

PENGUKURAN SIFAT POLARISASI BERBAGAI MINYAK NABATI MENGGUNAKAN LAMPU IR DAN LASER HE-NE

U Kaltsum^{1✉} KS Firdaussi²

¹Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas PGRI Semarang, Indonesia

²Jurusan Fisika, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima Agustus 2016
Disetujui September 2016
Dipublikasikan Oktober 2016

Keywords:

IR lamp; He-Ne laser;
vegetable oil; polarization

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menguji sifat polarisasi berbagai minyak nabati (minyak sawit, minyak kedelai, minyak zaitun, VCO, minyak curah, dan jelantah) dengan variasi keadaan baru dan kadaluwarsa, menggunakan lampu IR dan laser He-Ne. Pengujian dilakukan dengan menempatkan minyak nabati diantara polarisator dan analisator. Hasil penelitian pada kedua sumber cahaya menunjukkan pola yang hampir sama. Minyak zaitun dan VCO memiliki perubahan sudut polarisasi alami kecil, sedangkan minyak sawit, kedelai, jelantah, dan curah memiliki perubahan sudut polarisasi alami besar. Besarnya perubahan sudut polarisasi minyak kadaluwarsa lebih besar dibanding minyak baru. Perubahan sudut polarisasi sebanding dengan jumlah radikal bebas (ALB, peroksida) dan molekul asimetri (asam lemak jenuh, molekul rantai panjang). Meskipun pola yang dihasilkan oleh kedua sumber cahaya sama, namun lampu IR memberikan nilai perubahan sudut polarisasi yang lebih tinggi dari laser He-Ne. Hal ini dimungkinkan karena daya lampu IR lebih besar dari He-Ne, sehingga energi yang dihasilkan lampu IR lebih tinggi dan perubahan sudut polarisasinya lebih besar.

Abstract

This research based on previous research that using IR lamp (250 watt) and He-Ne laser (1 mW) on a mixture of palm oil and animal oil. Both of light source were used again to measure polarization properties of various vegetable oils (palm oil, soybean oil, olive oil, VCO, rainfall oil and used cooking oil) with a variety of new and expired. The tools used were a set polarization, IR lamp, He-Ne laser, and power supply. The experiment was done by placing vegetable oil between the polarizer and analyzers. The result showed both of light sources had similar pattern; polarization changes of olive oil and the VCO were small, while polarization changes of palm oil, soybean oil, used cooking oil, and rainfall were high. Polarization change of expired oil was higher than new oil. The value of polarization change was proportional to free radicals (FFA, peroxide) and asymmetry molecular (saturated fatty acids, long chain molecules). Although the patterns resulted by two light sources were same, IR lamp provide polarization change higher than He-Ne laser. This might be due to the power of IR light was greater than the power of He-Ne laser.

© 2016 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:

Jl Sidodadi Timur Nomor 24 - Dr. Cipto, Karangtempel, Semarang Timur,
Kota Semarang, Jawa Tengah 50232, Indonesia
E-mail: um_mik@yahoo.co.id

ISSN 0215-9945

PENDAHULUAN

Sifat polarisasi ada dua jenis yaitu polarisasi alami dan polarisasi terimbas (elektrooptis). Pada elektrooptis digunakan catu daya untuk mengimbas dipol listrik. Kedua jenis polarisasi telah digunakan untuk menguji mutu minyak goreng. Penggunaan sifat optis alami (polarisasi alami) untuk kendali mutu minyak goreng dengan lampu pijar telah dilakukan oleh Asy-Syifa *et al.* (2013). Hasilnya, metode polarisasi alami dapat membedakan minyak baru, pernah dipakai, dan kadaluwarsa berdasarkan nilai perubahan sudut polarisasinya. Perubahan sudut polarisasi alami tersebut sebanding dengan asam lemak bebas (ALB) dan asam lemak jenuh. Metode elektrooptis berhasil mengevaluasi berbagai jenis minyak goreng kemasan yang telah dipanaskan. Hasilnya, minyak goreng yang dipanasi mengalami peningkatan polarisasi cahaya yang mengindikasikan peningkatan jumlah radikal bebas (Murni *et al.* 2013). Besar perubahan sudut polarisasi alami dipengaruhi oleh keberadaan radikal bebas dan molekul asimetri dalam senyawa. Komponen radikal bebas diantaranya ALB, peroksida, molekul polar, ion bebas, atom bebas, dan molekul bebas, sedangkan komponen molekul asimetri diantaranya adalah asam lemak jenuh dan molekul rantai panjang terpolimerasi (Firdausi *et al.* 2013). Semakin besar kandungan radikal bebas dan molekul asimetri, semakin besar pula perubahan sudut polarisasinya.

Penelitian ini didasari oleh penelitian sebelumnya yang menggunakan lampu IR dan laser He-Ne pada campuran minyak sawit dengan minyak hewani (Kaltsum *et al.* 2014). Pada penelitian ini, kedua jenis lampu tersebut digunakan kembali untuk menguji mutu berbagai jenis minyak nabati, membedakan minyak baru dan kadaluwarsa, dan mengetahui sumber cahaya mana yang lebih efektif dalam memberikan perubahan sudut polarisasi minyak nabati.

METODE PENELITIAN

Minyak goreng nabati yang dijadikan sampel penelitian yaitu zaitun, *virgin coconut oil* (VCO), sawit, dan kedelai. Setiap jenis minyak terdapat dua keadaan yaitu baru dan kadaluwarsa. Selain

itu, digunakan pula minyak jelantah dan minyak curah sebagai pembanding. Total sampel yang diuji ada 10 yaitu sawit baru (SB) sawit kadaluwarsa (SK), kedelai baru (KB), kedelai kadaluwarsa (KK), zaitun baru (ZB), zaitun kadaluwarsa (ZK), VCO baru (VB), VCO kadaluwarsa (VK), jelantah (JE), dan curah (CU). Adapun alat yang digunakan berupa sumber cahaya (lampu IR dan laser He-Ne), polarisator, analisator, cermin cembung, catu daya, dan kuvet.

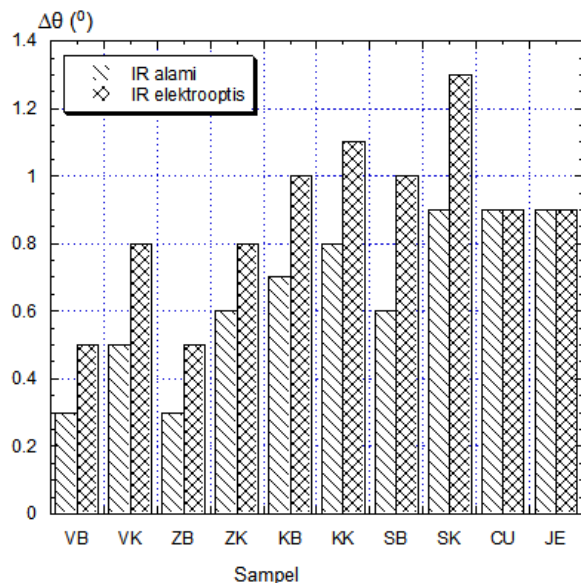
Pengujian dilakukan dengan memasukkan sampel dalam kuvet dengan volume 4 mL dan meletakkannya diantara polarisator dan analisator. Sumber cahaya dihidupkan, kemudian diukur besar perubahan sudut polarisasi. Pada elektrooptis, kuvet yang berisi sampel diletakkan dalam plat sejajar yang diberi beda tegangan 6 kV. Pengujian setiap sampel dilakukan sebanyak dua puluh kali dan diambil nilai reratanya dengan kesalahan relatif sekitar 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Besar perubahan sudut polarisasi alami dan elektrooptis yang dihasilkan oleh lampu IR dan laser He-Ne terlihat pada Gambar 1 dan Gambar 2. Untuk mengetahui sumber cahaya mana yang lebih efektif dalam metode polarisasi alami dan elektrooptis, perbandingan perubahan sudut polarisasi kedua sumber cahaya ditampilkan dalam Gambar 3 dan Gambar 4. Kedua jenis sumber cahaya memberikan hasil perubahan sudut polarisasi (alami dan elektrooptis) dengan pola yang hampir sama pada semua sampel. Minyak VCO dan zaitun memiliki perubahan sudut polarisasi kecil, sedangkan sawit, kedelai, curah, dan jelantah memiliki perubahan sudut polarisasi besar.

Perubahan sudut elektrooptis lebih besar dari polarisasi alami, baik pada lampu IR maupun laser He-Ne. Pada sumber cahaya laser He-Ne, perubahan sudut polarisasi alami minyak zaitun ($0,3^{\circ}$), VCO ($0,2^{\circ}$), kedelai ($0,6^{\circ}$), sawit ($0,4^{\circ}$), curah ($0,7^{\circ}$), dan jelantah ($0,8^{\circ}$), sedangkan perubahan sudut elektrooptis yaitu zaitun ($0,3^{\circ}$), VCO ($0,2^{\circ}$), kedelai ($0,6^{\circ}$), sawit ($0,4^{\circ}$), curah ($1,1^{\circ}$), dan jelantah ($1,1^{\circ}$). Untuk sumber cahaya lampu IR, perubahan sudut polarisasi alami yaitu minyak zaitun ($0,3^{\circ}$), VCO ($0,3^{\circ}$), kedelai ($0,7^{\circ}$), sawit

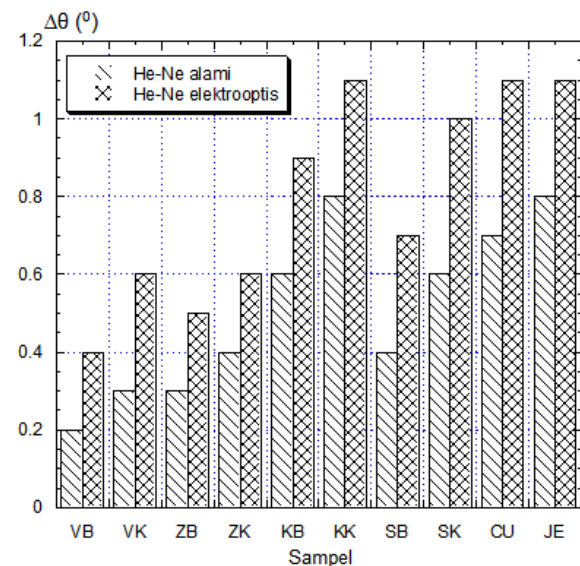
(0,6°), curah (0,9°), dan jelantah (0,9°), sedangkan perubahan sudut elektrooptis yaitu zaitun (0,5°), VCO (0,5°), kedelai (1,0°), sawit (1,0°), curah (0,9°), dan jelantah (0,9°). Elektrooptis meningkatkan perubahan sudut polarisasi sekitar 0,2-0,4°. Pada elektrooptis, sampel diletakkan dalam medan listrik yang dihasilkan oleh beda tegangan antar plat. Minyak goreng tersusun atas molekul-molekul trigliserida yang terikat oleh gaya Van der Waals yang ikatannya lemah. Ketika minyak dikenai medan listrik, gaya ini menjadi lebih lemah bahkan putus ikatannya. Putusnya ikatan antar molekul menghasilkan molekul yang kehilangan bagiannya (atom atau molekul) dan bersifat tidak stabil. Molekul-molekul tersebut selanjutnya disebut dipol listrik. Selanjutnya, dipol-dipol berinteraksi dengan medan listrik cahaya, sehingga memutar medan listrik cahaya (bidang polarisasi) (Firdausi *et al.* 2013). Oleh karena itu, perubahan sudut elektrooptis lebih besar dari polarisasi alami (Gambar 1 dan Gambar 2).



Gambar 1. Perubahan sudut polarisasi alami dan elektrooptis berbagai minyak nabati dengan sumber cahaya lampu IR

Komponen utama minyak goreng adalah trigliserida yang terdiri dari asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Jika kandungan asam lemak jenuh lebih besar dari asam lemak tak jenuh, maka mutu minyak goreng dikatakan kurang baik (Sitepoe 2008). Asam lemak tak jenuh bisa menjadi asam lemak jenuh oleh proses pemanasan atau penggorengan (Tomskaya *et al.* 2008). Ikatan trigliserida minyak bisa putus menjadi ALB jika

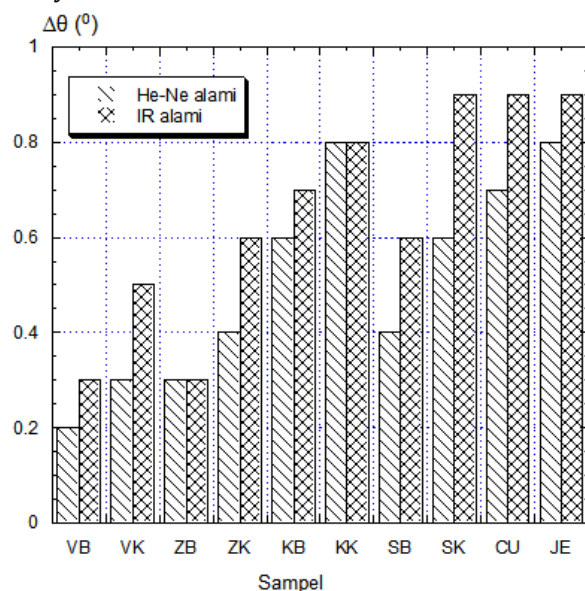
penyimpanannya salah dalam jangka waktu tertentu (Hou *et al.* 2007). Selama proses penggorengan akan dihasilkan produk-produk degradasi yang berbahaya bagi kesehatan (Bhattacharya *et al.* 2008). Produk-produk degradasi berupa ALB, peroksida, dan molekul polar.



Gambar 2. Perubahan sudut polarisasi alami dan elektrooptis berbagai minyak nabati dengan sumber cahaya lampu He-Ne

Minyak VCO tersusun atas beberapa jenis asam lemak dengan komposisi terbesar adalah asam laurat sekitar 46-48% (Marina *et al.* 2009). Asam laurat merupakan molekul rantai pendek ($C_{12}H_{24}O_2$), sehingga perubahan sudut polarisasinya kecil. Minyak zaitun memiliki kandungan asam lemak tak jenuh yang sangat besar yakni sekitar 86% (Boyle & Anderson 2007), sehingga perubahan sudut polarisasinya kecil. Perubahan sudut polarisasi berbanding terbalik dengan asam lemak tak jenuh dan molekul rantai pendek. Minyak sawit memiliki kandungan asam lemak jenuh tinggi sekitar 51% (Boyle & Anderson 2007), sehingga perubahan sudut polarisasi besar. Jumlah asam lemak tak jenuh pada minyak kedelai lebih besar dari asam lemak jenuh dengan komposisi terbesar (lebih dari 50%) adalah asam linoleat (Jokic *et al.* 2013). Namun, asam linoleat memiliki sifat sangat mudah teroksidasi, sehingga mudah menghasilkan senyawa peroksida dan meningkatkan perubahan sudut polarisasi. Perubahan sudut polarisasi sebanding dengan asam lemak jenuh dan senyawa peroksida.

Sebagai pembanding, diuji pula minyak jelantah dan curah. Minyak jelantah merupakan minyak goreng yang telah digunakan untuk menggoreng lebih dari satu kali dan sudah mengalami perubahan komposisi kimianya (Rukmini 2007). Jelantah mengandung ALB, peroksida, asam lemak jenuh dan molekul polar dalam jumlah besar, sehingga meningkatkan perubahan sudut polarisasi pada jelantah. Minyak curah merupakan minyak yang didistribusikan tanpa kemasan, sehingga terpapar oksigen dan cahaya yang menghasilkan senyawa peroksida. Selain itu, pada minyak curah juga mengandung ALB yang tinggi karena penyimpanan yang kurang tepat. Senyawa peroksida dan ALB ini yang meningkatkan perubahan sudut polarisasi pada minyak curah.

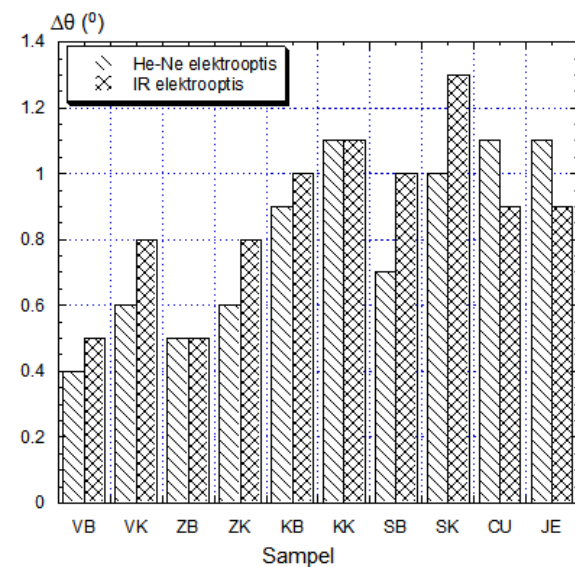


Gambar 3. Perubahan sudut polarisasi alami berbagai minyak nabati dengan sumber cahaya lampu IR dan laser He-Ne

Pada jenis minyak yang sama, perubahan sudut polarisasi minyak kadaluwarsa lebih besar dari minyak baru. Minyak kadaluwarsa merupakan minyak yang sudah melampaui batas waktu pemakaian, sehingga ALB yang terbentuk semakin besar dan perubahan sudut polarisasinya juga semakin besar. Selisih perubahan sudut polarisasi (alami dan elektrooptis) antara minyak baru dan kadaluwarsa sekitar $0,1-0,3^\circ$.

Dari kedua sumber cahaya yang dipakai, lampu IR memberikan perubahan sudut polarisasi lebih besar dari laser He-Ne. Lampu IR (250 watt) memiliki daya lebih besar dari laser He-Ne (1 mW),

sehingga energi yang dihasilkan lampu IR lebih besar dari laser He-Ne. Energi tersebut diberikan pada sampel, sehingga molekul-molekul sampel bergerak. Pergerakan molekul sampel tersebut memutar bidang polarisasi dan meningkatkan besar perubahan sudut polarisasi. Pada jenis sampel yang sama, selisih perubahan sudut polarisasi alami antara laser He-Ne dan lampu IR sekitar $0,1-0,3^\circ$, sedangkan selisih perubahan sudut elektrooptis antara laser He-Ne dan lampu IR sekitar $0,0-0,3^\circ$.



Gambar 4. Perubahan sudut elektrooptis berbagai minyak nabati dengan sumber cahaya lampu IR dan laser He-Ne

SIMPULAN

Polarisasi alami dan elektrooptis dapat digunakan untuk menentukan mutu berbagai minyak nabati. Minyak VCO dan zaitun memiliki mutu yang lebih baik dari minyak sawit dan kedelai berdasarkan perubahan sudut polarisasinya. Perubahan sudut polarisasi minyak kadaluwarsa lebih besar dari minyak baru. Nilai perubahan sudut elektrooptis lebih besar dari polarisasi alami. Dari kedua jenis sumber cahaya yang digunakan, lampu IR memberikan efek perubahan sudut polarisasi yang lebih besar dibandingkan laser He-Ne

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada LPPM Universitas PGRI yang telah mendanai penelitian ini melalui Hibah APBI tahun 2014.

DAFTAR PUSTAKA

- Asy-Syifa AY, Nisa F, Prasanti ID, Murni S, & Firdausi KS. 2013. Pemanfaatan sifat optis aktif alami untuk kendali mutu minyak goreng menggunakan lampu pijar. *Berkala Fisika* 16(2): 33-40
- Bhattacharya AB, Sajilata MG, Tiwari SR, & Singhal RS. 2008. Regeneration of thermally polymerized frying oils with adsorbents. *Food Chem* 110: 562-570
- Boyle & Anderson. 2007. *Personal Nutrition*. 6th ed. Thomson/Wadsworth
- Firdausi KS, Heri S, Ria A, Sri M, & Ari B. 2013. *Electrooptics effect as a new proposed method for determination of vegetable oil quality and a study of most responsible physics processes*. Proceeding of International Seminar on "New Paradigm and Innovation on Natural Science and Application. Semarang
- Hou X, Yongqin Q, Xingang Q, Guofu W, Zhangfeng Q, & Jianguo W. 2007. Lewis acid-catalyzed transesterification and esterification of high free fatty acid oil in subcritical methanol. *Korean J Chem Eng* 24(2): 311-313
- Jokic S, Rezica S, Sandra S, Senka V, Mate B, Darko V & Vlatka J. 2013. Fatty acid composition of oil obtained from soybeans by extraction with supercritical carbon dioxide. *Czech J Food Sci* 31(2): 116-125
- Kaltsum U, Hadiyati I, & Ketut SF. 2014. Pengaruh penambahan minyak goreng hewani pada minyak sawit terhadap perubahan sudut polarisasi. *Berkala Fisika* 17(3): 109-114
- Marina AM, Che M & Amin I. 2009. Virgin coconut oil: emerging functional food oil. *Elsevier* 20: 481-487
- Murni S, Ari B, Eko H & Ketut SF. 2013. Evaluasi kualitas beberapa jenis minyak goreng kemasan setelah dipanaskan menggunakan sifat elektrooptis. *Berkala Fisika* 16(3): 63-66
- Rukmini A. 2007. Regenerasi Minyak Goreng Bekas dengan Arang Sekam Menekan Kerusakan Organ Tubuh. Diakses: http://www.google.com_tanggal 10 November 2015
- Sitepoe M. 2008. Corat-corek anak desa berprofesi ganda. Cet. 1. Jakarta: Kepustakaan Populer Gramedia: 15-18
- Tomskaya LA, Makarova NP, & Ryabov VD. 2008. Determination of the hydrocarbon composition of crude oils. *Chem Tech Fuel Oil* 44: 280-283