama difraksi berkas sinar laser pada medium udara dan air dapat dihubungkan melalui persamaan:

Udara:

$$d \sin \alpha_1 = \lambda_1 \quad (1.1)$$

Air:

$$d \sin \alpha_2 = \lambda_2 \quad (1.2)$$

Dari geometri sistem percobaan:

Udara:

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{x_1}{l} \quad (1.3)$$

Air:

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{x_2}{l} \quad (1.4)$$

Dengan menggunakan pendekatan sudut kecil maka dapat diambil $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha$ sehingga panjang gelombang cahaya:

Udara:

$$\lambda_1 = \frac{d x_1}{l} \quad (1.5)$$

Air:

$$\lambda_2 = \frac{d x_2}{l} \quad (1.6)$$

dengan:

d = jarak antar sumber / celah (mm)

α = sudut difraksi ($^\circ$)

λ = panjang gelombang sumber cahaya monokromatik (nm)

x_1 = simpangan dari terang pusat ke terang pertama di udara (mm)

x_2 = simpangan dari terang pusat ke terang pertama di air (mm)

l = jarak dari celah ganda ke layar (cm)

Indeks bias air relatif terhadap udara adalah:

$$n = \frac{v_p}{v_w} \quad (1.7)$$

dengan:

$v_p = v \lambda_1$ – kecepatan sinar dalam udara (m/s)

$v_w = v \lambda_2$ – kecepatan sinar dalam air (m/s)
 v – frekuensi gelombang/sinar

Jadi, nilai indeks bias air relatif terhadap udara adalah:

$$n = \frac{v_p}{v_w} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{x_1}{x_2} \quad (1.8)$$

(Wojewoda *et al.*, Tanpa Tahun).

Alasan penggunaan celah ganda pada metode difraksi Fraunhofer ini karena terdapat pola interferensi gelap terang yang dapat diamati di dalam pola difraksi yang dihasilkan, sehingga lebih memudahkan dalam menganalisis titik pusat pada pola difraksi yang dihasilkan selain pengukuran langsung yang menggunakan alat ukur jangka sorong. Penggunaan metode difraksi ini yang merupakan metode alternatif untuk mengetahui karakteristik atau sifat optis bahan berupa indeks bias memiliki beberapa kelebihan, yakni: pengoperasian alat yang tidak rumit, mudah didesain, dan dapat diaplikasikan secara luas, serta merupakan alat ukur tidak menyentuh (*non contact*) yang memanfaatkan berkas cahaya. Pada penelitian ini, sumber cahaya yang digunakan tidak memiliki daya (intensitas) tinggi yang dapat mengakibatkan efek nonlinier pada medium atau bahan uji yang dilewati sumber cahaya tersebut, artinya dalam penelitian ini yang diuji adalah sifat-sifat fisis linier. Karena menggunakan metode pengukuran tidak menyentuh dan hanya efek optis linier yang diuji, maka bahan uji atau larutan yang digunakan sebagai sampel tidak akan tercemar, sehingga sampel dianggap tidak mengalami perubahan komponen yang dapat merubah atau mempengaruhi kemurnian bahan uji (Setyarini *et al.*, 2012).

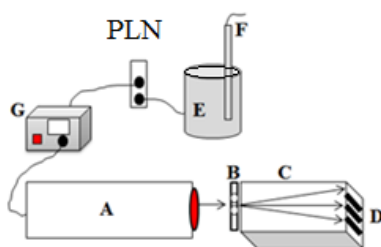
METODE

Pengukuran indeks bias menggunakan metode difraksi sinar laser He-Ne yang peralatannya disusun dari komponen-komponen alat dan bahan sebagai berikut:

- a. Laser HeNe (632,8 nm) 0,9 mW
- b. Celah ganda (lebar celah 0,04 mm dan jarak antar celah 0,25 mm)

- c. Wadah sampel berdimensi ($12 \times 7,5 \times 5$) cm^3 dengan tebal 2 mm sebanyak 42 buah (untuk 14 variasi temperatur untuk setiap tiga merk sampel minyak wijen 100 ml)
- d. Elemen pemanas
- e. Termometer
- f. Jangka sorong
- g. Aquades 100 ml.
- h. Layar berskala untuk menangkap pola difraksi

Peralatan pengukuran indeks bias metode difraksi disusun seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Set-up penelitian

Keterangan Gambar 1:

- A. Laser HeNe 632,8 nm sebagai sumber cahaya
- B. Celah ganda yang diletakkan pada *holder* untuk mendifraksikan sinar laser
- C. Wadah untuk medium udara, aquades, dan minyak wijen
- D. Layar pengamatan disisi wadah
- E. *Heater* untuk memanaskan minyak wijen
- F. Termometer untuk mengukur temperatur minyak wijen
- G. Stavolt untuk sumber tegangan

Selanjutnya kondisi perlakuan pengukuran dalam penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Setiap minyak wijen yang diteliti diberi empat belas perlakuan temperatur: 26°C , 30°C , 35°C , 40°C , 45°C , 50°C , 55°C , 60°C , 65°C , 70°C , 75°C , 80°C , 85°C , dan 90°C . Temperatur 26°C merupakan minyak wijen ketika belum dipanaskan atau temperatur ruang pukul 09.00-11.00 WIB (di laboratorium Optoelektronika dan Fisika Modern, FMIPA, Universitas Jember).

- b. Untuk pengukuran indeks bias setiap temperatur dilakukan sepuluh kali pengulangan, jadi jumlah data yang diperoleh: $14 \times 10 = 140$ data nilai indeks bias untuk satu merk minyak wijen. Pada penelitian ini menggunakan tiga merk minyak wijen, jadi jumlah seluruh data yang diperoleh: $140 \times 3 = 420$ data nilai indeks bias.

Kalibrasi

Peralatan metode difraksi Fraunhofer celah ganda dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan larutan aquades (dalam wadah sampel) untuk dicari indeks biasnya sebelum digunakan untuk menentukan indeks bias minyak wijen. Sumber laser HeNe dinyalakan, kemudian celah ganda diletakkan pada *holder* dan diposisikan di depan laser. Wadah medium diletakkan di antara celah difraksi dan layar pengamatan. Proses pengambilan data dilakukan dengan pengukuran pada layar pengamatan simpangan difraksi berkas sinar laser yang melewati medium udara dan larutan aquades. Setelah diperoleh data simpangan difraksi berkas laser yang melewati medium udara dan aquades, kemudian diperoleh nilai indeks bias aquades berdasarkan persamaan 1.8. Setelah indeks bias aquades diperoleh, kemudian hasilnya dibandingkan dengan indeks bias air pada referensi.

Pengambilan Data Difraksi

Pengukuran indeks bias dilakukan dengan cara menentukan simpangan pada pola gelap terang difraksi untuk berkas laser yang melewati udara dan medium minyak wijen. Cara pengukuran simpangan difraksi dilihat dari pola gelap terang dengan menandai pada setiap ujung terang pusat dan terang pertama. Setelah itu, jarak antara ujung terang pusat dibagi dua menggunakan alat ukur jangka sorong, begitu juga pada terang pertama. Simpangan difraksi yang diperoleh merupakan jarak antara titik tengah terang pusat ke titik tengah pada terang pertama. Perlakuan yang sama diberikan untuk minyak wijen dengan temperatur yang berbeda untuk semua merk wijen yang diperoleh di pasaran.

Analisa Data

Indeks bias yang dihitung dengan persamaan indeks bias kemudian untuk seluruh

pengukuran dilakukan rata-rata dan perhitungan ralat:

$$\bar{n} = \frac{\sum n_i}{N} \quad (2.1)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum (n_i - \bar{n})^2} \quad (2.2)$$

$$\sigma\% = \frac{\sigma_n}{|\bar{n}|} \times 100\% \quad (2.3)$$

$$K = 100\% - \sigma\% \quad (2.4)$$

$$n = (\bar{n} \pm \sigma_n) \quad (2.5)$$

Keterangan:

\bar{n} = indeks bias rata-rata

n_i = indeks bias ke-i

σ_n = deviasi standar pengukuran indeks bias

N = jumlah pengukuran

$\sigma\%$ = ketidakpastian relatif

K = keseksamaan

n = penulisan indeks bias hasil ukur

(Taylor, 1997).

Persamaan indeks bias variasi suhu adalah persamaan regresi linier dan ralat dari grafik korelasi linier antara indeks bias sebagai fungsi dari temperatur minyak wijen (persamaan 2.6 hingga 2.12.).

$$n(T) = (A \pm \sigma_A) + (B \pm \sigma_B)T \quad (2.6)$$

$$A = \frac{\sum T^2 \sum n - \sum T \sum Tn}{\Delta} \quad (2.7)$$

$$B = \frac{N \sum Tn - \sum T \sum n}{\Delta} \quad (2.8)$$

$$\Delta = N \sum T^2 - (\sum T)^2 \quad (2.9)$$

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{1}{N-2} \sum_{i=1}^N (n_i - A - BT_i)^2} \quad (2.10)$$

$$\sigma_A = \sigma_n \sqrt{\frac{\sum T^2}{\Delta}} \quad (2.11)$$

$$\sigma_B = \sigma_n \sqrt{\frac{\sum N}{\Delta}} \quad (2.12)$$

Keterangan:

A = *intercept*

σ_A = ralat *intercept*

B = nilai gradien atau *slope* grafik

σ_B = ralat gradien

(Taylor, 1997).

Persamaan regresi linier dan ralat grafik tersebut digunakan untuk menghitung atau memprediksi nilai indeks bias minyak wijen pada temperatur sembarang. Hasil perhitungan indeks bias menggunakan persamaan 1.8 pada temperature tertentu kemudian dibandingkan dengan referensi yang ada, sehingga dapat diketahui mutu minyak wijen yang diuji. Untuk mengetahui akurasi pengukuran dilakukan uji statistic uji-t untuk mengetahui seberapa besar perbedaan yang dihasilkan dari data penelitian dan referensi menggunakan persamaan 2.13 berikut:

$$t = \frac{(\bar{X} - \mu)\sqrt{n}}{s} \quad (2.13)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - ((\sum X_i)^2/n)}{n-1}} \quad (2.14)$$

Keterangan :

t = koefisien t-minyak wijen

\bar{X} = rata-rata perhitungan nilai indeks bias penelitian

X_i = nilai indeks bias ke $i = 1, 2, \dots$

μ = nilai indeks bias pada referensi

s = standar deviasi

n = jumlah pengulangan pengukuran

Hipotesa untuk hasil perhitungan:

1. Jika nilai t hitung $<$ t tabel dengan taraf signifikan 5% dan 1% maka dinyatakan tidak berbeda nyata
2. Jika nilai t hitung $>$ t tabel dengan taraf signifikan sebesar 5% dan $<$ t tabel dengan taraf signifikan sebesar 1% dinyatakan berbeda nyata
3. Jika nilai t hitung $>$ t tabel dengan taraf signifikan sebesar 1% maka dinyatakan sangat berbeda nyata

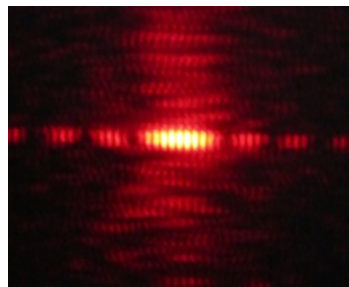
t tabel diperoleh dari tabel untuk distribusi t dengan mengetahui $df = n - 1$, terhadap taraf signifikan yang digunakan (Sugiono, 2010).

HASIL DAN PEMBAHASAN

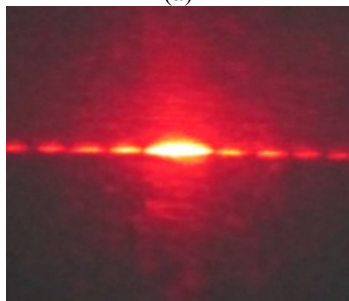
Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran dari pola difraksi tiga merk minyak wijen dengan empat belas variasi temperatur pada setiap merk, kemudian

diperoleh pola gelap terang difraksi Fraunhofer yang ditunjukkan Gambar 2. Pola gelap terang yang dihasilkan pada metode difraksi Fraunhofer ini memiliki pola berkas cahaya sejajar yang dapat diamati pada layar pengamatan, sehingga dapat dianalisis jarak simpangan difraksi yang diperoleh untuk digunakan pada perhitungan menentukan panjang gelombang suatu sumber cahaya atau untuk menentukan indeks bias suatu bahan transparan.

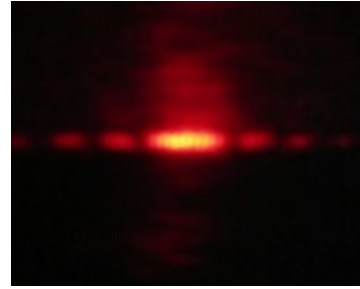
Berkas cahaya yang terdifraksi melewati medium udara, menghasilkan pola difraksi dan juga interferensi. Hal ini dikarenakan berkas cahaya tidak melewati suatu medium yang bersifat menghamburkan, sehingga menyebabkan gelombang sefase dan menghasilkan pola interferensi yang dapat diamati pada layar. Oleh karena itu, berkas laser yang terdifraksi melewati udara memiliki pola gelap terang yang jelas dan jarak simpangan difraksi yang besar, sehingga mudah untuk dianalisis. Sesuai persamaan 1.8, kecepatan cahaya yang melewati suatu medium berbanding lurus terhadap jarak simpangan difraksi yang dihasilkan.



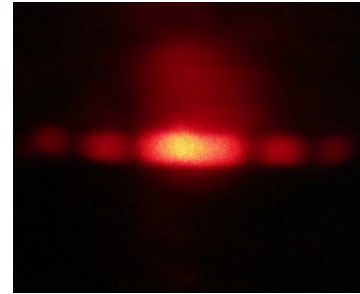
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 2. Pola gelap terang difraksi Fraunhofer pada layar pengamatan; (a) Sebelum ada sampel; (b) Larutan aquades; (c) Minyak wijen pada temperatur ruang; (d) Minyak wijen dengan perubahan temperatur (60° C)

Pola gelap terang yang dihasilkan ketika berkas laser HeNe yang terdifraksi melewati suatu medium berupa larutan aquades dan minyak wijen memiliki jarak simpangan difraksi lebih kecil dibandingkan berkas laser yang terdifraksi melewati medium udara. Hal ini dikarenakan berkas laser yang terdifraksi tersebut melewati medium dengan kerapatan optis yang lebih tinggi. Sesuai dengan persamaan 1.8, kecepatan cahaya yang melewati suatu medium berbanding lurus terhadap jarak simpangan difraksi yang dihasilkan. Kecepatan cahaya yang terdifraksi akan berkurang ketika melewati medium berupa larutan aquades atau minyak wijen karena terhalang oleh kerapatan molekul yang lebih tinggi, sehingga lintasan optis atau jarak simpangan difraksi yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan berkas cahaya yang terdifraksi tanpa ada sampel. Selain itu, berkas cahaya yang melewati medium berupa larutan aquades dan minyak wijen tidak menghasilkan pola interferensi. Hal

tersebut dikarenakan medium tersebut memiliki sifat menghamburkan cahaya yang mengenainya, sehingga menghasilkan gelombang tidak sefase yang menyebabkan pola interferensi hilang.

Saat temperatur minyak wijen dinaikkan, jarak simpangan difraksi yang dihasilkan lebih besar dibandingkan minyak wijen pada temperatur ruang. Pada gambar 2(d) minyak wijen pada temperatur 60° C memiliki jarak simpangan difraksi yang lebih renggang daripada minyak wijen pada temperatur ruang. Pemberian energi pada minyak ketika temperatur minyak dinaikkan akan menyebabkan ikatan karbon pada molekul minyak mudah rusak atau pecah, sehingga minyak menjadi senyawa dengan rantai karbon lebih pendek yang menyebabkan kerapatan optis minyak turun. Karena kerapatan molekul minyak wijen ketika temperatur dinaikkan lebih rendah, maka kecepatan cahaya yang melewati medium tersebut semakin tinggi, sehingga berdasarkan persamaan 1.8, jarak simpangan difraksi yang dihasilkan akan semakin besar. Pada temperatur tinggi, rantai karbon pecah dan terjadi fluktuasi sangat tinggi dari atom-atom pada molekul minyak yang menyebabkan hamburan tinggi terhadap cahaya yang mengenai atom-atom tersebut, sehingga menghasilkan pola gelap terang yang kurang jelas bila dibandingkan pola gelap terang yang dihasilkan pada berkas laser yang terdifraksi melewati medium minyak wijen tanpa kenaikan temperatur. Hasil perhitungan ditunjukkan oleh Tabel 1, 2 dan 3.

Tabel 1. Data perhitungan indeks bias minyak wijen label A sebagai fungsi temperatur

Temperatur (° C)	\bar{n}	σ_n	$\sigma\%$
26	1,4730	0,0155	1,0500
30	1,4717	0,0051	0,3436
35	1,4693	0,0207	1,4111
40	1,4676	0,0123	0,8348
45	1,4667	0,0000	0,0000
50	1,4646	0,0169	1,1518
55	1,4639	0,0183	1,2526
60	1,4625	0,0153	1,0468
65	1,4592	0,0217	1,4886

70	1,4583	0,0180	1,2358
75	1,4550	0,0236	1,6251
80	1,4531	0,0156	1,0753
85	1,4507	0,0250	1,7211
90	1,4489	0,0175	1,2087

Tabel 2. Data perhitungan indeks bias minyak wijen label B sebagai fungsi temperatur

Temperatur (° C)	\bar{n}	σ_n	$\sigma\%$
26	1,4724	0,0120	0,8126
30	1,4697	0,0227	1,5426
35	1,4689	0,0191	1,3005
40	1,4673	0,0103	0,7034
45	1,4645	0,0211	1,4374
50	1,4629	0,0135	0,9252
55	1,4619	0,0047	0,3236
60	1,4592	0,0215	1,4750
65	1,4586	0,0191	1,3092
70	1,4577	0,0151	1,0356
75	1,4540	0,0198	1,3620
80	1,4522	0,0099	0,6807
85	1,4486	0,0161	1,1080
90	1,4477	0,0109	0,7532

Tabel 3. Data perhitungan indeks bias minyak wijen label C sebagai fungsi temperatur

Temperatur (° C)	\bar{n}	σ_n	$\sigma\%$
26	1,4721	0,0089	0,6018
30	1,4688	0,0192	1,3082
35	1,4677	0,0131	0,8925
40	1,4667	0,0000	0,0000
45	1,4636	0,0171	1,1684
50	1,4619	0,0047	0,3236
55	1,4588	0,0174	1,1909
60	1,4577	0,0148	1,0159
65	1,4574	0,0130	0,8920
70	1,4571	0,0110	0,7533
75	1,4528	0,0140	0,9620
80	1,4505	0,0242	1,6707
85	1,4483	0,0144	0,9971
90	1,4473	0,0144	0,9981

Pada Tabel 1 hingga 3 menunjukkan suatu korelasi antara perubahan temperatur dan indeks bias minyak wijen yang

menjelaskan bahwa temperatur minyak wijen label A, B, dan C yang semakin besar menyebabkan indeks bias yang dihasilkan akan semakin kecil. Ketika temperatur minyak dinaikkan, maka akan menyebabkan kerapatan optis minyak turun. Karena kerapatan molekul minyak wijen ketika temperatur dinaikkan lebih rendah, maka kecepatan cahaya yang melewati medium tersebut semakin tinggi. Sesuai dengan persamaan 1.8, kecepatan cahaya yang melewati suatu medium berbanding terbalik dengan indeks bias medium tersebut. Oleh karena itu, semakin besar temperatur yang diberikan, maka indeks bias minyak wijen yang dihasilkan akan semakin kecil.

Peningkatan temperatur sampel minyak menyebabkan molekul pada minyak wijen mengalami pemecahan pada ikatan karbonnya, sehingga senyawa trigliserida akan mengalami degradasi komponen di dalamnya. Degradasi komponen pada senyawa trigliserida tersebut menyebabkan penurunan kualitas dari minyak wijen. Jika dibandingkan antara data referensi indeks bias minyak wijen yang sesuai dengan standar mutu terhadap indeks bias yang dihasilkan pada penelitian ini, maka dapat diketahui sejauh mana perbedaan indeks bias tersebut. Mutu atau kualitas minyak wijen dapat diketahui dari nilai perbedaan yang kecil antara indeks bias referensi dan indeks bias pengukuran minyak wijen yang dapat dihitung dari persamaan indeks bias. Tabel 4 adalah perbandingan indeks bias terukur untuk seluruh 3 sampel minyak.

Tabel 4. Nilai indeks bias dari tiga merk minyak untuk variasi suhu

Suhu (° C)	$\bar{n} \pm \sigma_n$ (Minyak Wijen A)	$\bar{n} \pm \sigma_n$ (Minyak Wijen B)	$\bar{n} \pm \sigma_n$ (Minyak Wijen C)
26	1,4730 ± 0,0155	1,4724 ± 0,0120	1,4721 ± 0,0089
30	1,4717 ± 0,0051	1,4697 ± 0,0227	1,4688 ± 0,0192
35	1,4693 ± 0,0207	1,4689 ± 0,0191	1,4677 ± 0,0131
40	1,4676 ± 0,0123	1,4673 ± 0,0103	1,4667 ± 0,0000
45	1,4667 ± 0,0000	1,4645 ± 0,0211	1,4636 ± 0,0171
50	1,4646 ± 0,0169	1,4629 ± 0,0135	1,4619 ± 0,0047
55	1,4639 ± 0,0183	1,4619 ± 0,0047	1,4588 ± 0,0174
60	1,4625 ± 0,0153	1,4592 ± 0,0215	1,4577 ± 0,0148
65	1,4592 ± 0,0217	1,4586 ± 0,0191	1,4574 ± 0,0130

Journal homepage: <http://jurnal.unej.ac.id/index.php/JID>

70	1,4583 ± 0,0180	1,4577 ± 0,0151	1,4571 ± 0,0110
75	1,4550 ± 0,0236	1,4540 ± 0,0198	1,4528 ± 0,0140
80	1,4531 ± 0,0156	1,4522 ± 0,0099	1,4505 ± 0,0242
85	1,4507 ± 0,0250	1,4486 ± 0,0161	1,4483 ± 0,0144
90	1,4489 ± 0,0175	1,4477 ± 0,0109	1,4473 ± 0,0144

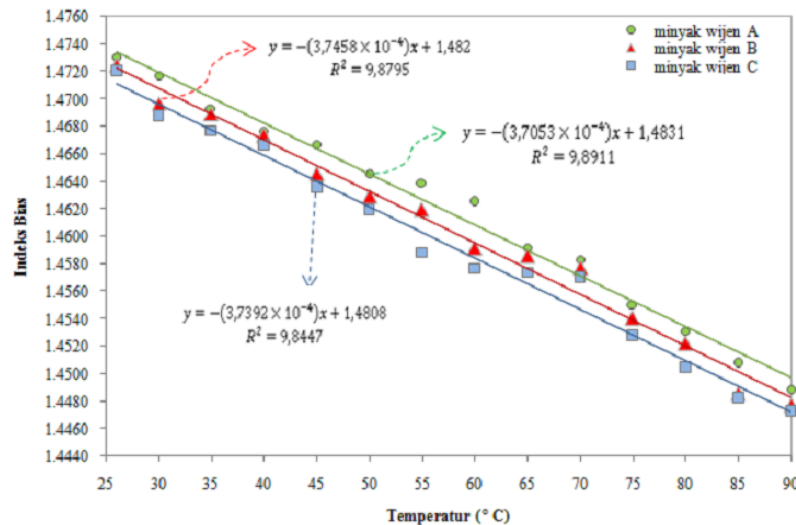
Nilai indeks bias referensi untuk temperatur 40° C yakni 1,465-1,469. Berdasarkan perhitungan uji t pada persamaan 2.13 untuk mengetahui seberapa besar perbedaan nilai indeks bias minyak wijen dari hasil penelitian dan referensi pada temperatur 40° C, maka diperoleh nilai t hitung untuk setiap merk minyak wijen yang ditunjukkan Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Data nilai t hitung untuk indeks bias minyak wijen temperatur 40° C

	Indeks Bias		t	t tabel (5%)	t tabel (1%)
	acuan	riset			
A	1,467	1,4676	0,051	1,833	2,821
B	1,467	1,4673	0,031	1,833	2,821
C	1,467	1,4667	0,038	1,833	2,821

Dari Tabel 5 tersebut terlihat bahwa t hitung pada minyak wijen label A adalah sebesar 0,051, kemudian t hitung minyak wijen label B sebesar 0,031, dan minyak wijen label C sebesar 0,038. Jika t hitung kurang dari t tabel dengan taraf signifikan 5% dan 1%, maka hasil pengukuran indeks bias minyak wijen terhadap referensi tidak berbeda nyata. Semakin kecil t hitung, maka hasil yang diperoleh lebih mendekati referensi. Minyak wijen label B memiliki t hitung yang paling kecil dibandingkan minyak wijen label A dan C, dan t hitung minyak wijen label C lebih kecil dibandingkan minyak wijen label A. Jadi, minyak wijen label B memiliki nilai indeks bias hasil pengukuran yang lebih sesuai dengan standar mutu, sehingga minyak wijen label B memiliki kualitas yang paling baik dibandingkan minyak wijen label A dan C, kemudian minyak wijen label C memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan minyak wijen label A. Selain itu, hasil perhitungan uji t secara keseluruhan menunjukkan bahwa t hitung untuk indeks bias minyak wijen label A, B, dan C kurang dari t tabel dengan taraf signifikan 5% dan

1% atau minyak wijen label A, B, dan C tidak memiliki perbedaan nilai indeks bias yang signifikan terhadap indeks bias pada standar mutu minyak wijen yang ditetapkan oleh *Codex Alimentarius Commission* (CAC), sehingga minyak wijen label A, B, dan C memiliki kualitas yang baik. Gambar 3 adalah grafik indeks bias minyak wijen sebagai fungsi dari temperatur yang menjelaskan bahwa indeks bias minyak wijen menurun secara linier terhadap perubahan temperatur.



Gambar 3. Grafik pengaruh perubahan temperatur terhadap indeks bias dari tiga merk minyak wijen

Artinya semakin besar temperatur, maka indeks bias yang dihasilkan akan semakin kecil. Grafik yang diperoleh pada Gambar 3 sesuai dengan grafik hasil penelitian Dughaish (2010). Pada penelitian ini, metode difraksi Fraunhofer celah ganda sebagai metode alternatif tampak memiliki keakuratan tinggi yang ditunjukkan dengan hasil uji t untuk pengukuran indeks bias larutan aquades yang dibandingkan dengan referensi adalah tidak berbeda nyata. Selain itu, jumlah titik data dalam grafik berupa nilai indeks bias sebagai fungsi dari temperatur pada penelitian ini lebih banyak dibandingkan penelitian yang dilakukan oleh Dughaish.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisis data hasil pengukuran dalam penelitian ini maka dapat disimpulkan beberapa hal:

1. Hasil observasi dan perhitungan menunjukkan bahwa nilai indeks bias minyak wijen menurun terhadap naiknya temperatur untuk rentang 26°C hingga 90°C . Untuk suhu yang lebih tinggi tidak dilakukan pengamatan karena dimungkinkan adanya variasi nonlinear sehingga metode ini kurang tepat dapat digunakan.

2. Nilai t hitung untuk setiap merk minyak wijen pada temperatur 40°C adalah: $t_{\text{hitung A}} = 0,051$, $t_{\text{hitung B}} = 0,031$, dan $t_{\text{hitung C}} = 0,038$.
3. Minyak wijen label B memiliki nilai t hitung yang paling kecil dibandingkan minyak wijen label A dan C, sehingga minyak wijen label B dianggap/diduga mempunyai kualitas yang paling baik dibandingkan minyak wijen label A dan C.
4. Kemudian minyak wijen label C memiliki kualitas yang lebih baik daripada minyak wijen label A.
5. Hasil uji t secara keseluruhan menunjukkan bahwa minyak wijen label A, B, dan C tidak memiliki perbedaan nilai indeks bias yang signifikan terhadap indeks bias referensi ($t_{\text{hitung}} < t_{\text{tabel}}$ dengan taraf signifikan 5% dan 1%),

sehingga minyak wijen label A, B, dan C memiliki kualitas yang baik.

6. Meskipun dengan metode ini dapat dilakukan pendugaan kualitas minyak terbaik, untuk lebih akuratnya perlu uji kimia komponen minyak. Namun demikian jika uji kimia komponen ini sudah dilakukan dan hasil penelitian ini cocok maka metode franhofer ini dapat digunakan untuk merancang alat ukur cepat uji kualitas yang cukup mudah di buat.

DAFTAR PUSTAKA

- Astawan, M. 2009. *Sehat dengan Hidangan Kacang dan Biji-Bijian*. Depok: Penebar Swada.
- Codex Alimentarius Commission. 2001. *Codex Standard for Named Vegetable Oils. Journal of Codex Alimentarius. CX-STAN 210 – 1999, 8: 18-22.*
- Dim, P. E. 2013. *Extraction and Characterization of Oil from Sesame Seed. Research Journal of Pharmaceutical, Biological, and Chemical Sciences. ISSN: 0975-8585, 4 (2): 752-757.*
- Dughaish, Z. H. 2010. Effect of γ –ray Irradiation and Heat Treatment on Some Physical Properties of Vegetable Oils. *Journal of Natural Sciences and Mathematics, 4 (2): 157-170.*
- Gulla, S. & Waghay, K. 2011. Effect of Storage on Physico-chemical Characteristics and Fatty Acid Composition of Selected Oil Blends. *Journal of Science, 3 (1): 35-46.*
- Hassan, M. A. M. 2012. Studies on Egyptian Sesame Seeds (*Sesamum indicum* L.) and Its Products 1-Physicochemical Analysis and Phenolic Acids of Roasted Egyptian Sesame Seeds (*Sesamum indicum* L.). *World Journal of Dairy & Food Sciences. ISSN 1817-308X, 7 (2): 195-201.*
- Hidayanto, E., Rofiq, A., dan Sugito, H. 2010. Aplikasi Portable Brix Meter untuk Pengukuran Indeks Bias. *Jurnal Berkala Fisika. ISSN 1410-9662, 13 (4): 113-118.*
- Juanda, D. & Cahyono, B. 2005. *Teknik Budidaya dan Analisis Usaha Tani*. Yogyakarta: Kanisius.
- Ketaren, S. 1996. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI-Press.
- Rofiq, A. 2010. “Analisis Indeks Bias pada Pengukuran Konsentrasi Larutan Sukrosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$) Menggunakan Portable Brix Meter.” Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Satoto, D., Sugito, H., dan Firdausi, K. S. 2007. Studi Interferometer Fabry-Perot untuk Pengukuran Panjang Gelombang Cahaya. *Jurnal Berkala Fisika. ISSN 1410-9662, 10 (4): 179-181.*
- Setyarini, L. W., Setijono, H., dan Hatta, A. M. 2012. Perancangan Sistem Pengukuran Konsentrasi Larutan Gula Menggunakan Metode Difraksi. *Jurnal Teknik Pomits, 1 (1): 1-5.*
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Taylor, J. R. 1997. *An Introduction to Error Analysis. The Study of Uncertainties in Physical Measurements*. Second Edition. California: University Science Books.
- Wojewoda, G. F. & Ogolnoksztalcacych, Z. S. (Tanpa Tahun). “Measuring Indeks of Refraction.” Makalah. Terjemahan oleh Malgorzata Czart. Poland: Bydgoszcz.