

## **ANALISIS KUALITAS MINYAK GORENG BERDASARKAN NILAI GRADIEN PERUBAHAN SUDUT POLARISASI MENGGUNAKAN METODE ELEKTROOPTIS**

**Ekasari dan Ketut Sofjan Firdausi**

*Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang*

*E-mail: [ekasari@st.fisika.undip.ac.id](mailto:ekasari@st.fisika.undip.ac.id)*

### **ABSTRACT**

*Palm cooking oil quality testing has been done using natural polarization and electro-optics. Tests conducted to determine the quality of oil based active optical properties of the oil. The addition of external electric field aims to get the value of the polarization angle changes each brand oil. Oil samples were tested in the form of palm oil with a variety of brand new and has ditreatmen oil for frying foodstuffs. Test parameters after the addition of external electric field gradient that is of value elektrooptis. The test results, samples of oil to the value of large polarization angle gradient changes indicated have relatively low quality. Instead gradient small polarization angle, indicating high quality oil. Elektrooptis smallest gradient value of  $0,51^\circ/kV$ , while the largest gradient value is  $0,68^\circ/kV$ .*

*Keywords: polarization, elektrooptis, oil quality*

### **ABSTRAK**

*Telah dilakukan uji kualitas minyak goreng sawit menggunakan metode polarisasi alami dan elektrooptis. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kualitas minyak berdasarkan sifat optis aktif minyak. Penambahan medan listrik luar bertujuan untuk mendapatkan nilai perubahan sudut polarisasi masing-masing merk minyak. Sampel minyak yang diuji berupa minyak sawit baru dengan berbagai merk dan minyak yang telah ditreatmen untuk menggoreng bahan makanan. Parameter uji setelah penambahan medan listrik luar yaitu berupa nilai gradient elektrooptis. Hasil pengujian, sampel minyak dengan nilai gradien perubahan sudut polarisasi besar terindikasi memiliki kualitas relatif rendah. Sebaliknya gradien sudut polarisasi kecil, mengindikasikan kualitas minyak tinggi. Nilai gradien elektrooptis terkecil sebesar  $0,51^\circ/kV$ , sementara nilai gradien terbesar yaitu  $0,68^\circ/kV$ .*

*Kata kunci : polarisasi, elektrooptis, kualitas minyak,*

### **PENDAHULUAN**

Minyak goreng merupakan salah satu kebutuhan pokok dan bahan dasar yang penting dalam proses penggorengan dengan fungsi utama sebagai medium penghantar panas, menambah rasa gurih, menambah nilai gizi, dan kalor bahan pangan [1]. Komposisi asam lemak yang menyusun minyak goreng berbeda tergantung pada sumbernya. Menurut Lawler dan Dimick (2002) minyak goreng yang berasal dari kelapa sawit terdiri dari 12 triasilgliserol utama dan tergolong unik. Hal ini disebabkan sekitar 10-15% *saturated* asil

ester berada pada posisi sn-2. Komposisi asam lemak bebas pada minyak kelapa sawit hampir 5%. Dimana komposisi jenis asam lemak bebas dalam minyak akan menentukan kualitas dan kemudahan dalam mengalami kerusakan minyak. Minyak yang mengandung banyak asam lemak tak jenuh (*unsaturated*) akan lebih mudah rusak dan tidak sesuai untuk digunakan dalam proses pemanasan suhu tinggi dalam waktu yang lama [2]. Oleh karena itu, pengetahuan mengenai komposisi asam lemak suatu jenis minyak goreng menjadi penting untuk menentukan kualitas dan kesesuaian dalam penggunaan. Hal ini terkait dengan

rendahnya kesadaran masyarakat terhadap penggunaan minyak goreng yang berkualitas baik karena masyarakat cenderung mengabaikan nilai gizi dan kesehatan. Hal ini terlihat pada penggunaan minyak goreng hingga berkali-kali pakai.

Menurut BSN, standar mutu minyak goreng meliputi bau (normal), warna (normal), kadar air dan bahan penguap < 0,15%, bilangan asam < 0,6 mgKOH/g bilangan peroksida < 10 mekO<sub>2</sub>/kg, asam linolenat dalam komposisi asam lemak < 2%, cemaran logam (kadmium < 0,2 mg/kg, timbal < 0,1 mg/kg, timah < 40mg/kg per 250 dalam kemasan kaleng, merkuri < 0,05 mg/kg) dan cemaran arsen < 0,1 mg/kg [3]. Parameter kualitas minyak goreng seperti yang diuji oleh Badan Standar Nasional (BSN) sangat banyak dan memerlukan beberapa metode serta peralatan standar. Hal ini menjadi kurang praktis dan membutuhkan waktu yang lama untuk pengujian. Sementara itu, karena adanya kebutuhan akan hasil uji secara cepat, maka memunculkan metode-metode canggih untuk menguji parameter komposisi asam lemak dan bilangan peroksida yaitu menggunakan metode FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*), GCMS (*Gas Chromatography Mass Spectrometry*) dan sebagainya. Namun, metode-metode tersebut terlalu rumit dan mahal, karena dalam pengujiannya sampel memerlukan perlakuan awal seperti penambahan beberapa pereaksi pada tahap metilasi (sampel bersifat volatil atau menguap).

Oleh karena itu, diperlukan suatu metode untuk mendeteksi kualitas berbagai jenis minyak sawit dan kualitas minyak setelah pemakaian berkali-kali dengan parameter tunggal yang lebih praktis dan cepat. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sugito dan Firdausi (2014) uji kualitas minyak berdasarkan sifat optis Triglicerida (TG) sangat dimungkinkan karena triglicerida adalah komponen utama minyak. Sedangkan TG mampu memutar bidang polarisasi tergantung komposisi asam lemak dalam TG

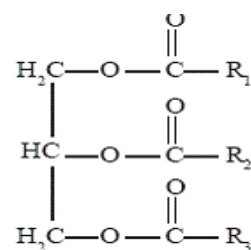
itu sendiri. Ditunjukkan bahwa sudut polarisasi berbeda-beda untuk berbagai jenis minyak [4].

Pada tulisan ini hendak diuji kualitas minyak goreng dengan tambahan medan listrik luar bersumber dari beda potensial yang dihubungkan dengan dua plat logam sejajar. Parameter yang digunakan berupa nilai gradien elektrooptis sebagai indikasi tinggi rendahnya kualitas minyak.

## DASAR TEORI

### Polarisasi Alami pada Triglicerida

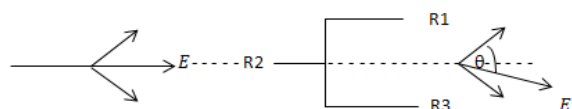
Molekul utama penyusun minyak adalah triglicerida. Sifat optis aktif murni triglicerida telah ditemukan beberapa puluh tahun yang lalu akibat keberadaan sifat tak-simetri dari molekul triglicerida [5].



Gambar 1. Struktur molekul triglicerida

### Elektrooptis

Elektrooptis atau polarisasi terimbas adalah perubahan polarisasi akibat imbas medan **E** luar. Secara umum, struktur TG dapat dilukiskan pada gambar 1. Sifat asimetri minyak karena perbedaan asam lemak R<sub>1</sub> dan R<sub>3</sub>. Disini diusulkan bahwa interaksi sederhana antara medan listrik cahaya **E** dengan molekul triglicerida yang tak simetri berakibat resultan **E'** yang berubah dari sumbu utama,



**Gambar 2.** Interaksi molekul trigliserida dengan gelombang elektromagnetik

Bila medan listrik statis yang dikenakan pada minyak memenuhi hubungan  $E = \phi/d$ , dengan  $\phi$  beda potensial dan  $d$  jarak antar plat. Besarnya perubahan sudut polarisasi sebagai fungsi beda potensial listrik diberikan oleh persamaan [6].

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

Dengan  $\theta_0$ ,  $\theta_1$ , dan  $\theta_2$  adalah masing-masing sudut polarisasi alami, koefisien linier dan kuadratis.

## METODE PENELITIAN

### A. Alat dan Bahan

Komponen utama alat pada penelitian ini adalah dua buah polarisator yang masing-masing berfungsi memilih arah medan listrik cahaya yang akan dilewatkan pada bahan transparan dan yang satu sebagai analisator untuk menentukan besar perubahan polarisasi cahaya. Selain itu, terdapat cermin yang berfungsi untuk memantulkan sinar laser menuju polarisator. Komponen yang penting lainnya yaitu sumber catu daya tegangan tinggi DC yang dilengkapi voltmeter berfungsi sebagai pembangkit medan listrik statis yang dihubungkan dengan dua plat logam sejajar berukuran 5x3 cm dan berjarak 2 cm untuk menginduksi sampel dalam kuvet. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser he-ne ( $\lambda = 633 \text{ nm}$ ) dan daya maksimal  $< 4 \text{ mW}$  yang berfungsi sebagai sumber energi yang terpolarisasi. Sementara itu, bahan penelitian yang digunakan adalah 9 sampel minyak goreng terdiri dari 5 minyak sawit baru dengan berbagai macam merk dan 1 merk minyak sawit yang telah ditreatment penggunaannya untuk 1x, 2x, 3x, dan 4x pemakaian. Sampel uji keseluruhan merk A, B, C, D, E, A1, A2, A3, dan A4. Wadah untuk tempat sampel yang akan diuji, menggunakan kuvet tipe 1 FLP Disposable Fluorometer Cuvettes yang

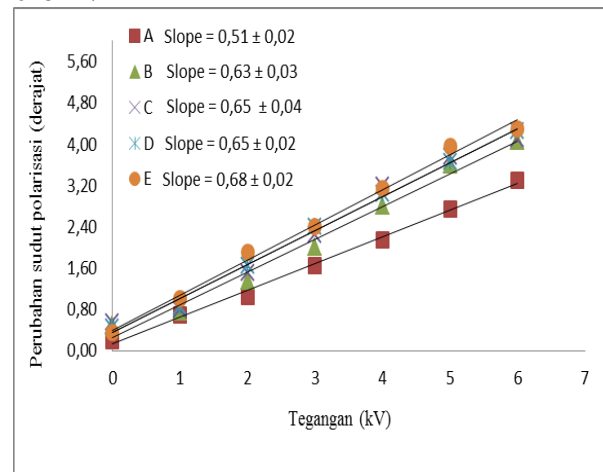
keseluruhan sisinya transparan dengan panjang lintasan optis 3 cm.

### B. Prosedur Penelitian

Persiapan alat, sampel yang akan diuji, kalibrasi alat tanpa dan dengan kuvet. Pemberian variasi tegangan 0-6 kV pada semua sampel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perubahan Sudut Polarisasi ( $\Delta\theta$ ) pada Minyak Goreng dengan Variasi Tegangan 0-6 kV

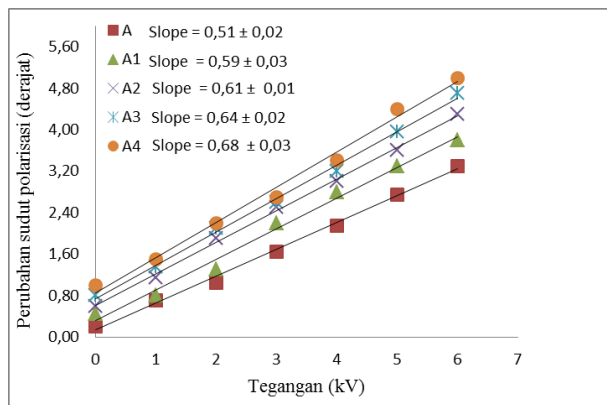


**Gambar 3.** Perubahan sudut polarisasi terhadap kenaikan tegangan dari 0-6 kV pada minyak goreng A, B, C, D, dan E

Gambar 3. menunjukkan perubahan sudut polarisasi cahaya ( $\Delta\theta$ ) terhadap tegangan (V) pada minyak sawit. Berdasarkan gambar tersebut, dapat diketahui jika minyak sawit berbagai macam merk memiliki nilai perubahan sudut yang berbeda-beda. Pada saat tegangan 0 kV perubahan sudut polarisasi masih relatif kecil dan perbedaan sudut antara minyak yang satu dengan minyak yang lain juga kecil. Pemberian tegangan pada sampel minyak ternyata meningkatkan nilai perubahan sudut polarisasi yang cukup besar. Hal ini disebabkan, sampel minyak goreng yang telah dikenai medan eksternal akan mengalami distorsi awan elektron yaitu keadaan dimana

elektron mengumpul pada salah satu sisi atom atau molekul. Peristiwa ini menimbulkan dipol sesaat pada atom tersebut, sehingga terjadi polarisasi.

**Perbandingan Perubahan sudut polarisasi antara Minyak Goreng A dengan Minyak Goreng A1, A2, A3, dan A4**

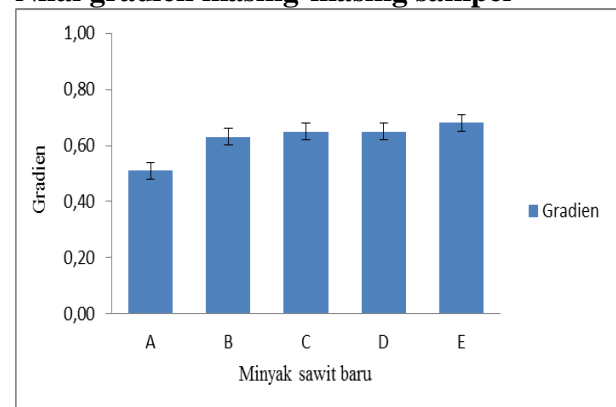


**Gambar 4.** Nilai perubahan sudut polarisasi pada minyak goreng A, A1, A2, A3, dan A4.

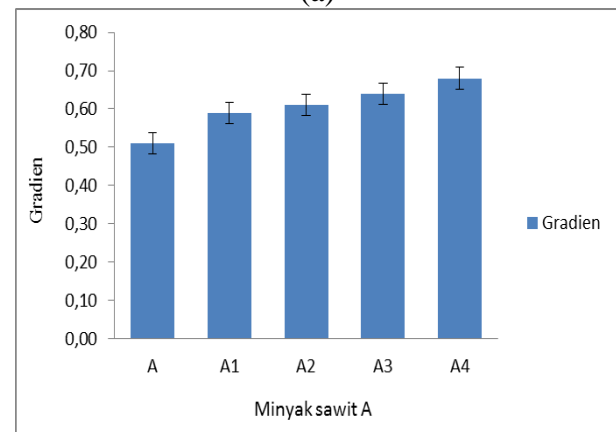
Gambar 4. menunjukkan bahwa antara minyak sawit A dengan minyak yang telah digunakan untuk menggoreng 1x, 2x, 3x, dan 4x memiliki nilai perubahan sudut polarisasi yang berbeda-beda. Minyak goreng yang telah berkali-kali digunakan memiliki perubahan sudut polarisasi lebih besar dibandingkan minyak yang masih baru. Hasil perubahan sudut polarisasi yang besar ini, mengindikasikan minyak goreng tersebut memiliki kualitas yang rendah. Selama proses pemanasan dimungkinkan terdapat molekul-molekul lain yang masuk ke dalam minyak goreng. Molekul-molekul bebas yang masuk tersebut lebih dapat menanggapi medan listrik yang diberikan dibandingkan dengan molekul dalam minyak itu sendiri. Selain itu, karena pemanasan menyebabkan molekul-molekulnya mendapatkan tambahan energi sehingga molekul tersebut akan berosilasi lebih cepat.

Osilasi yang terjadi akan menghasilkan tegangan geser yang dapat memperlemah ikatan intermolekuler dan mengakibatkan susunan molekul minyak menjadi renggang. Pada molekul minyak goreng yang renggang terjadi gaya Van der Waals yang relatif lemah, sehingga molekul minyak akan lebih mudah bergerak dan dipengaruhi oleh medan listrik luar.

**Nilai gradien masing-masing sampel**



(a)



(b)

**Gambar 5.** Nilai gradien semua sampel

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian, perubahan sudut polarisasi cenderung linier terhadap beda potensial dalam rentang 0 - 6 kV. Minyak sawit baru dengan nilai gradien perubahan sudut polarisasi terkecil menjadi

indikasi kualitas minyak tinggi, sehingga berdasarkan penelitian ini kualitas minyak dari paling tinggi ke rendah yaitu A, B, C, D, dan E. Sementara, minyak sawit A yang telah ditreatmen dengan nilai gradien perubahan sudut polarisasi terkecil menjadi indikasi kualitas minyak tinggi, sehingga berdasarkan penelitian ini kualitas minyak dari paling tinggi ke rendah yaitu A, A1, A2, A3, dan A4.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ketaren, S., (2005), *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI-Press.
- [2] Lawler, P.J. dan P.S. Dimick.,(2002), *Crystallization and polymorphism of fats*. In: Akoh, C.C dan D.B. Min (eds). *Food Lipids Chemistry, Nutrition, and Biotechnology second edition*. Marcel Dekker, Inc., New York.
- [3] Badan Standar Nasional ICS 67.200.10. 2013. *Syarat Mutu Minyak Goreng SNI 3741: 2013*. Jakarta.
- [4] Sugito, H dan Firdausi, K., ( 2014), *Natural Polarization and Electrooptics Comparison for Evaluation of Cooking Oil Total Quality*, *Berkala Fisika*, Vol.22(4): 102-1,
- [5] Kuksis, A, 2012, *Fatty Acid and glycerides*, Springer Science & Business Media.
- [6] Firdausi, K. S dan Susan, A.I., (2012), *Penentuan Nilai Polarisabilitas Tak linier pada Minyak Sawit Menggunakan Metode Elektroopti*, *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXV HFI Jateng dan DIY*, hal 201.