

PEMANFAATAN SIFAT OPTIS AKTIF ALAMI UNTUK KENDALI MUTU MINYAK GORENG MENGUNAKAN LAMPU PIJAR

A. Y. Asy Syifa¹, Fathia Nisa¹, Irvani D. Prasanti¹, Sri Murni², dan K. Sofjan Firdausi²

¹ SMA Semesta Semarang

² Jurusan Fisika, Universitas Diponegoro, Semarang

Korespondensi Penulis: firdausi@undip.ac.id

Abstract

In this study the properties of natural optical activity of the various vegetable cooking oils was used as a new method for a quality control and was proposed as a new prospect for preliminary test of oil quality. The samples used were various packaging cooking oil obtained in the shops and were considered already fulfilled by SNI. The source of light to illuminate was a 75W light-bulb. The change of the polarization angle of light was measured using polarizer based on Malus' law, and it was used to indicate the levels of oil quality degradation. The experimental result shows that highest change of polarization angle indicates relative lowest quality of oils. An olive oil shows the best oils relative from other types of vegetable oils. The natural polarization in this case is able to differentiate between various types of oil, and to distinguish fresh oil and expired oil. It seems that natural polarization accommodates some contributed components of level of degradation of oil quality, i.e. free fatty acid and saturated fat. This method provides some advantages, such as, simple equipments, a fast test, without preliminary treatment, and accurate results. For the future, it shows a reliable test to conduct as a previous quality control for cooking oil and replaces the role of conventional, expensive standard methods. This method offers also a challenge to evaluate the level of authentication or halal of oils and fats.

Keywords: oil quality, polarization angle, optical activity.

Abstrak

Dalam penelitian ini sifat optis aktif alami dari berbagai minyak goreng nabati digunakan sebagai metode baru untuk kendali mutu, dan diusulkan sebagai prospek yang baru untuk uji mutu awal dari minyak goreng. Sampel yang digunakan adalah berbagai minyak goreng kemasan yang diperoleh di toko-toko dan dianggap sudah memenuhi minyak goreng standar sesuai SNI. Sumber cahaya yang digunakan ke sampel adalah lampu pijar dengan daya 75W. Perubahan sudut polarisasi cahaya diukur menggunakan polarisator dengan prinsip hukum Malus, dan digunakan untuk mengindikasikan tingkat-tingkat perubahan mutu minyak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan sudut polarisasi terbesar mengindikasikan kualitas minyak yang relatif paling rendah. Minyak zaitun dalam hal ini menunjukkan perubahan sudut terkecil dari pada jenis-jenis minyak yang lain. Selain dapat digunakan untuk membedakan berbagai jenis minyak goreng, polarisasi alami ini juga dapat membedakan minyak yang masih baru dan minyak yang sudah kadaluarsa. Polarisasi alami dalam hal ini nampak mengakomodasi beberapa komponen yang berkontribusi pada tingkat degradasi mutu minyak, yang disinyalir disebabkan oleh perubahan asam lemak bebas (ALB) dan kandungan lemak jenuh. Keuntungan dari metode ini adalah peralatan yang relatif sederhana, pengujian yang cepat, dan hasil yang cukup akurat. Ke depan, metode ini menunjukkan perannya sebagai uji yang sangat handal untuk kendali mutu awal dari minyak goreng sehingga dapat menggantikan peran metode-metode standar yang konvensional dan mahal harganya. Selain itu, metode ini mempunyai peluang untuk dapat digunakan sebagai alat atau instrumen guna evaluasi tingkat kehalalan dari minyak nabati dan hewani.

Kata kunci: mutu minyak, sudut polarisasi, optis aktif.

Pendahuluan

Parameter kualitas minyak goreng meliputi berbagai sifat kimia dan sifat fisika [1] dengan metode ujinya juga sangat banyak dan variatif. Sejauh ini penelitian-penelitian tentang mutu minyak goreng terus berkembang pesat. Dalam referensi [2] telah dipelajari berbagai metode atau instrumen untuk evaluasi dan analisis degradasi kualitas minyak goreng beserta kombinasi metodenya. Hasil-hasil yang diklaim oleh para peneliti cukup akurat dengan berbagai ketidakpastiannya. Namun demikian, dari referensi [2] disimpulkan pula bahwa banyaknya variasi metode untuk uji mutu standar tersebut memiliki beberapa kelemahan, di antaranya adalah peralatan yang digunakan sebagian sangat mahal, beberapa menggunakan perlakuan awal sehingga kurang praktis, waktu pengujian yang cukup lama, dan terbatasnya parameter yang diuji. Dalam referensi [2-5] kemudian diusulkan sebuah parameter tunggal, yakni elektrooptis (polarisasi terimbas), yang nampaknya bekerja cukup operatif, *dimana* parameter tersebut mampu mengakumulasi sebagian besar parameter-parameter standar tanpa harus menggunakan metoda lain yang berbeda. Prinsip elektrooptis adalah mengakumulasikan semua radikal bebas yang berupa atau bebas, molekul bebas, atau ion bebas yang dilepaskan dari molekul trigliserida dan yang dianggap bertanggung jawab berkurangnya nilai mutu minyak goreng. Semua radikal bebas kemudian membentuk dipol listrik ketika molekul diimbas menggunakan medan listrik statis, dan akan memutar bidang polarisasi cahaya bila secara simultan dikenai seberkas cahaya pada sampel.

Dari hasil-hasil penelitian tersebut ternyata ada hal yang menarik saat polarisasi cahaya tanpa imbas medan listrik. Pada kondisi awal, sifat elektrooptis saat medan listrik $E = 0$, ternyata berbagai jenis minyak goreng

menunjukkan nilai perubahan polarisasi yang berbeda-beda. Kondisi awal ini kami sebut sebagai polarisasi alami atau sifat optis aktif alami dari minyak. Menurut referensi [6] munculnya sifat optis aktif tersebut akibat keberadaan molekul trigliserida. Hasil telusur studi pustaka sampai saat ini belum ditemukan adanya pemanfaatan sifat optis aktif alami dari minyak goreng sebagai parameter mutu. Dalam penelitian ini hendak diselidiki sifat optis aktif alami minyak dan prospeknya sebagai bahan uji alternatif di masa datang.

Metode Penelitian

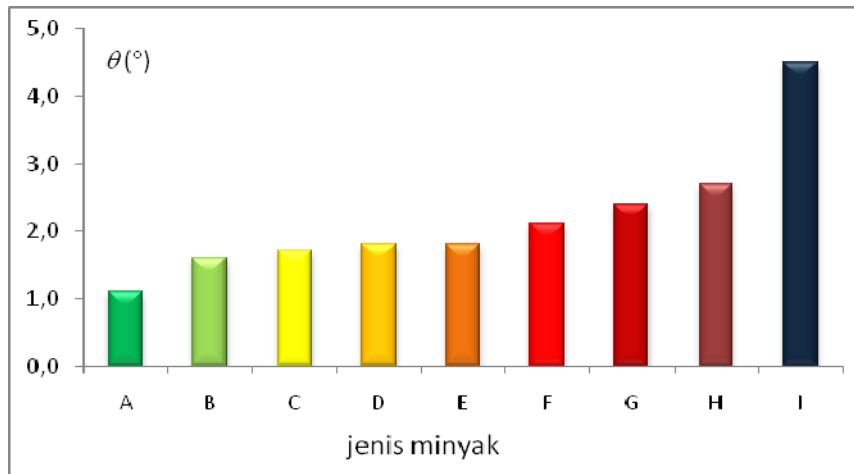
Sampel yang digunakan adalah berbagai jenis minyak nabati yang diberi kode A, B, C, D, E, F, G, H, dan I dengan catatan, I adalah minyak yang sudah kadaluarsa sebagai pembanding. Semua sampel diperoleh di toko dengan asumsi sudah memenuhi standar SNI.

Kondisi sampel ada yang selalu tersimpan tertutup, selalu tersimpan terbuka, dan ada yang dipakai untuk kemudian saling dibandingkan. Parameter yang diukur adalah perubahan sudut polarisasi cahaya yang dikenakan ke sampel dari sumber lampu pijar 75W, menggunakan prinsip hukum Malus. Suhu sampel dianggap konstan sekitar 29°C, dan kelembaban dianggap tetap.

Perubahan mutu minyak goreng dinyatakan dalam perubahan sudut polarisasi dengan variasi kondisi lama penyimpanan selama kira-kira tiga minggu, kemudian dibandingkan untuk sampel yang selalu tertutup dan terbuka. Sampel terpakai adalah minyak goreng yang dipakai untuk menggoreng kentang sampai dengan paling lama 3 kali penggorengan dan kemudian disaring. Lama satu kali penggorengan sekitar 0,5 sampai 1 jam dengan suhu rerata 100°C.

Hasil dan Pembahasan

Gambar 1 menunjukkan hasil perubahan sudut polarisasi berbagai jenis minyak dalam kondisi masih baru (*fresh*).



Gambar 1 Perubahan sudut polarisasi dari berbagai jenis minyak goreng dalam kondisi baru atau *fresh*. Grafik I (paling kanan) adalah minyak sawit yang sudah kadaluarsa

Grafik paling kanan adalah minyak sawit I yang sudah kadaluarsa. Untuk kategori minyak masih baru, perubahan sudut polarisasi terendah didapat pada minyak zaitun dan tertinggi pada minyak curah. Hasil pengukuran pada minyak sawit kadaluarsa diperoleh perubahan sudut polarisasi terbesar. Sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya, perbedaan

polarisasi mengindikasikan perbedaan mutu dari masing-masing minyak. Semakin banyak radikal bebas yang dihasilkan, semakin berkurang mutu minyak. Hal ini termasuk dengan bertambahnya asam lemak bebas (ALB). Hasil validasi ALB diperoleh seperti pada tabel 1 berikut.

Tabel 1 validasi pengukuran sudut polarisasi dengan hasil dari metode standar titrasi asam basa untuk penentuan jumlah ALB.

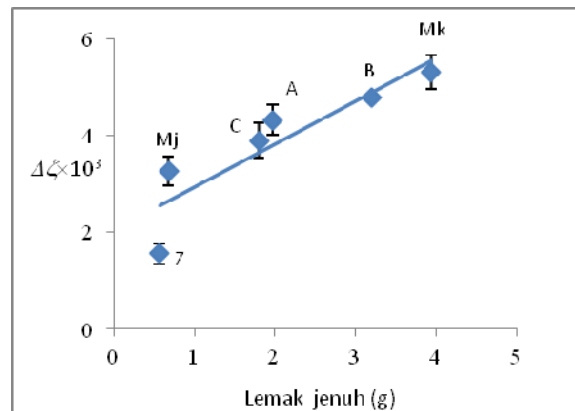
| Sampel | Metode titrasi ALB (%) | Metode Polarisasi Alami $\theta(^{\circ})$ |
|---------------------------------------|------------------------|--|
| Zaitun (baru) | 0,06 | 1,1 |
| Sawit (baru) | 0,10 | 1,2 |
| Campuran (ari beras + Canola + curah) | 0,20 | 1,9 |
| Campuran (canola + sawit + curah) | 0,13 | 1,9 |
| Campuran (kedelai + zaitun + jagung) | 0,09 | 1,5 |

Seperti ditunjukkan oleh tabel, terjadi perbedaan antara minyak baru, dan minyak campuran dari hasil pengukuran sudut polarisasi dan sesuai dengan validasi menggunakan titrasi asam basa untuk pengukuran jumlah ALB.

Perlu ditambahkan bahwa salah satu keuntungan dengan metode polarisasi, pengujian 10 sampel hanya memerlukan waktu antara 1 – 2 jam. Sedangkan metode titrasi standar memerlukan waktu relatif 3 – 5 jam.

Dari hasil-hasil tersebut diketahui bahwa ketergantungan sifat optis aktif alami tidak hanya pada molekul trigliserida, namun juga pada ALB. Merujuk lagi pada tabel, perbedaan ALB antara minyak lama dan baru ternyata tidak sama dengan perbedaan polarisasinya. Karenanya kami curiga bahwa masih ada faktor lain yang cukup dominan dalam mempengaruhi polarisasi

cahaya. Dari hasil penelitian awal, lebih lanjut kami peroleh bahwa sifat optis aktif alami ini juga disinyalir bergantung pada asam lemak jenuh. Hal ini didukung oleh hasil penelitian pada referensi [2], bahwa sifat elektrooptis cenderung naik secara linier dengan bertambahnya lemak jenuh seperti diperlihatkan pada gambar 2.



Gambar 2 Ketergantungan sifat elektrooptis $\Delta\zeta$ pada kadar lemak jenuh, dihitung berdasarkan informasi nilai gisi per takaran saji. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser He-Ne 1mW dan nilai $\Delta\zeta$ dihitung secara rata-rata dalam interval 0 – 9kV. Sampel Z adalah minyak zaitun; Mj minyak jagung; A, B, dan C masing-masing minyak sawit berbeda merk; dan Mk minyak kelapa. Grafik dimodifikasi dari referensi [2]

Pada gambar 2, variasi asam lemak jenuh dihitung berdasarkan takaran saji tiap 15 ml, dengan asumsi tanpa adanya kandungan antioksidan (tanpa ada tambahan vitamin A, D) sesuai dengan informasi pada label tiap-tiap sampel. Ditemukan bahwa nilai elektrooptis $\Delta\zeta$ cukup tinggi pada minyak kelapa dan diketahui pula bahwa kandungan lemak jenuhnya memang kelapa cukup tinggi. Dengan kata lain bahwa peran lemak jenuh cukup dominan sebagai penghasil radikal bebas yang menurunkan tingkat kualitas minyak goreng.

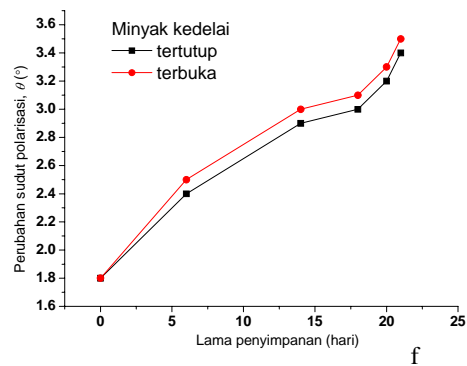
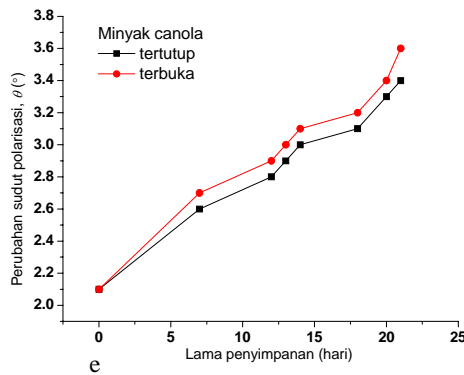
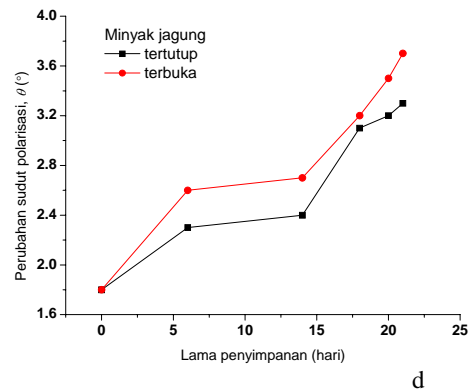
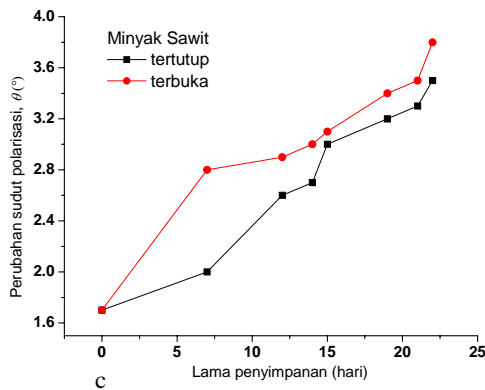
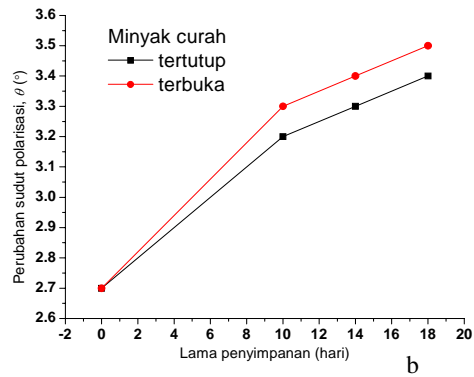
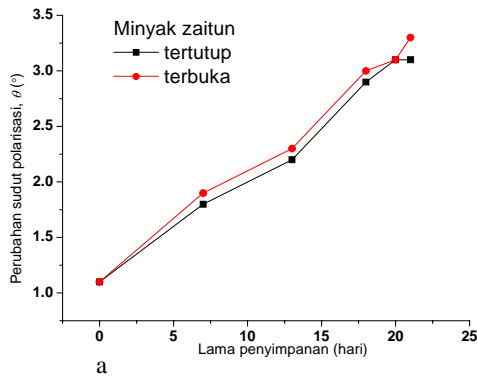
Hasil-hasil pada gambar 2 juga mempertegas hasil yang disajikan pada gambar 1, bahwa banyaknya lemak jenuh akan nampak jelas berpengaruh pada minyak kelapa dan curah dengan

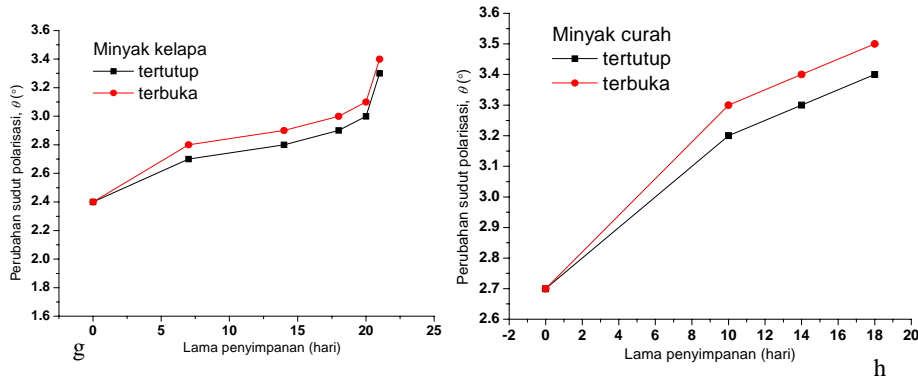
dihasukannya nilai θ yang tertinggi. Sayangnya untuk minyak curah kami tidak memperoleh data yang lengkap berapa jumlah lemak bebasnya (di sini perlu validasi dengan perlakuan uji tersendiri untuk minyak curah). Kondisi minyak kelapa dan curah yang mempunyai kandungan lemak jenuh cukup tinggi, dapat diidentifikasi pada suhu ruang kurang dari 22°C. Sebab pada suhu di sekitar itu fase minyak kelapa dan curah adalah berbentuk padat, yang mengindikasikan jumlah lemak jenuhnya cukup tinggi, seperti halnya pada lemak hewani. Dengan demikian, dengan hasil polarisasi awal ini kami simpulkan bahwa nilai θ tidak hanya disebabkan oleh molekul trigliserida, namun juga tergantung pada jumlah ALB dan

kandungan lemak jenuh. Sedangkan pada sampel-sampel yang lain diperoleh nilai θ yang relatif cukup rendah. Misalnya untuk zaitun, karena rendahnya jumlah lemak jenuh dan jumlah ALB-nya, serta kandungan antioksidan alaminya dapat meredam jumlah radikal bebas.

Pada gambar 3 (a, b, c, d, e, f, g, dan h) ditampilkan profile nilai θ

terhadap lama penyimpanan sampel, sampai dengan rata-rata minggu ketiga, kecuali untuk minyak curah hanya sampai hari ke-18, ketujuh sampel lainnya dilakukan pengukuran sampai hari ke-21. Kondisi sampel adalah tertutup dan terbuka, tersimpan dalam lemari pada suhu kamar tanpa perlakuan khusus.



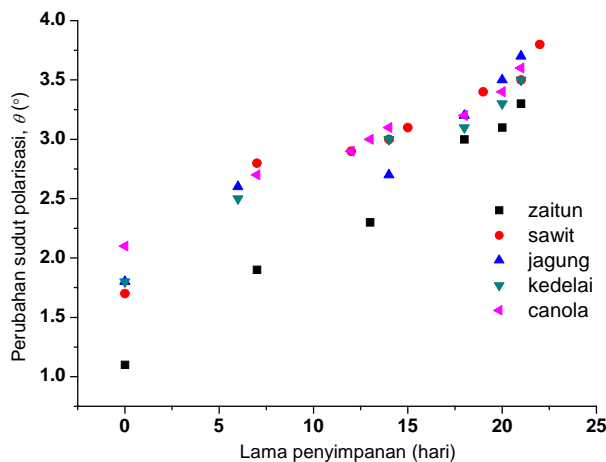


Gambar 3 Profile sampel minyak goreng, perubahan sudut polarisasi θ terhadap lama penyimpanan (hari) dalam kondisi tertutup dan terbuka, untuk minyak goreng dari bahan: a zaitun, b ari beras, c sawit, d jagung, e canola, f kedelai, g kelapa, dan h curah.

Semua sampel menunjukkan adanya peningkatan nilai θ terhadap lama penyimpanan. Gambar 3 a (zaitun) dan b (ari beras) menunjukkan nilai θ pada cenderung linier terhadap lama penyimpanan. Sedangkan minyak yang lain terjadi kenaikan cukup drastis rata-rata setelah hari ke-18. Minyak yang selalu tertutup menunjukkan nilai θ yang selalu lebih rendah dibanding kondisi terbuka. Perbedaan memang tidak terlalu signifikan antara yang tertutup dan

terbuka dimungkinkan karena semua sampel tersimpan rapi dalam lemari sehingga terjadinya reaksi oksidasi antara udara dan minyak terbuka dan tertutup hampir sama. Di sini perlu diselidiki lebih jauh lagi untuk peyimpanan lebih dari tiga minggu.

Gambar 4 menunjukkan nilai θ terhadap lama peyimpanan sampel A, C, D, E dan F sampai hari ke-21, dengan pentimpanan sampel dalam kondisi terbuka.



Gambar 4 Nilai θ terhadap lama peyimpanan dari berbagai sampel minyak zaitun, sawit, jagung, kedelai, dan canola. Kondisi penyimpanan sampel adalah terbuka.

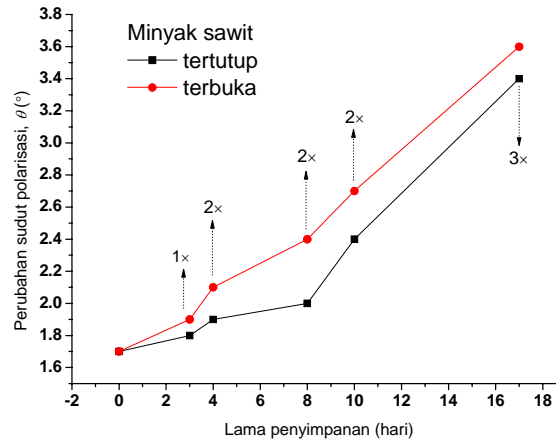
Pada gambar 4, secara umum nilai θ untuk minyak A paling rendah, dan untuk minyak C, D, E, dan F hampir sama. Setelah hari ke-15, nilai kesemuannya

hampir saling tumpang tindih, meskipun untuk minyak A tetap paling rendah.

Dalam penelitian ini juga kami coba mengukur perubahan sudut

polarisasi minyak sawit berdasarkan lama pemakaian dalam interval lama penyimpanan sampai 17 hari. Gambar 5

menampilkan nilai θ terhadap lama penyimpanan dan lama pemakaian.



Gambar 5 Nilai θ terhadap lama penyimpanan untuk minyak sawit pada kondisi minyak selalu tertutup dan terbuka. Tanda 1x, 2x, dan 3x menunjukkan bahwa minyak sudah pernah digunakan untuk menggoreng sebanyak masing-masing 1 kali, 2 kali, dan 3 kali.

Secara umum dari gambar 5 diperoleh hasil yang signifikan, bila minyak digunakan untuk menggoreng maka akan dihasilkan banyak radikal bebas, tidak terkecuali ALB.

Kesimpulan

Dari hasil-hasil penelitian dapat disimpulkan sementara bahwa sifat optis aktif alami dapat digunakan untuk membedakan atau mengelompokkan berbagai jenis minyak goreng nabati baik yang masih baru, pernah terpakai, maupun yang sudah kadaluarsa. Polarisasi alami dalam hal ini sedikitnya dipengaruhi oleh jumlah ALB, dan kadar lemak jenuh. Karenanya sifat optis aktif alami ini dimungkinkan dapat digunakan sebagai kendali awal mutu minyak, tanpa harus menggunakan metode standar lain. Keuntungannya adalah peralatan yang digunakan relatif lebih sederhana, praktis, pengujian yang relatif cepat dan cukup akurat, serta tanpa perlakuan awal. Untuk masa yang akan datang, metode ini dapat digunakan sebagai *preliminary test* untuk evaluasi tingkat kehalalan bahan makanan dari lemak.

Hasil pengujian terhadap lama penyimpanan masih memerlukan waktu yang lebih lama lagi sehingga diperoleh prediksi nilai yang akurat terhadap degradasi mutu minyak. Namun demikian untuk menghindari degradasi mutu minyak yang drastis, sementara dapat diusulkan kepada masyarakat umum bahwa penyimpanan minyak sebaiknya selalu dalam kondisi tertutup, pada suhu kamar, dan kedap udara.

Daftar Pustaka

- [1] SNI, Minyak Goreng, Badan Standardisasi Nasional, SNI 01-3741-2002.
- [2] K. S. Firdausi, K. Triyana, dan A. I. Susan, 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, Juli. 2012 (*in progress*).
- [3] N. Widyastuti, M. Azam, dan K. S. Firdausi, Studi Sifat Elektrooptis pada Minyak Goreng, *Berkala Fisika*, ISSN: 1410-9662, Vol. 12, no. 2, 2009, pp. 63-68.

- [4] K. S. Firdausi, A. I. Susan, dan W. Setia Budi, Sifat Elektrooptis pada Minyak Goreng, *Prosiding Seminar Fisika Nasional*, ISBN: 978-602-97835-0-6, UNNES, 2010, pp. FM109-1 – FM109-3.
- [5] K. S. Firdausi, dan A. I. Susan, Penentuan Nilai Polarisabilitas Taklinier pada Molekul Minyak Kelapa Sawit menggunakan Sifat Elektrooptis, *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXV Himpunan Fisika Indonesia Jateng – DIY*, ISSN 0853-0823, 2011, pp. 200-202.
- [6] L. J. Morris, “The Detection of Optical Activity in Natural Assymmetric Triglycerides”, *Biochemical and Biophysical Research Communication*, Vol. 20, no. 3, 1965, pp. 340-345.