

# EVALUASI KUALITAS MUTU MINYAK GORENG MENGGUNAKAN POLARISATOR TERPADU BERDASARKAN METODE FLUORESENSI ELEKTROOPTIK

Heri Sugito<sup>1)</sup>, K. Sofjan Firdausi<sup>2)</sup>, Nidia Kharisma Putri<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup> Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang  
E-mail: herinuha@gmail.com

## Abstrak

Evaluasi kualitas mutu minyak goreng menggunakan polarisator terpadu berdasarkan metode polarisasi fluoresens telah dilakukan. Polarisator terpadu menggunakan sumber cahaya laser hijau dengan panjang gelombang  $532 \pm 10$  nm. Pengukuran dilakukan dengan mengamati perubahan sudut polarisasi fluoresens yang terjadi ketika tanpa diberikan medan listrik luar dan dengan pemberian medan listrik luar yang dihasilkan dari dua plat tembaga yang diberikan tegangan 0-6 kV. Sampel yang digunakan adalah minyak goreng baru dan minyak goreng kadaluwarsa, minyak goreng sawit yang telah terkontaminasi minyak ayam dan minyak babi. Hasil pengujian menunjukkan Perubahan sudut polarisasi pada minyak goreng kadaluwarsa akan lebih besar dibandingkan minyak goreng baru, demikian juga perubahan sudut polarisasi transmisi pada minyak goreng sawit yang telah terkontaminasi dengan minyak babi akan lebih besar dibandingkan dengan minyak goreng sawit murni dan minyak goreng sawit yang terkontaminasi minyak ayam. Hal tersebut dikarenakan kandungan asam lemak jenuh pada minyak babi lebih besar daripada minyak goreng sawit murni dan minyak ayam. Dengan hasil tersebut, metode polarisasi fluoresens diharapkan dapat menjadi metode untuk evaluasi kehalalan minyak goreng.

**Kata kunci:** Polarisasi fluoresens, Elektrooptis, Kualitas Mutu Minyak Goreng.

## Abstract

*Evaluation of quality of cooking oil using integrated polarizer based on fluorescence polarization method has been carried out. Integrated polarizer used a green laser with a wavelength of  $532 \pm 10$  nm. Measurements were made by observing changes in fluorescence polarization angles that occurs when without an external electric field and with the provision of an external electric field produced from two copper plates given a voltage of 0-6 kV. The samples used were new cooking oil and expired cooking oil, palm cooking oil that has been contaminated by chicken oil and lard. The test results show that the change in polarization angle on cooking oil expires is greater than the new cooking oil, as well as changes in the polarization angle in palm cooking oil that has been contaminated by lard is greater than pure palm cooking oil and palm cooking oil. This indicates that the saturated fatty acid content in lard is greater than that of pure palm cooking oil and chicken oil. With these results, the fluorescence polarization method is expected to be a method for evaluating halal cooking oil.*

**Keywords:** fluorescence Polarization, Electro-optics, Quality of Cooking Oil

## 1. PENDAHULUAN

Pentingnya minyak goreng untuk dikonsumsi oleh masyarakat menjadikan minyak goreng perlu diwaspadai kualitasnya. Masa kadaluwarsa disertai bau “tengik” terutama pada pemakaian yang berulang-ulang, merupakan salah satu faktor yang selama ini khususnya di Indonesia, belum begitu banyak diperhatikan oleh masyarakat. Menurut Badan Standarisasi Nasional (2013), pengukuran kualitas minyak goreng didasarkan pada parameter-parameter seperti bau, rasa, warna, kadar air, bilangan asam, asam linoleat, dan cemaran logam (Pb, Hg, Cu, As) yang masing-masing parameter tersebut diuji dengan peralatan yang berbeda.

Pengujian mutu minyak hanya dengan menggunakan satu parameter berupa terbentuknya komponen polar dapat dilakukan dengan metoda-metoda seperti kromatografi, sensor dielektrik, NMR, dan NIR (Hein

dkk, 1998). Sedangkan Sangdehi (2005) dan Yavari dkk (2009) meneliti pembentukan molekul polar, timbulnya asam lemak bebas selama penggunaan, dan perubahan viskositas setelah minyak habis pakai, menggunakan spektroskopi VIS-NIRS. Gerde dkk (2007) juga telah melakukan penyelidikan degradasi minyak berdasarkan terbentuknya komponen polar, asam lemak bebas, dan *asam dienoic* menggunakan NIR Spectroscopy, sebagai perangkat tercepat.

Pemanfaatan *Differential Scanning Calorimetric* (DSC) telah digunakan untuk menyelidiki degradasi mutu minyak akibat oksidasi termal (Vittadini dkk, 2005) dan untuk mendeteksi terbentuknya komponen polar, perubahan sifat termal, serta perubahan komposisi kimiawi lainnya (Tan and Man, 1999).

Peralatan *chemosensory* yang digunakan di industri makanan sebagai alat pengontrol dan monitoring, serta FTIR-ATR juga dimanfaatkan untuk

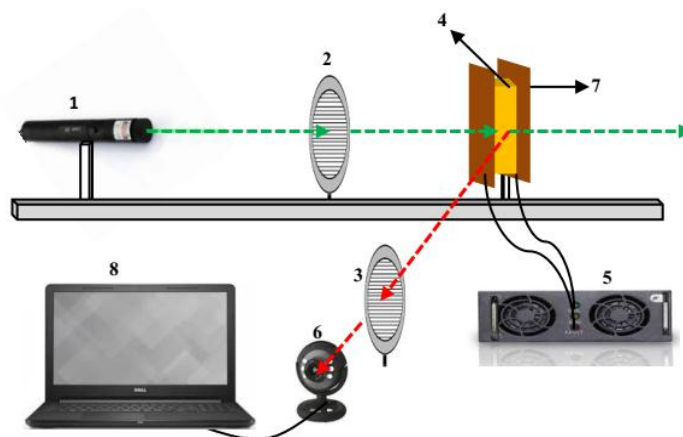
menentukan mutu minyak goreng berdasarkan tingkat kadaluarsa (bersifat tengik) menggunakan parameter-parameter konstanta dielektrik, bilangan peroksida, dan terbentuknya asam lemak bebas (Innawong dkk, 2004).

Ide penyelidikan mutu minyak goreng berdasarkan sifat elektrooptis dimulai dengan studi awal oleh Firdausi dkk (2008) yang menggunakan gelombang RF, dan Widyastuti dkk. (2009) yang menggunakan medan listrik statis. Sifat yang sangat unik ternyata diperoleh saat terjadinya perubahan sudut polarisasi ketika seberkas cahaya dilewatkan ke minyak yang diletakkan dalam medan listrik statis. Sudut polarisasi  $\theta$  cenderung kuadratis terhadap besar medan listrik  $E$  yang dikenakan pada minyak. Hasil tersebut diperkuat oleh Firdausi dkk (2011), dengan metode yang sama, ternyata diperoleh bahwa perbedaan elektrooptis tidak hanya pada minyak yang baru dan yang telah dipanaskan, melainkan juga terdapat perbedaan antar jenis minyak kemasan yang satu dengan yang lain.

Banyaknya parameter yang harus diuji beserta metode yang sangat variatif, menambah kompleksitas pengujian minyak goreng. Selain itu, kebanyakan peralatan yang sudah ada tergolong mahal harganya. Untuk itu perlu dibangun sebuah sistem peralatan yang sederhana namun handal yang dapat digunakan untuk uji kualitas pada minyak goreng yang lebih mudah, singkat, akurat, dengan harga relatif lebih murah. Pada perancangan alat ini digunakan metode fluoresens berdasarkan sifat elektrooptis bahan, yang diindikasikan dengan perubahan sudut polarisasi cahaya ketika sampel diberi medan listrik luar.

## 2. METODE PENELITIAN

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari peralatan utama dan peralatan pendukung. Peralatan utama tersusun atas 1) sumber cahaya menggunakan laser hijau dengan panjang gelombang  $532 \pm 10$  nm, 2) polarisator yang berfungsi memilih arah medan listrik dari sumber cahaya yang dilewatkan pada sampel dengan skala  $0^\circ$  sampai  $360^\circ$ , 3) analisator yang berfungsi untuk mengukur perubahan sudut polarisasi cahaya setelah melewati sampel dengan skala  $0^\circ$  sampai  $360^\circ$ , 4) Kuvet yang berfungsi sebagai wadah dari sampel yang akan diuji. Kuvet yang digunakan keseluruhan memiliki sisi transparan dengan panjang lintasan optis 3 cm, 5) Sumber catu daya tegangan tinggi DC yang berfungsi sebagai pembangkit medan listrik statis dengan tegangan 0-6 kV, 6) Kamera berfungsi untuk menangkap berkas sinar laser setelah berinteraksi dengan sampel dan melewati analisator, 7) Dua plat logam sejajar dengan ukuran 3x5 dan berjarak 2 cm yang berfungsi untuk menginduksi sampel, 8) PC untuk mengamati perubahan sudut polarisasi. Sedangkan peralatan pendukung yang digunakan dalam penelitian terdiri dari multimeter digital yang berfungsi untuk melihat tegangan dari sumber catu daya, *furnace* atau juga sering disebut dengan tungku pembakaran adalah perangkat yang digunakan untuk memanaskan sampel, gelas beker dengan volume 50 ml yang berfungsi sebagai wadah sampel ketika dipanaskan. Gambar 1 menunjukkan alat polarisator terpadu untuk evaluasi mutu minyak goreng berdasarkan metode fluoresens elektrooptik.



Gambar 1. Polarisator terpadu

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak goreng yang sudah kadaluarsa (sampel A), minyak goreng baru (sampel B), minyak goreng di campur minyak ayam (sampel C) dan minyak goreng dicampur minyak babi (sampel D). Pengujian sampel dilakukan melalui pengamatan perubahan sudut

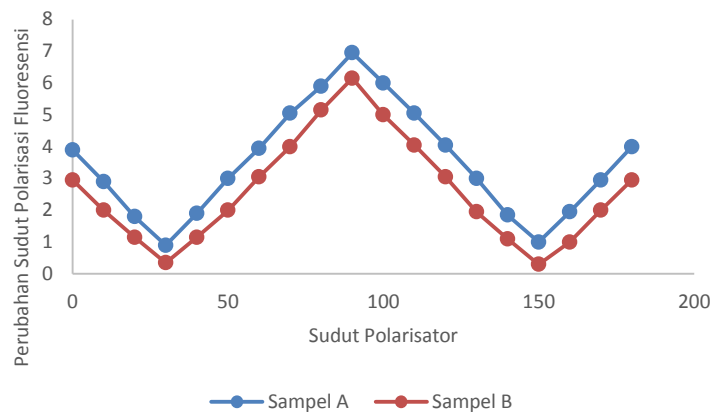
polarisasi dengan memberikan tegangan 0-6 kV pada plat logam sejajar

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

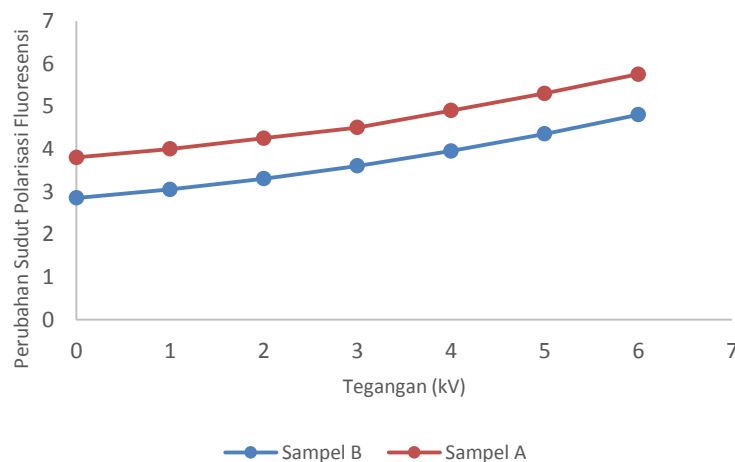
### Pengujian Sampel A dan sampel B

Fluoresens adalah pancaran atau emisi gelombang elektromagnetik oleh suatu zat setelah penyerapan gelombang elektromagnetik yang lainnya. Berkas sinar fluoresens yang dipancarkan akan memiliki panjang gelombang yang lebih besar dibandingkan dengan panjang gelombang dari gelombang elektromagnetik awal. Berkas cahaya laser hijau yang dilewatkan

polarisator akan mengenai sampel sehingga terjadi fluoresens, berkas fluoresens inilah yang akan diamati. Hasil pengamatan pada gambar 2 dan gambar 3, menunjukkan bahwa sampel A (minyak goreng kedaluwarsa) menunjukkan perubahan sudut polarisasi yang lebih besar dibandingkan dengan sampel B (minyak goreng layak pakai).



Gambar 2. Perubahan sudut polarisasi fluoresens sampel A dan sampel B tanpa pemberian tegangan



Gambar 3. Perubahan sudut polarisasi fluoresens sampel A dan sampel B dengan pemberian tegangan 0-6 kV

Perubahan sudut polarisasi fluoresens memiliki perbedaan yang cukup besar jika dibandingkan dengan perubahan sudut pada polarisasi transmisi. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Simbolon (2016) dijelaskan bahwa perbedaan tersebut dapat dipengaruhi oleh besarnya intensitas fluoresens dan sifat optis aktif yang dimiliki molekul trigliserida minyak.

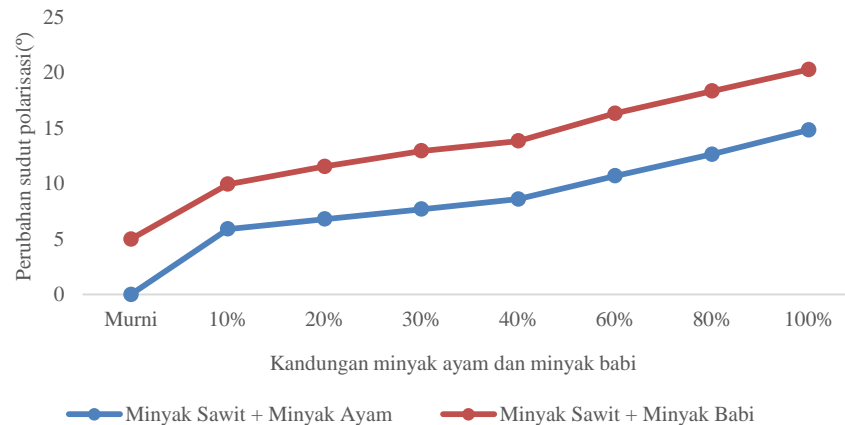
Febriyanto (2016) telah melakukan penelitian mengenai perubahan sudut putar elektrooptis pada fluoresens minyak goreng sawit. Dapat diketahui

minyak goreng sawit dengan mutu yang buruk memiliki nilai perubahan sudut yang lebih besar jika dibandingkan dengan minyak goreng sawit yang memiliki mutu yang baik, perubahan sudut putar tersebut dipengaruhi oleh jumlah asam lemak yang terkandung dalam minyak. Perubahan sudut polarisasi mengindikasikan adanya hubungan antara polarisasi dengan asam lemak sebagai komponen utama dari molekul trigliserida pada minyak goreng, hal ini telah dilakukan Firdausi dkk (2016) dengan uji Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC-MS).

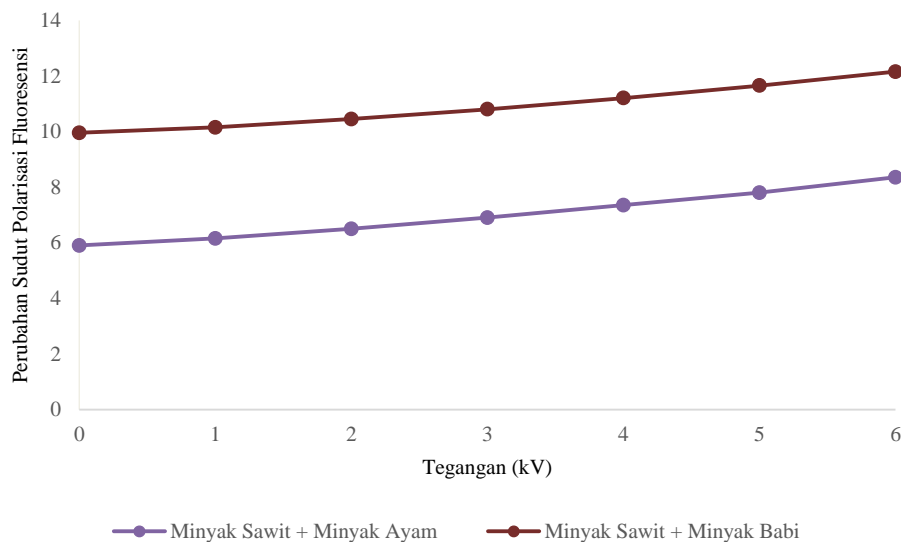
### Pengujian Sampel C dan Sampel D

Pada tahap ini dilakukan pengamatan perubahan sudut polarisasi fluoresens non-elektrooptis dan elektrooptis pada sampel yang dicampur dengan minyak ayam (sampel C) dan sampel yang dicampur dengan minyak babi (sampel D). Pada penelitian ini digunakan sumber cahaya laser hijau dengan panjang gelombang ( $532 \pm 10$ ) nm. Berkas cahaya laser hijau

yang dilewatkan polarisator akan mengenai sampel (minyak goreng) sehingga terjadi fluoresens, berkas fluoresens inilah yang diamati. Hasil pengamatan pada Gambar 4 dan gambar 5 menunjukkan bahwa minyak sawit yang telah terkontaminasi oleh minyak babi menunjukkan perubahan sudut polarisasi yang lebih besar dibandingkan dengan minyak sawit yang terkontaminasi dengan minyak ayam.



Gambar 4. Perubahan sudut polarisasi fluoresens tanpa pemberian tegangan



Gambar 5. Perubahan sudut polarisasi fluoresens dengan pemberian tegangan

Dari gambar 4, dapat diketahui bahwa perubahan sudut polarisasi transmisi pada minyak goreng sawit yang telah terkontaminasi minyak hewani lebih besar dibandingkan dengan minyak goreng sawit murni dan minyak goreng sawit yang terkontaminasi oleh minyak babi memiliki perubahan sudut polarisasi yang lebih besar daripada minyak goreng sawit yang tercemar oleh minyak ayam, dan semakin besar kandungan

minyak hewani pada minyak goreng sawit maka perubahan sudut polarisasinya akan semakin meningkat.

Selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap perubahan sudut polarisasi fluoresens elektrooptik dengan memberikan tegangan 0-6 kV. Hasil penelitian menunjukkan grafik perubahan sudut polarisasi yang

berubah secara kuadratis terhadap besarnya medan listrik, hasil ini sama seperti pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Firdausi, dkk (2012), kenaikan kuadratis ini diakibatkan karena keberadaan awal radikal bebas dan terbentuknya radikal bebas ketika dikenai oleh medan listrik luar. Hasil perubahan sudut transmisi elektrooptis dapat dilihat pada Gambar 5. Pemberian tegangan pada polarisasi akan menimbulkan medan listrik yang akan mengimbas molekul-molekul minyak. Medan listrik ini akan berinteraksi dengan medan listrik dari sumber cahaya sehingga menghasilkan resultan medan listrik yang menyebabkan perubahan sudut polarisasi yang lebih besar dibandingkan dengan polarisasi alami.

#### 4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa metode polarisasi fluoresens telah berhasil membedakan beberapa sampel yaitu minyak goreng baru dengan minyak goreng kadaluwarsa, dan minyak goreng sawit yang terkontaminasi atau tercampur dengan minyak ayam dan minyak babi. Perubahan sudut polarisasi pada minyak goreng kadaluwarsa akan lebih besar dibandingkan minyak goreng baru, demikian juga perubahan sudut polarisasi transmisi pada minyak goreng sawit yang telah terkontaminasi dengan minyak babi akan lebih besar dibandingkan dengan minyak goreng sawit murni dan minyak goreng sawit yang terkontaminasi minyak ayam. Dengan hasil tersebut, metode polarisasi transmisi diharapkan dapat menjadi metode untuk evaluasi kehalalan minyak goreng.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional ICS 67.200.10. 2013. (2013). *Syarat Mutu Minyak Goreng, sni 3741: 2013*. Jakarta.

Febriyanto, A.N. (2016). Studi Sifat Elektrooptis Pada Fluoresensi Menggunakan Sampel Minyak Sawit. *Sripsi*, Universitas Diponegoro, Semarang.

Firdausi, K. S., Istianah, dan Marhaendrajaya, I. (2008) Studi Pengaruh Medan Radio Frekuensi (RF) pada Minyak Goreng. *Berkala Fisika*, 11, 1, 1-4.

Firdausi, K.S., Sugito, H., Ekasari., Rahmawati, H., Putranto, A.B. (2016). The Relationship Between Electro-optics Gradient and Fatty Acids Composition in a New Investigation on Palm Oil Quality, *Proceeding 6th ISNPINSA 2016*, Universitas Diponegoro, Semarang

Firdausi, K.S., Susan, A.I., dan Triyana, K. (2012). An Improvement Of New Test Method For Determination Of Vegetable Oil Quality Based On Electrooptics Parameter. *Berkala Fisika*, 15, 3, 77-86.

Firdausi, K. S., Susan, A. D., Setiabudi, W. (2010). Sifat Elektrooptis pada Minyak Goreng. *Prosiding Seminar Fisika Nasional*, Universitas Negeri Semarang.

Gerde, J. A., Hardy, C. L., Hurburgh Jr, C. R., and White, P. J. (2007). Rapid Determination of Degradation in Frying Oils with Near-Infrared Spectroscopy. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 84, 519-522.

Innawong, B., Mallikarjunan, P., Irudayaraj, J., and Marcy, J. E. (2004). The Determination of Frying Oil Quality Using Fourier Transform Infrared Attenuated Total Reflectance. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 37, 1, 23-28.

Sangdehi, S. K. (2005). Quality Evaluation of Frying Oil and Chicken Nuggets using Visible/Near Infrared Hyper-Spectral Analysis. *MSc-Thesis*, Department of Bioresource Engineering, McGill University, Montreal, Quebec, Canada.

Simbolon, N. (2016). Studi Polarisasi Oleh Fluoresensi dengan menggunakan Sampel Minyak Goreng. *Sripsi*, Universitas Diponegoro, Semarang.

Tan, C. P., and Man, Y. B. C. (1999). *Quantitative Differential Scanning Calorimetric Analysis for Determining Total Polar Compounds in Heated Oils*. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76, 9, 1047-1057.

Vittadini, e., Lee, J. H., Frega, N. G., Min, D. B., and Vodovotz, Y. (2003). DSC Determination of Thermally Oxidized Olive Oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 80, 6, 533-537.

Widyastuti, N., Azam, M., dan Firdausi, K. S. (2009). Studi Sifat elektrooptis pada Minyak Goreng. *Berkala Fisika*, 12, 2, 135-138.

Yavari, A. A., Hamed, M., and Haghbin, S. (2009). Investigation of Frying Oil Quality Using VIS/NIR Hyperspectral Analysis. *Journal of American's Oil Chemistry Society*, 86, 941-947.