

## STUDI POLARISASI FLUORESENSI MENGGUNAKAN SAMPEL MINYAK SAWIT

Aziel Nimrod Febriyanto, K. Sofjan Firdausi

Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

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

### ABSTRACT

*This study was conducted to compare the changes in fluorescence polarization angle for fresh cooking palm oil, expired or used cooking oils with electrooptic method. The samples are one brands with a variety of palm cooking oil expired, two fresh palm cooking oil samples and two samples of used cooking oil. Used a green laser with a wavelength of 532 nm as light source. The results showed that most small changes in polarization angle experienced by the samples of fresh oil then becomes greater for expired and used cooking oil samples. The biggest polarization angle changes occur in used cooking oils and oil expired that shows the low quality of the sample. The results showed that the polarization by fluorescence is possible to be used as a complementary test oil quality parameter.*

*Keywords: cooking palm oil, used cooking oils, fluorescence, polarization.*

### ABSTRAK

*Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan perubahan sudut polarisasi pada fluoresensi minyak goreng sawit layak pakai, kadaluarsa maupun minyak jelantah. Sampel yang digunakan adalah 1 merk minyak goreng sawit dengan variasi masa kadaluarsa, 2 sampel minyak goreng sawit baru dan 2 sampel minyak goreng jelantah. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser hijau dengan panjang gelombang 532 nm. Hasil pengamatan menunjukkan perubahan sudut polarisasi paling kecil dialami oleh sampel minyak baru dan semakin besar untuk sampel minyak kadaluarsa dan jelantah. Sampel dengan perubahan sudut polarisasi fluoresens paling besar dialami oleh minyak jelantah dan minyak kadaluarsa yang menunjukkan rendahnya mutu sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa polarisasi oleh fluoresensi memungkinkan dijadikan parameter pelengkap uji kualitas minyak.*

*Kata kunci: minyak goreng sawit, minyak jelantah, fluoresensi, polarisasi.*

### PENDAHULUAN

Minyak goreng adalah satu di antara sembilan bahan pokok masyarakat Indonesia menurut keputusan Menteri Industri dan Perdagangan no. 115/mpp/kep/2/1998 tanggal 27 Februari 1998. Minyak goreng yang umumnya digunakan adalah jenis minyak sawit. Minyak sawit dihasilkan dari buah dan inti benih pohon kelapa sawit *Elaeis guineensis*, yang habitat aslinya berasal dari Afrika Barat [1].

Menurut Hasibuan (2012), minyak sawit harus memiliki mutu yang baik dan disesuaikan dengan karakteristiknya sebelum digunakan menjadi beberapa produk olahan. Produk pangan lebih dititikberatkan pada titik leleh dan kandungan lemak padat sedangkan produk non pangan pada komposisi asam lemak.

Beberapa karakteristik penting dari minyak/lemak diantaranya adalah kandungan asam lemak dan distribusinya dalam triasilgliserol (TAG), kadar air, kadar asam lemak bebas, profil *solid fat content* (SFC) dan titik lelehnya (*slip melting point*). Sifat-sifat tersebut juga menggambarkan mutu minyak dan kemungkinan penggunaannya sebagai bahan baku proses pengolahan tertentu untuk membentuk produk tertentu. [2].

Berbeda dari beberapa metode untuk uji mutu minyak goreng berdasarkan parameter fisiko-kimianya, penelitian yang dilakukan oleh Firdausi dkk (2012), serta Sugito dan Firdausi (2014), memberikan sebuah solusi parameter tunggal dengan menggunakan sifat elektrooptis dari radikal bebas yang dilepaskan oleh molekul trigliserida yang menjadi penyebab penurunan mutu minyak goreng. Bila dibandingkan

dengan uji mutu minyak konvensional yang rumit dan mahal, metode elektrooptis jauh lebih praktis dan akurat [3].

Penerapan metode elektrooptis pada kasus hamburan dan fluoresensi hingga saat ini juga belum banyak dilakukan. Sejauh ini belum ada penelitian yang dilakukan terkait dengan perubahan spektrum akibat fluoresensi pada minyak goreng. Sehingga di sini sangat menarik untuk mengetahui sifat elektrooptis bekerja pada kasus fluoresensi dengan sampel minyak goreng, kondisi atmosfer. Penelitian ini akan mengukur perubahan sudut putar elektrooptis fluoresensi berbagai jenis mutu minyak sawit sehingga diharapkan dapat digunakan untuk studi lebih lanjut mengenai mutu minyak sawit.

## DASAR TEORI

### Hukum Malus

Ketika arah getaran polarisator dan analisator sejajar, cahaya yang ditransmisikan akan terdiri dari gelombang terpolarisasi linear dengan radiasi yang setara dengan radiasi awal. Jika analisator ini sekarang diputar terhadap polarisator, radiasi yang ditransmisikan akan berkurang sesuai dengan hukum Malus:

$$I = I_0 \cos^2 \theta \quad (1)$$

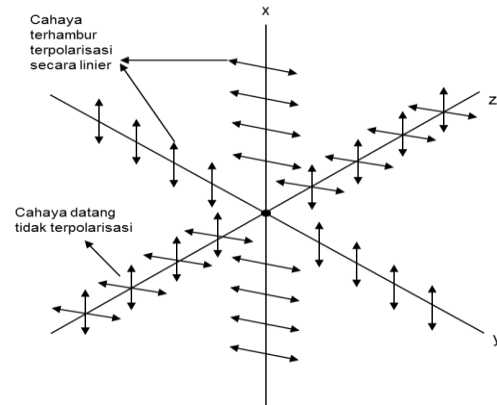
dengan  $I_0$  adalah radiasi awal dan  $\theta$  adalah sudut antara arah getaran polarisator dan analisator. Gelombang datang akan terpolarisasi linear dalam bidang yang sesuai dengan arah getaran analisator [4].

### Polarisasi akibat Hamburan

Ketika cahaya mengenai materi, elektron dalam materi dapat menyerap dan memancarkan cahaya kembali. Penyerapan dan pemancaran kembali cahaya oleh elektron dalam molekul gas yang membentuk udara menyebabkan sinar matahari mencapai pengamat di Bumi dengan cahaya terpolarisasi sebagian. Efek ini disebut hamburan [5].

Polarisasi oleh hamburan dapat dipahami dengan memikirkan molekul yang menyerap sebagai antena dipol-listrik yang

memancarkan gelombang dengan intensitas maksimum dalam arah tegak lurus ke antena dengan vektor medan listrik sejajar dengan antena dan intensitas nol dalam arah sepanjang antena.

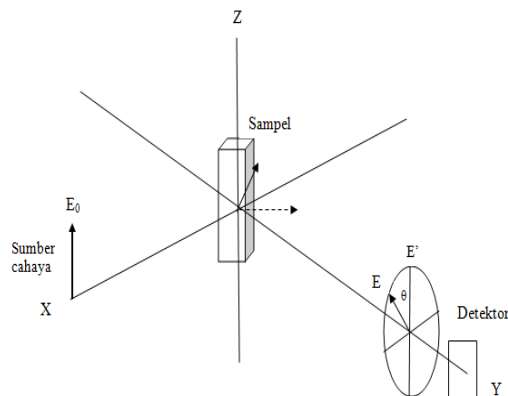


**Gambar 1.** Polarisasi oleh hamburan [6]

Gambar 1 menunjukkan seberkas cahaya tak terpolarisasi sepanjang sumbu z, mengenai pusat hamburan pada titik asal. Medan listrik berkas cahaya memiliki komponen di kedua sumbu x dan arah y tegak lurus arah gerakan dari sinar. Bidang ini mengatur osilasi dari pusat hamburan baik di arah x dan y, tetapi tidak dalam arah z. Osilasi pusat hamburan dalam arah x menghasilkan cahaya sepanjang sumbu y tetapi tidak sepanjang sumbu x, yang berada di sepanjang garis osilasi. Cahaya tersebar sepanjang sumbu y terpolarisasi dalam arah x. Demikian pula, cahaya tersebar sepanjang sumbu x terpolarisasi di arah y [6].

### Fluoresensi

Jika zat padat atau cair disinari dengan kuat oleh cahaya yang mampu diserap, kemungkinan akan menyebabkan emisi sinar fluoresen. Menurut hukum Stokes, panjang gelombang cahaya fluoresen selalu lebih panjang dari cahaya yang diserap. Sebuah solusi dari fluoresen dalam air akan menyerap sebagian cahaya biru dan akan berpendar dengan cahaya dari rona kehijauan [7].



**Gambar 2.** Skema proses fluoresensi

Gambar (2) menunjukkan bahwa intensitas hamburan pada fluoresensi tidak bergantung pada arah pengamatan. Persamaan (4) menunjukkan besar intensitas fluoresensi terpolarisasi menurut medan listrik  $E$  dengan  $c$  adalah konstanta kesebandingan,  $E_0$  adalah medan listrik awal dan  $\theta$  adalah sudut polarisasi.

$$E = cE_0 \cos\theta \quad (4)$$

### Minyak Sawit

Minyak sawit dihasilkan dari buah dan inti benih pohon kelapa sawit *Elaeis guineensis*, yang habitat aslinya berasal dari Afrika Barat [1]. Minyak kelapa sawit sendiri adalah jenis minyak nabati yang digunakan di seluruh dunia dalam makanan olahan seperti minyak, mie instan, coklat, es krim dan margarin memasak. Produk turunan dari minyak kelapa sawit juga digunakan dalam kosmetik, sabun, shampoo dan deterjen. Minyak kelapa sawit juga bisa digunakan sebagai biofuel [8].

Menurut Hasibuan (2012), minyak sawit harus memiliki mutu yang baik dan disesuaikan dengan karakteristiknya sebelum digunakan menjadi beberapa produk olahan. Produk pangan lebih dititikberatkan pada titik leleh dan kandungan lemak padat sedangkan produk non pangan pada komposisi asam lemak. Standar mutu minyak goreng di Indonesia mengacu pada SNI dilampirkan.

## METODE PENELITIAN

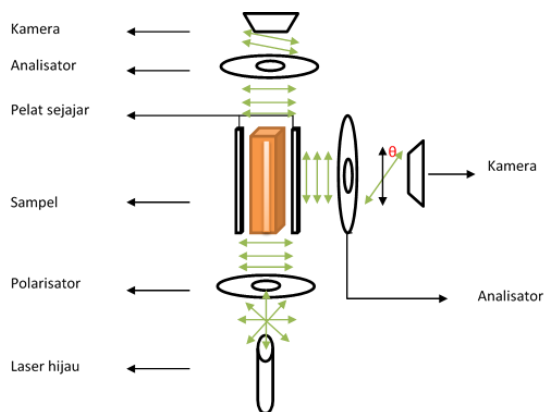
### Kalibrasi dan Pengambilan Data

Pada tahap kalibrasi dilakukan dengan membuat larutan gula dengan variasi konsentrasi 1%, 5%, 10%, 20 %, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% dan 80%. Kemudian larutan gula tersebut diletakkan dalam kuvet dan mengamati perubahan sudut polarisasinya di analisator. Uji linieritas perubahan sudut polarisasi pada larutan gula ini dilakukan dengan menggunakan 2 sumber cahaya laser, yaitu laser pointer hijau kelas 2 dengan panjang gelombang 530 nm dan laser pointer warna merah panjang gelombang 650 nm.

Pengambilan data awal dilakukan dengan mengamati perubahan sudut polarisasi pada 1 jenis minyak goreng sawit kemasan dengan variasi 5 tanggal kadaluarsa berbeda. Sampel minyak yang digunakan diletakkan dalam kuvet dan mengamati perubahan sudut polarisasinya di analisator. Uji perubahan sudut polarisasi dilakukan menggunakan laser hijau.

Tahap selanjutnya dilakukan pengamatan perubahan sudut polarisasi oleh fluoresensi pada 2 minyak goreng sawit baru dan dibandingkan terhadap 2 minyak jelantah sawit. Sampel minyak yang digunakan diletakkan dalam kuvet dan mengamati perubahan sudut polarisasinya di analisator

Pengamatan hamburan dan fluoresensi dilakukan dengan menggunakan seperangkat polarimeter yang terdiri dari laser hijau, polarisator, sebuah analisator yang diletakkan parallel dengan polarisator, sebuah analisator yang diletakkan tegak lurus dengan polarisator, kamera, kuvet sampel, dan pelat sejajar untuk menghasilkan medan listrik.



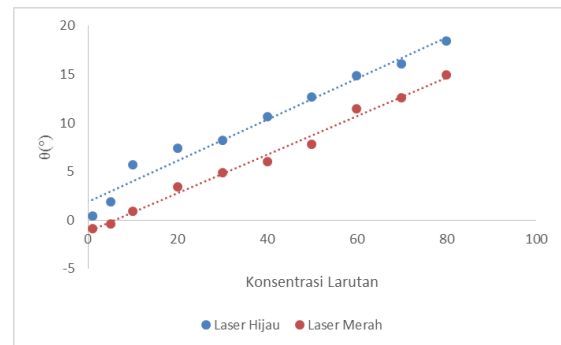
**Gambar 3.** Skema rangkaian alat

Pengamatan perubahan sudut polarisasi oleh hamburan dan fluoresensi dilakukan dengan menggunakan analisator yang diletakkan tegak lurus polarisator. Berkas emisi cahaya dari fluoresen sampel maupun hamburan, ditangkap oleh kamera yang dihubungkan ke laptop sehingga dapat diamati dengan jelas perubahan sudutnya.

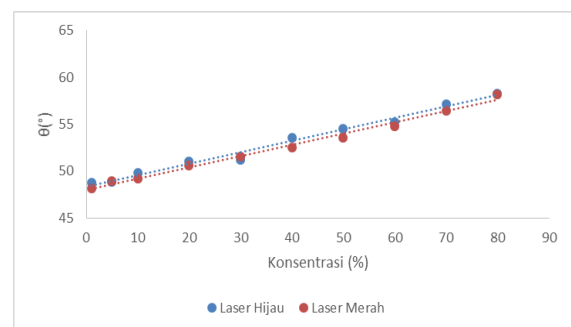
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Linearitas Perubahan Sudut Polarisasi Larutan Gula**

Sampel yang diamati dalam pengujian ini adalah larutan gula dengan variasi konsentrasi gula terhadap 100 ml air, yaitu 1%, 5%, 10%, 20 %, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% dan 80%. Pengujian dilakukan selama 2 hari. Hari pertama diamati perubahan sudut polarisasi secara transmisi dan hari kedua pengamatan dilakukan terhadap besar sudut hamburan cahaya. Keduanya menggunakan 2 jenis laser sebagai sumber cahaya yaitu laser hijau kelas 2 dengan panjang gelombang 532 nm ±10 dan laser merah kelas 3 panjang gelombang 650 nm ±10. Data hasil penelitian yang menunjukkan perubahan sudut polarisasi terhadap besarnya konsentrasi larutan gula ditampilkan sebagai berikut:



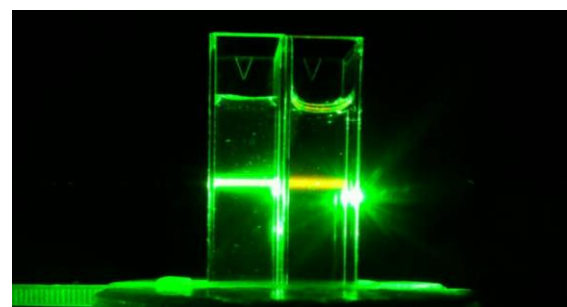
**Gambar 4.** Perubahan sudut polarisasi larutan gula terhadap konsentrasi



**Gambar 5.** Perubahan sudut polarisasi hamburan larutan gula terhadap konsentrasi

**Analisis Fluoresensi Minyak Goreng Sawit**

Syarat suatu bahan yang bersifat fluoresensi adalah mampu mengemisikan berkas cahaya dengan panjang gelombang yang lebih besar daripada panjang gelombang cahaya yang masuk melaluinya. Artinya, apabila ada berkas cahaya dengan panjang gelombang 532 nm ditembakkan ke arah bahan tersebut maka panjang gelombang berkas cahaya yang diemisikan melaluinya haruslah lebih besar dari 532 nm.



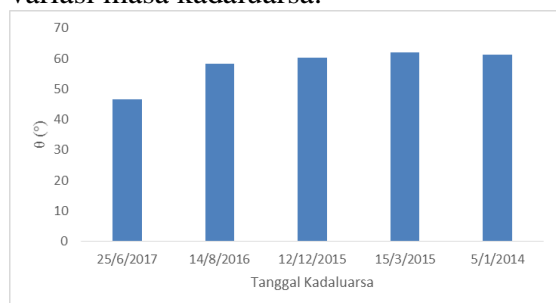
**Gambar 6.** Perbandingan hamburan Rayleigh pada larutan gula (kiri) dan fluoresensi minyak goreng sawit (kanan)

Gambar 6 menunjukkan perbedaan panjang gelombang (warna) cahaya yang diemisikan oleh sampel. Pada larutan gula, hamburan Rayleigh yang terjadi pada sampel tidak mengubah panjang gelombang yang diemisikan sehingga berada pada rentang yang sama dengan panjang gelombang dari cahaya datang. Sedangkan sampel minyak sawit mengemisikan cahaya dengan panjang gelombang yang lebih besar dari cahaya datang akibat sifat fluoresensi.

### Analisis Perubahan Sudut Polarisasi Minyak Goreng Sawit

Pada tahap ini dilakukan penelitian untuk mengetahui perubahan sudut polarisasi alami oleh fluoresensi pada minyak goreng sawit kemasan berdasarkan lama penyimpanan atau masa kadaluarsanya.

Hasil penelitian yang telah penulis lakukan membuktikan hipotesa tersebut. Grafik pada gambar 7 menampilkan perubahan sudut polarisasi alami oleh fluoresensi pada satu merek minyak goreng kemasan dengan variasi masa kadaluarsa.



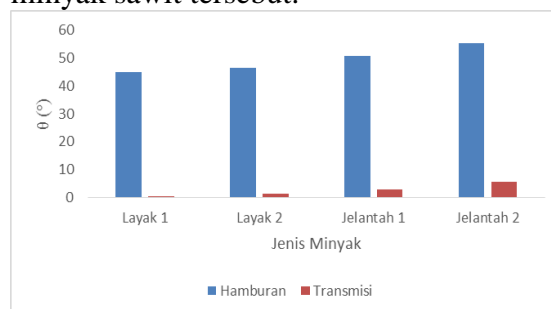
**Gambar 7.** Grafik perubahan sudut polarisasi minyak goreng sawit kemasan dalam kondisi paling baru hingga kadaluarsa (dari kiri ke kanan)

Minyak goreng dengan masa kadaluarsa paling baru menunjukkan perubahan sudut putar polarisasi fluoresensi yang jauh lebih kecil dibandingkan perubahan sudut yang ditampilkan oleh minyak kadaluarsa (2 grafik paling kanan). Terlihat bahwa minyak yang sudah kadaluarsa memiliki kenaikan perubahan sudut yang cukup signifikan.

Secara teori, minyak kadaluarsa dengan masa penyimpanan paling lama (4 dan 5) memiliki mutu paling buruk. Penyimpanan yang cukup lama pada suhu kamar dapat meningkatkan kejenuhan pada minyak yang kemungkinan juga berimbas pada bertambahnya jumlah asam lemak jenuh dibandingkan dengan asam lemak tak jenuh akibat reaksi oksidasi.

Lebih lanjut penulis mencoba melakukan penelitian untuk mengetahui perbedaan perubahan sudut polarisasi antara minyak layak pakai (baru) dan minyak bekas pakai (jelantah). Sampel yang digunakan adalah minyak sawit kemasan layak pakai dengan 2 merek berbeda dan minyak sawit bekas pakai dengan 2 merek berbeda.

Gambar 8 menunjukkan perubahan sudut polarisasi akibat fluoresensi maupun polarisasi alami (transmisi) pada keempat minyak sawit tersebut.



**Gambar 8.** Grafik perubahan sudut polarisasi minyak goreng sawit kemasan dalam kondisi bekas pakai dan baru

Seperti ditunjukkan grafik di gambar 7 dan 8, minyak dengan mutu terbaik (layak pakai) memiliki perubahan sudut polarisasi alami kurang dari  $2^\circ$ , berkisar antara 0,24 hingga 1,64 untuk pengamatan secara transmisi. Sedangkan minyak dengan mutu buruk memiliki kenaikan sudut polarisasi lebih dari  $2,5^\circ$ . Besar kenaikan sudut polarisasi pada data dalam grafik 8 untuk sampel minyak jelantah dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti oksidasi akibat pemanasan berulang, hidrolisis karena interaksi minyak dengan air, sehingga meningkatkan kadar

asam lemak bebas, asam lemak jenuh, dan menurunkan mutu minyak.

### **KESIMPULAN**

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diamati bahwa polarisasi alami fluoresen menunjukkan bahwa minyak kadaluarsa memiliki perubahan sudut yang paling tinggi. Polarisasi fluoresensi dapat digunakan sebagai pelengkap evaluasi mutu minyak goreng sawit baik itu minyak layak pakai, kadaluarsa maupun minyak jelantah.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Saxon, E. dan Roquemore, S., 2011, *Palm Oil (Chapter 6)*, Union of Concerned Scientists, Washington, DC.
- [2] Mursalin., Hariyadi, P., Purnomo E.H., Andarwulan, N. dan Fardiaz, D., 2013, *Karakterisasi Sifat Fisiko Kimia Minyak Kelapa*, Jurnal Penelitian Tanaman Industri (LITTRI) Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [3] 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, ISSN:1410-9662, vol. 15, no. 3, 77 – 86.
- [4] Tilley, R., 2011, *Colour and Optical Properties of Materials*, John Wiley & Sons Ltd, England.
- [5] Serway, R.A, dan Jewett, J.W, 2008, *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*, Seventh Edition, Thomson Higher Education, USA.
- [6] Tipler, P.A., 1991, *Fisika Untuk Teknik dan Sains*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [7] Jenkins, F.A., 2001, *Fundamental of Optics 4<sup>th</sup> Edition*, McGraw-Hill Primis Custom Publishing, USA.