

STUDI UJI ALTERNATIF KUALITAS MINYAK GORENG BERDASARKAN PERUBAHAN POLARISASI CAHAYA TERIMBAS

Ade Ika Susan, K. Sofjan Firdausi dan Wahyu Setia Budi

Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika UNDIP

Abstract

In this research, we report the quality of several cooking oils before and after heating. The parameter of quality was based on electrooptics characteristic or, so called, the change of polarization angle induced by external electric field. In this examination, it was used three different brands of cooking oils. The samples were heated in the time interval between 0-120 minutes. The electrooptics characteristic was determined by measuring the change of polarization angle of light as it passed through the oil while it was applied by external electric field. The field was produced by two parallel plates connected to different potential between 0-9kV. The light source was diode laser at $\lambda = 650 \text{ nm}$ and $\lambda = 532 \text{ nm}$. The quality of oil was then determined by average polarization angle per potential difference, i.e. $\alpha \equiv \Delta\theta/\Delta V$. Based on the result of observation, the fresh oil before heated has smaller change of polarization angle than oil after heated, which is in agreement to the previous study. The longer heating time is, more free radicals are produced, which leads to higher polarization. It shows also that the change of polarization depends on the wavelength. From two diode lasers, the effective wavelength to produce higher number free radicals is obtained by 532 nm. The increasing average of polarization angle is linearly to the increasing of heating time. It is obvious that the electrooptics parameter could be proposed as an alternative quality test of cooking oil.

Keyword: Cooking oil quality, Change of polarization angle, electrooptics

Abstrak

Dalam penelitian ini, telah dilakukan uji kualitas minyak goreng pada berbagai minyak goreng sebelum dan setelah dipanaskan. Parameter kualitas yang diuji pada minyak goreng adalah sifat elektrooptis atau yang dikenal dengan polarisasi cahaya terimbas. Pengujian dilakukan pada tiga sampel minyak goreng nabati yang berbeda dengan merk A, B dan C. Masing-masing sampel dipanasi dalam interval waktu 0 menit sampai 120 menit. Sifat elektrooptis minyak goreng dapat ditentukan dengan mengukur perubahan sudut polarisasi minyak goreng dalam medan listrik statis yang dihasilkan dari dua plat sejajar dan diberi tegangan dari 0 sampai 9 kV. Sumber cahaya yang digunakan yaitu laser dioda merah ($\lambda = 650 \text{ nm}$) dan laser dioda hijau ($\lambda = 532 \text{ nm}$). Kualitas minyak goreng ditentukan berdasarkan sudut putar rerata per beda potensial yaitu $\alpha \equiv \Delta\theta/\Delta V$. Berdasarkan hasil penelitian, minyak sebelum dipanaskan mengalami perubahan sudut polarisasi lebih kecil daripada minyak setelah dipanaskan, yang sesuai dengan hasil studi sebelumnya. Semakin lama pemanasan, semakin besar radikal bebas yang dihasilkan, dan yang akhirnya membentuk polarisasi semakin besar pula. Dari hasil penelitian nampak bahwa panjang gelombang cahaya mempengaruhi besarnya perubahan polarisasi. Dalam kasus ini untuk dua buah laser dioda merah dan hijau, perubahan polarisasi lebih efektif bila digunakan pada $\lambda = 532 \text{ nm}$. Kenaikan perubahan polarisasi berbanding lurus dengan kenaikan waktu pemanasan. Sehingga nyata bahwa parameter elektrooptis dapat digunakan untuk pengujian alternatif kualitas minyak goreng.

Kata kunci : kualitas minyak goreng, perubahan sudut polarisasi, elektrooptis.

Pendahuluan

Minyak goreng adalah salah satu kebutuhan pokok masyarakat Indonesia pada umumnya dalam rangka memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari.

Minyak goreng yang dikonsumsi sehari-hari sangat erat kaitannya dengan kesehatan tubuh. Minimnya pengetahuan masyarakat tentang penggunaan minyak goreng yang baik

menyebabkan masyarakat menggunakannya secara tidak tepat. Seringkali ditemukan bahwa penggunaan minyak goreng yang terlalu lama sehingga menyebabkan terjadinya perubahan warna, bau dan sifat-sifat fisika maupun kimia lainnya dari minyak goreng itu sendiri. Perubahan sifat fisika pada minyak goreng selama ini belum dieksploitasi secara tuntas terutama berkaitan dengan perubahan kualitas minyak itu sendiri.

Secara sederhana dari metode sebelumnya, telah dilakukan studi ulang uji kualitas minyak goreng oleh Sutiah (2008) dengan parameter viskositas dan indeks bias [1]. Dari penelitian tersebut secara kualitatif ditunjukkan bahwa minyak goreng yang paling baik yaitu minyak goreng dengan nilai viskositas dan indeks bias yang besar. Namun secara kuantitatif hasil pengukuran masih belum akurat.

Pada studi sifat elektrooptis dalam minyak goreng ternyata diperoleh hasil yang di luar dugaan sebelumnya, yakni kenaikan sifat elektrooptis secara kuadratis dengan bertambahnya medan listrik luar pada sampel minyak goreng dari kelapa sawit [2, 3]

$$\theta = \theta_0 + \theta_1 V + \theta_2 V^2 \quad (1)$$

dengan θ adalah perubahan sudut polarisasi setelah dikenai medan, θ_0 sudut polarisasi sebelum adanya medan, θ_1 dan θ_2 koefisien tetap linier dan kuadratis, serta V beda potensial yang dikenakan pada sampel. Parameter perubahan sudut polarisasi cahaya tersebut, berdasarkan pada referensi [2 & 3], dianggap lebih mampu untuk mengukur dan membedakan kualitas minyak goreng, karena menunjukkan adanya perbedaan berupa nilai yang jelas pada masing-masing sampel minyak goreng.

Hasil dari penelitian ini memungkinkan bahwa parameter elektrooptis dapat dijadikan sebagai nilai

kualitas alternatif pada pengujian minyak goreng. Saat itu diusulkan bahwa kenaikan sudut polarisasi atas kenaikan medan diakibatkan oleh timbulnya radikal bebas, yang disinyalir sebagai faktor dominan pada kerusakan minyak.

Pada tulisan ini hendak dibahas bagaimana nilai awal perubahan sudut polarisasi untuk berbagai minyak goreng kelapa sawit, dan perbedaannya bila sampel sudah mengalami pemanasan.

Metode Penelitian

Preparasi Sampel

Tiga merk minyak goreng kelapa sawit dipanasi dalam waktu interval 0 – 120 menit menggunakan furnace pada suhu rata-rata 200°C, dan kemudian dibagi menjadi tujuh kondisi yang berbeda: sebelum dipanaskan (A0, B0, C0), yang telah setelah dipanaskan 20 menit (A1, B1, C1), setelah dipanaskan 40 menit (A2, B2, C2), dipanaskan 60 menit (A3, B3, C3), dipanaskan 80 menit (A4, B4, C4), dipanaskan 100 menit (A5, B5, C5) dan dipanaskan 120 menit (A6, B6, C6).

Kalibrasi Sistem Elektrooptis

Sebelum pengujian sampel, sistem peralatan elektrooptis perlu dikalibrasi dengan uji linieritas sifat optis larutan gula, dan linieritas elektrooptis larutan garam mengacu pada prosedur dalam referensi [2].

Pengukuran Nilai Rerata Sudut Polarisasi

Sampel-sampel tersebut diberi medan listrik yang dihasilkan pada plat logam sejajar dengan memberi tegangan searah 0 – 9 kV dengan tiap kenaikan tegangan 1 kV. Pada tiap kenaikan beda potensial itu diukur perubahan polarisasi cahaya menggunakan sumber cahaya laser dioda merah dan hijau masing-masing dengan $\lambda = 650$ nm dan $\lambda = 532$ nm. Detail langkah-langkah eksperimen menggunakan prosedur pada referensi [2]. Nilai elektrooptis sebagai tolok ukur

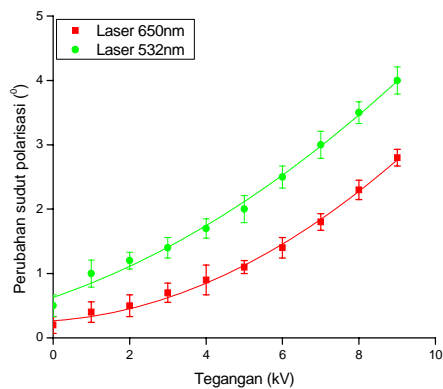
kualitas minyak adalah α yang didefinisikan sebagai nilai rerata persamaan (1) dalam interval tegangan 0 – 9 kV dengan persamaan

$$\alpha \equiv \Delta\theta/\Delta V \quad (2)$$

Hasil Dan Diskusi

Sudut Polarisasi pada $\lambda = 650$ nm dan 532 nm

Seperti telah diperoleh pada studi awal [1-3], secara umum juga diperoleh sudut polarisasi berubah secara kuadratis terhadap besarnya medan listrik (atau beda potensial) yang dikenakan pada sampel, seperti terlihat pada gambar 1 sesuai dengan persamaan (1), untuk $\lambda = 650$ nm dan $\lambda = 532$ nm.



Gambar 1. Perubahan sudut polarisasi laser merah ($\lambda=650$ nm) dan laser hijau ($\lambda=532$ nm) terhadap kenaikan tegangan pada minyak A0 (sebelum dipanasi).

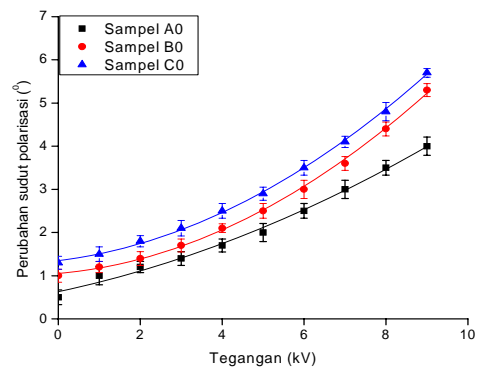
Kenaikan yang kuadratis pada hasil di atas masih belum dapat dijelaskan dengan detail, namun dipercaya sebagai akumulasi terbentuknya radikal bebas yang dihasilkan dalam minyak goreng.

Dari kedua sumber cahaya yang digunakan, laser hijau ($\lambda=532$ nm) mengalami perubahan sudut polarisasi lebih besar dibandingkan dengan laser merah ($\lambda=650$ nm). Hal ini dikarenakan cahaya dengan frekuensi tinggi mengeksitasi molekul minyak goreng mendekati frekuensi serapan sehingga memperpendek potensial disosiasinya dan bersamaan dengan eksitasi oleh

medan listrik luar mempermudah terbentuknya radikal bebas.

Nilai Sudut Polarisasi Awal Berbagai Minyak

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa nilai rata-rata α berbeda-beda untuk minyak berbagai merk, yang mengindikasikan nilai awal radikal bebas pada masing-masing minyak segar yang bervariasi, tergantung komposisi lemak. Gambar 2 adalah perubahan sudut polarisasi minyak merk A, B, C sebelum dipanasi sebagai fungsi beda potensial menggunakan $\lambda = 532$ nm. Dari hasil ini kami prediksi bahwa nilai awal tanpa adanya tegangan mengindikasikan kandungan asam lemak bebas awal dalam minyak. Namun hal ini masih perlu diuji lebih mendalam.

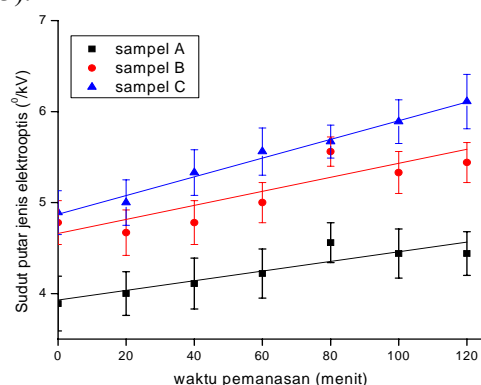


Gambar 2 Perubahan sudut polarisasi laser ($\lambda=532$ nm) terhadap kenaikan tegangan pada minyak A0, B0 dan C0. (sebelum dipanaskan). Efek ini berlaku pula untuk $\lambda = 650$ nm.

Nilai α Berbagai Minyak setelah Dipanasi

Efek pemanasan membuat jarak antar molekul minyak semakin renggang. Pada molekul minyak goreng yang renggang terjadi gaya Van der Waals yang relatif lemah [4]. Selama proses pemanasan dimungkinkan terbentuknya molekul-molekul bebas dalam minyak goreng dan lebih dapat

menanggapi medan listrik yang diberikan sehingga mampu memutar sudut polarisasi. Dengan demikian grafik perubahan sudut yang ditunjukkan oleh minyak setelah mengalami pemanasan lebih besar dibandingkan sebelum dipanaskan. Nilai α untuk minyak A, B dan C adalah linier sebagai fungsi lama pemanasan (gambar 3).



Gambar 3. Grafik rerata perubahan sudut polarisasi α (\equiv sudut putar jenis elektrooptis) terhadap waktu pemanasan minyak goreng pada $\lambda = 532$ nm.

Tabel 1 berikut menampilkan berbagai nilai perubahan sudut polarisasi untuk berbagai merk minyak goreng A, B, dan C sebelum dipanasi, pada lama pemanasan 60 menit dan lama pemanasan 120 menit, untuk panjang gelombang 532 nm.

Tabel 1 Nilai perubahan sudut polarisasi minyak goreng merk A, B, dan C terhadap lama pemanasan menggunakan laser $\lambda=532$ nm

Minyak	(10^{-4}) °/kV		
	Tanpa pemanasan (0 menit)	Pemanasan (60 menit)	Pemanasan (120 menit)
A	3,89	4,22	4,44
B	4,78	5,00	5,44
C	4,89	5,56	6,11

Dari tabel, penurunan kualitas ditunjukkan dengan kenaikan nilai α . Semakin besar nilai α , semakin bertambah radikal bebas yang terbentuk. Bertambahnya radikal bebas dalam medan listrik, menambah jumlah dipol listrik terimbas. Interaksi dengan cahaya kemudian memutar sudut polarisasi semakin besar, yang ditandai sebagai berkurangnya kualitas minyak.

Kesimpulan Dan Saran

Sifat elektrooptis dapat digunakan untuk menentukan kualitas minyak goreng, dengan indikasi pada degradasi kualitas ditunjukkan oleh kenaikan perubahan sudut polarisasi cahaya. Namun demikian, nilai tersebut perlu divalidasi dengan nilai standar metode yang sudah ada, serta dibandingkan dengan sampel minyak lain yang sudah kadaluarsa dan pemanasan yang lebih lama di atas 120 menit.

Daftar Pustaka

- [1.] Sutiah, K. Sofjan Firdausi, Wahyu Setiabudi, 2008. *Studi Kualitas Minyak Goreng dengan Parameter Viskositas dan Indeks Bias*, Berkala Fisika, ISSN: 1410-9662, vol. 12, no. 2, hal: 53-58.
- [2.] Nina Widyastuti, M. Azam, K. Sofjan Firdausi, 2009, *Studi Sifat Elektrooptis pada Minyak Goreng*, Berkala Fisika, ISSN: 1410-9662, vol. 12, no. 2, hal: 63-68.
- [3.] K. Sofjan Firdausi, Ade Ika Susan, Wahyu Setiabudi, 2010, *Sifat Elektrooptis pada Minyak Goreng*, Prosiding Seminar Nasional Fisika, UNNES, ISBN: 978-602-97835-0-6, hal.: FM109-1 – 3.
- [4.] Fessenden, R. J., dan Fessenden, J. S., 1982. *Kimia Organik*, Penerbit Erlangga, Jakarta.