

PENGUKURAN PERUBAHAN SUDUT POLARISASI OLEH FLUORESENSI PADA SAMPEL MINYAK ZAITUN

Nyadaniati Simbolon¹⁾ dan K.Sofjan Firdausi¹⁾

¹⁾Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

Email: nyadaniatisimbolon@st.fisika.undip.ac.id

ABSTRACT

The aim of this research is to show how the quality difference of cooking oil affect polarization angle changes of fluorescence. The fluorescence could be useful to identify quality of matter according to colour changes. In this research, to identify fluorescence polarization changes edible and expired olive oil used as sample with different expired date. To produce fluorescence, a green laser with wavelength 532 nm pass by polarizer and produce polarized light. Analyzer sets perpendicular to polarization plane. The result show that quality difference affect the fluorescence polarization changes. The worst quality of oil the higher polarization changes. Smallest polarization changes we get in the best quality edible olive oil as 50,9^o and 61,6^o for the expired one.

Key word: Fluorescence, Cooking Oil, Quality difference and Polarization Changes

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai polarisasi oleh fluoresensi. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menyatakan bagaimana variasi mutu minyak goreng dapat berpengaruh pada perubahan sudut polarisasi fluoresensi. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah minyak zaitun yang dibedakan berdasarkan tanggal kadaluarsa. Untuk menghasilkan fluoresensi cahaya, sinar laser hijau dengan panjang gelombang 532 nm dilewatkan melalui polarisator. Analisator dipasang tegak lurus dengan bidang polarisasi. Dari penelitian dapat diketahui bahwa variasi mutu memberikan pengaruh terhadap kenaikan perubahan polarisasi. Semakin tinggi perubahan polarisasi maka kualitas minyak semakin buruk. Perubahan polarisasi yang dihasilkan pada minyak zaitun paling kecil yaitu 50,9^o terdapat pada minyak layak pakai paling baru dan paling tinggi sebesar 61,6^o pada minyak yang kadaluarsa paling lama.

Kata kunci: Fluoresensi, Minyak goreng, Variasi mutu dan Perubahan Polarisasi

PENDAHULUAN

Minyak goreng merupakan minyak yang berasal dari minyak tumbuhan yang dimurnikan dalam bentuk cair pada suhu kamar dan biasanya digunakan dalam proses penggorengan dengan fungsi utama adalah penghantar panas, menambah rasa gurih, menambah nilai gizi dalam makanan dan kalor bahan pangan. Minyak goreng memiliki sifat optis aktif karena memiliki struktur molekul chiral, yaitu molekul yang mempunyai atom karbon yang mengikat empat atom berbeda [1].

Suatu bahan yang memiliki struktur molekul chiral atau sering disebut asimetris merupakan bahan yang dapat memutar bidang polarisasi. Polarisasi adalah peristiwa penyerapan arah bidang getar gelombang. Gejala polarisasi hanya dapat dialami oleh gelombang

transversal saja. Bila cahaya terpolarisasi linear jatuh pada bahan optis aktif, maka cahaya yang keluar akan tetap terpolarisasi linear dengan arah getar terputar terhadap arah getar semula. Beberapa bahan tertentu menghasilkan perputaran bidang getar (arah getar komponen medan listrik gelombang elektromagnetik) searah jarum jam. Tetapi ada bahan-bahan yang menghasilkan perputaran komponen medan listrik berlawanan arah jarum jam. Yang dimaksudkan sifat optis aktif adalah memutar bidang polarisasi dari gelombang elektromagnetik yang melewatinya [2].

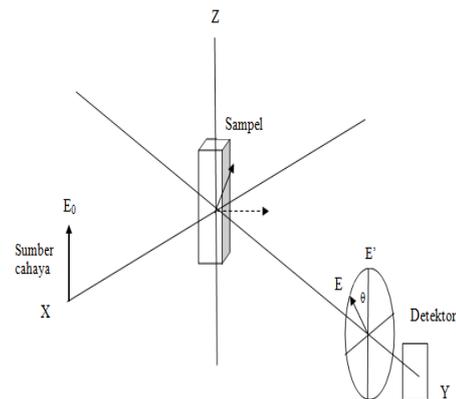
Bahan yang sudah sangat umum diketahui memiliki sifat optis aktif adalah larutan gula dan minyak goreng. Nilai perubahan polarisasi dapat digunakan sebagai indikasi tinggi rendahnya kualitas bahan yang memiliki sifat optis aktif [3].

Untuk mengetahui tingkat kualitas suatu bahan dengan metode polarisasi sebelumnya telah dilakukan penelitian yang menunjukkan bahwa larutan gula dapat memutar bidang polarisasi dan nilai perubahan sudut yang linier terhadap konsentrasinya [4], Perubahan sudut polarisasi terbesar mengindikasikan kualitas minyak yang paling rendah. Perubahan polarisasi yang dilakukan pada sampel minyak zaitun juga menunjukkan hal yang serupa. Selain itu polarisasi juga dapat menunjukkan minyak yang masih layak pakai atau yang sudah kadaluarsa. Minyak zaitun yang sudah kadaluarsa memiliki nilai polarisasi yang paling besar [5-6]. Uji kualitas minyak goreng sebelum dan sesudah dipanaskan dengan metode polarisasi terimbas juga menunjukkan bahwa nilai polarisasi paling kecil terdapat pada minyak sebelum dipanaskan [7]. Perubahan polarisasi tersebut dilakukan berdasarkan metode transmisi, sedangkan polarisasi oleh fluoresensi belum pernah dilakukan.

Penelitian ini mengkaji bagaimana variasi mutu minyak berdasarkan kadaluarsa berperan pada fluoresensi melalui sudut polarisasi fluoresensi.

DASAR TEORI

Dalam penelitian ini cahaya yang dipolarisasikan adalah berkas sinar fluoresensi. Berkas fluoresensi diinduksi oleh cahaya terpolarisasi dan akan mengemisikan cahaya dengan intensitas yang berbeda pada setiap sudut yang berbeda. Polarisasi oleh fluoresensi dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1 Polarisasi oleh fluoresensi (Asbury, 2000)

Intensitas fluoresensi bergantung pada sudut polarisator yang dilewati cahaya dituliskan pada persamaan 1

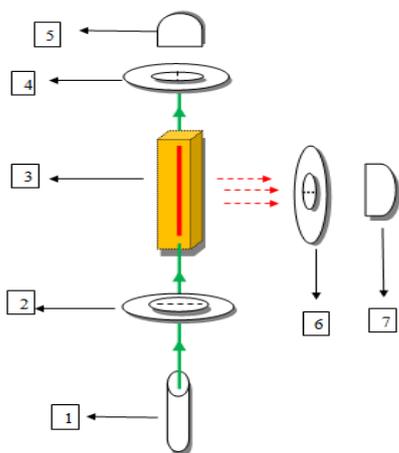
$$E = k E_0 \cos \theta \quad (1)$$

dengan E adalah medan listrik fluoresensi setelah melewati polarisator. k adalah konstanta kesebandingan, E_0 adalah medan listrik awal dan θ adalah sudut perubahan polarisasi. Gambar 1 menunjukkan bahwa perubahan polarisasi θ tidak tergantung pada arah pengamatan [8].

METODE PENELITIAN

Eksperimen didesain sepertipada Gambar 3.1 untuk pengukuran nilai polarisasi oleh fluoresensi. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser dioda dengan out put maksimum 0,1 mW. Panjang gelombang laser dioda yang digunakan adalah 532 ± 10 nm. Cahaya laser akan dilewatkan melalui polarisator yang diset secara vertikal. Pada *set up* alat digunakan cermin untuk meluruskan berkas laser. Cahaya yang masuk melalui polarisator akan dipolarisasi dan kemudian melewati bahan. Ketika cahaya laser yang sudah terpolarisasi melewati bahan, energi foton yang akan mengeksitasi elektron bahan sehingga terjadi fluoresensi. Fluoresensi minyak cahaya laser yang melalui bahan akan dipolarisasi pada bidang tegak lurus lintasan optis dan diperoleh nilai pengukuran berupa

besaran sudut (θ). Skema pengamatan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Skema pengamatan fluoresensi dengan polarisasi

Keterangan Gambar:

1. Sumber cahaya
2. Polarisator
3. Sampel
4. Analisator untuk transmisi
5. Kamera
6. Analisator untuk fluoresensi
7. Kamera

Penelitian dilakukan untuk mengamati nilai perubahan polarisasi yang disebabkan oleh fluoresensi cahaya.

Prosedur Penelitian

Tahap Persiapan

Tahap persiapan ini dilakukan dengan menyusun alat seperti pada Gambar 2 dan membuat sampel larutan gula dengan kadar gula 15 gr/ml sampai dengan 60 gr/ml, serta mempersiapkan sampel minyak. Larutan gula dibuat dengan melarutkan gula sebanyak yang dibutuhkan misalnya 15 gram ke dalam air sampai volume totalnya 100 ml. Kemudian diaduk sampai larut. Sampel minyak yang disiapkan adalah minyak zaitun layak pakai dan tidak layak pakai yang dibedakan berdasarkan tanggal kadaluarsanya sebagai berikut

Tabel 1 Minyak Zaitun

Kode	Tanggal Kadaluarsa
Z1	20 November 2017

Kode	Tanggal Kadaluarsa
Z2	13 Januari 2017
Z3	9 Desember 2015
Z4	21 Mei 2015
Z5	23 April 2015
Z6	7 Januari 2015
Z7	23 April 2014

Kalibrasi

Kalibrasi dilakukan dengan menguji perubahan sudut polarisasi pada larutan gula dengan mengamati polarisasi secara transmisi. Larutan gula yang digunakan adalah larutan gula dengan kadar gula 0,15 gr/ml sampai dengan 0,60 gr/ml. Perubahan polarisasi yang diukur akan memiliki hubungan yang linier terhadap kenaikan konsentrasi larutan gula.

Observasi Sudut dengan Intensitas Maksimum

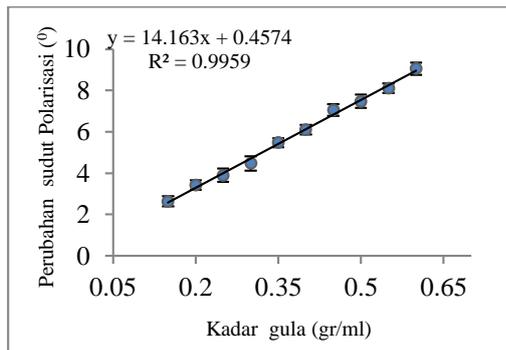
Pada tahap ini dilakukan pengamatan pada sampel minyak goreng sawit untuk membuktikan bahwa intensitas pancaran fluoresensi paling besar berada pada sudut 0° . Dalam tahapan ini juga dilakukan variasi pengamatan pada sudut $\gamma = -60^{\circ}, -30^{\circ}, -20^{\circ}, 0^{\circ}, 20^{\circ}, 30^{\circ}, \text{ dan } 60^{\circ}$.

Observasi pada minyak

Pengamatan perubahan polarisasi dilakukan pada minyak zaitun (*olive oil*) dengan tanggal kadaluarsa yang berbeda. Pada tahap ini pengamatan dilakukan dengan melewatkan berkas cahaya laser hijau melalui polarisator sehingga memancarkan sinar dengan $\lambda > \lambda_0$. Sinar yang dipancarkan merupakan berkas sinar fluoresensi. Skema pengamatan dapat dilihat pada Gambar 2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kalibrasi dilakukan dengan melakukan pengecekan linearitas larutan gula. Pada tahapan ini kadar larutan gula yang digunakan sebesar 0,15 gr/ml sampai dengan 0,60 gr/ml. Hasil Pengamatan ditunjukkan oleh gambar 3.

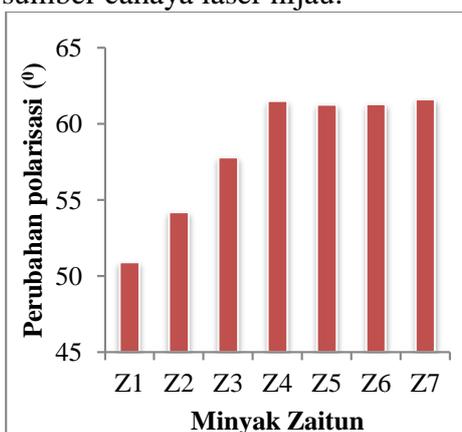


Gambar 3 Perubahan polarisasi pada larutan gula

Gambar 3 menunjukkan perubahan polarisasi memberikan hubungan linier terhadap tiap kenaikan kadar gula. Hubungan linear pada larutan gula ini mengindikasikan bahwa polarisator dan analisator layak untuk digunakan. Setelah melakukan pengecekan linearitas larutan gula dilakukan pengamatan sudut polarisator optimum untuk pengamatan polarisasi oleh fluoresensi. Sudut yang paling baik memberikan perubahan sudut polarisasi paling besar yaitu pada sudut polarisator sebesar 0° .

Observasi perubahan polarisasi oleh fluoresensi dilakukan pada sampel minyak zaitun yang dibedakan berdasarkan lama penyimpanan atau masa kadaluarsanya. Hasil pengamatan perubahan sudut polarisasi pada minyak zaitun ditunjukkan oleh Gambar 4, 5 dan 6.

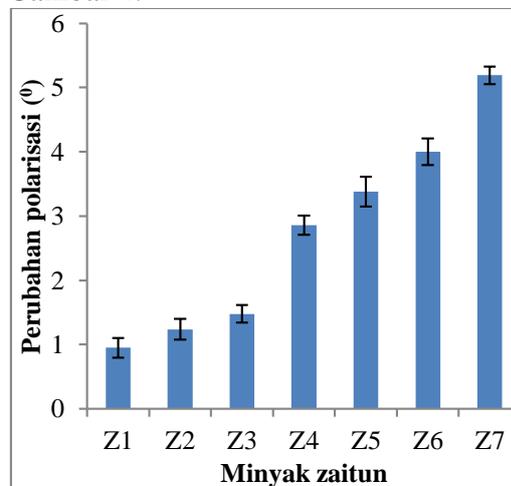
Gambar 4 menunjukkan perubahan sudut polarisasi yang diamati adalah perubahan sudut polarisasi oleh fluoresensi dengan menggunakan sumber cahaya laser hijau.



Gambar 4 Grafik Perubahan sudut polarisasi oleh fluoresensi pada minyak zaitun.

Dari Gambar 4 diatas dapat diperoleh nilai perubahan sudut polarisasi yang paling kecil terdapat pada minyak zaitun layak pakai (Z1). Nilai perubahan sudut yang diamati adalah $(50,90 \pm 0,19)^{\circ}$. Perubahan sudut polarisasi oleh fluoresensi yang paling besar terdapat pada minyak kadaluarsa Z7 yaitu sebesar $(61,60 \pm 0,24)^{\circ}$.

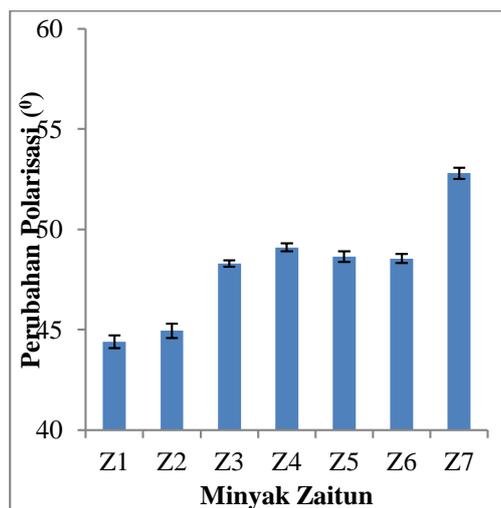
Sama halnya dengan minyak sawit pada minyak zaitun juga dilakukan pengamatan terhadap perubahan sudut polarisasi oleh transmisi dengan menggunakan laser spektrum hijau dimana hasil pengamatan ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 5 Grafik Perubahan sudut polarisasi transmisi pada minyak zaitun

Gambar 5 menunjukkan perubahan sudut polarisasi transmisi pada minyak zaitun dengan sudut paling kecil terdapat pada minyak layak pakai Z1 sebesar $0,95^{\circ}$ dan paling besar pada Z7 sebesar $5,89^{\circ}$.

Sebagai pembandingan dengan fluoresensi pada minyak zaitun dilakukan pengamatan perubahan sudut polarisasi oleh hamburan pada minyak. Untuk mendapat hamburan pada minyak sumber cahaya laser spektrum hijau diganti dengan sumber cahaya laser spektrum merah. Hasil pengamatan perubahan sudut polarisasi pada hamburan minyak disajikan dalam Gambar 6



Gambar 6 Perubahan sudut polarisasi oleh hamburan pada minyak zaitun dengan sumber cahaya laser merah

Gambar 6 diatas, menunjukkan perubahan sudut polarisasi oleh hamburan pada minyak juga memperoleh perubahan sudut polarisasi terkecil terdapat pada Z1 dan paling besar pada Z7. Perubahan sudut polarisasi oleh fluoresensi pada minyak zaitun yang ditunjukkan pada Gambar 4 memiliki nilai yang lebih besar dari pada nilai perubahan sudut oleh hamburan pada Gambar 6 Perbedaan ini terjadi karena nilai intensitas yang dihamburkan lebih kecil daripada yang intensitas difluoresensikan. Dari persamaan umum energi $E = h \cdot c / \lambda$, dapat diketahui bahwa semakin besar panjang gelombang maka energi akan semakin kecil. Intensitas cahaya sebanding dengan energinya.

Perbedaan sudut polarisasi pada fluoresensi dan transmisi memiliki perbedaan yang sangat besar. Menurut penulis perbedaan yang signifikan tersebut dipengaruhi oleh besarnya intensitas fluoresensi yang dan sifat optis aktif yang dimiliki molekul trigliserida minyak. Perubahan sudut polarisasi pada transmisi dipengaruhi oleh sifat optis aktif yang dimiliki molekul trigliserida minyak. Namun pada fluoresensi belum ada penelitian sebelumnya yang membahas pengaruh sifat optis aktif molekul trigliserida terhadap perubahan sudut polarisasi fluoresensi maupun hamburan pada minyak sawit.

Selain sifat optis aktif molekul trigliserida, kandungan asam lemak jenuh minyak goreng mempengaruhi tinggi rendahnya perubahan polarisasi. Menurut Firdausi (2015) semakin lama disimpan kandungan asam lemak jenuh dalam minyak goreng akan semakin tinggi. Pada minyak kadaluarsa kandungan asam lemak jenuh lebih tinggi dari pada pada minyak layak pakai sehingga nilai perubahan sudut polarisasinya lebih tinggi.

KESIMPULAN

- Semakin rendah nilai perubahan polarisasi maka kualitas minyak semakin tinggi.
- Nilai polarisasi paling rendah terdapat pada minyak yang paling baru yaitu sebesar $50,9^{\circ}$ untuk minyak zaitun. Polarisasi paling besar terdapat pada minyak yang sudah kadaluarsa $61,6^{\circ}$ pada minyak zaitun kadaluarsa pada 2014.
- Polarisasi oleh fluoresensi dapat dijadikan parameter untuk menentukan kualitas minyak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nuraniza, 2013, *Uji Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan Perubahan Sudut Polarisasi Cahaya Menggunakan Alat Semiautomatic Polarymeter*, Universitas Tanjung Pura, Pontianak
- [2] Alonso, Marcelo, Finn, dan Edward J. 1992, *Dasar-dasar Fisika Universitas*, Erlangga, Jakarta
- [3] Tilley, Richard J.D., 2011, *Colour And The Optical Properties Of Materials, An Exploration of the Relationship Between Light, the Optical Properties of Materials and Colour*, Jhon Wiley and Son, United Kingdom
- [4] A. Y. Asy. Syifa, dkk, 2013, *Pemanfaatan Sifat Optis Aktif Alami Untuk Kendali Mutu Minyak Goreng Menggunakan*

- Lampu Pijar, *Berkala Fisika*, Vol. 16, No. 2, April 2013, hal 33 – 40
- [5] Eva Yulianti, Indriyani Y., Husna A. Kharisma Putri, Sri Murni, Sri Amitasari, Ari B. Putranto, Heri Sugito dan K. Sofjan Firdausi, *Deteksi Dini Kualitas Minyak Goreng dan Studi Awal Tingkat Kehalalannya Menggunakan Polarisasi Alami*, *Berkala Fisika*, Hal 79-84
- [6] Perwirawati L., 2007, *Analisis Pengaruh Medan Listrik Luar Terhadap Sudut Putar Polarisasi Sinar Laser dalam Larutan Gula dan Gliserin*, Skripsi, FMIPA UNDIP
- [7] Ade Ika Susan, K. Sofjan Firdausi dan Wahyu Setia Budi, 2011, *Studi Uji Alternatif Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan Perubahan Polarisasi Cahaya Terimbas*, *Berkala Fisika*, Vol. 14, No. 4, Oktober 2011, hal 135 – 138, ISSN : 1410 - 9662
- [8] Asbury, Charles L. Jeanne L dan Ger van den Engh, 2000, *Polarization of Scatter and Fluorescence Signals in Flow Cytometry*, *Journal Cytometry* 40:88-101 (2000)