

## **POLARISASI FLUORESENS PADA VIRGIN COCONUT OIL SETELAH MENGALAMI OZONASI**

**Muffaricha Azzahroh, Heri Sugito, Very Richardina, Much. Azam, dan Ketut Sofjan Firdausi**

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

E-mail: [k.sofjanfirdausi@yahoo.co.id](mailto:k.sofjanfirdausi@yahoo.co.id)

*Received: 11 Mei 2019; revised: 26 Juni 2019; accepted: 27 Juni 2019*

### **ABSTRACT**

*This study investigates interaction effects between ozone and Virgin Coconut Oil (VCO) on fluorescence polarization. The ozonation time variations carried out on VCO were 30 minutes, 60 minutes and 90 minutes with ozone flow rates of 0.6L / minute. The degradation of VCO quality due to ozonation was determined by measuring changes in the fluorescence polarization angle of the light emitted by the sample, using a green laser pointer with a wavelength of 532 nm. Typical fluorescence polarization characteristics in the range of polarization angle variations from  $\varphi = 0^\circ$  to  $\varphi = 180^\circ$  are in accordance with the results of previous studies. Increasing the length of ozonation in the sample results in an increase in fluorescence polarization. The average fluorescence polarization in the range  $0^\circ \leq \varphi \leq 180^\circ$  rises linearly over the duration of ozonation, which indicates that ozone interactions are quite effective in degrading the quality of VCO. The validation results also obtained that the duration of ozonation also increases the amount of free fatty acids, however it needs to be further investigated whether the amount of free fatty acids directly contributes to fluorescence polarization. The study of interaction of ozone in solution in biophysics and also its benefits for skin therapy in medical science are very interesting to be further conducted.*

**Keywords:** *Fluorescence polarization, Virgin Coconut Oil, polarization angle*

### **ABSTRAK**

Penelitian ini menginvestigasi efek interaksi antara ozon dengan *Virgin Coconut Oil* (VCO) terhadap polarisasi fluoresens. Variasi lama waktu ozonasi yang dilakukan pada VCO adalah 30 menit, 60 menit dan 90 menit dengan laju aliran ozon sebesar 0,6L/menit. Degradasi mutu VCO akibat ozonasi ditentukan melalui pengukuran perubahan sudut polarisasi fluoresens dari cahaya yang diemisikan oleh sampel, menggunakan laser pointer hijau dengan panjang gelombang 532 nm. Karakteristik polarisasi fluoresens yang khas dalam rentang variasi sudut polarisator dari  $\varphi = 0^\circ$  sampai dengan  $\varphi = 180^\circ$  sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya. Peningkatan lama ozonasi pada sampel berakibat kenaikan polarisasi fluoresens. Rata-rata polarisasi fluoresens dalam rentang  $0^\circ \leq \varphi \leq 180^\circ$  naik secara linier terhadap lama ozonasi, yang menunjukkan bahwa interaksi ozon cukup efektif dalam mendegradasi mutu VCO. Dari hasil validasi juga diperoleh bahwa lama ozonasi meningkatkan jumlah asam lemak bebas, namun demikian masih perlu diteliti lebih lanjut apakah jumlah asam lemak bebas berkontribusi langsung pada polarisasi fluoresens. Studi tentang interaksi ozon dalam larutan dalam biofisika dan juga manfaatnya untuk terapi kulit dalam ilmu kedokteran sangat menarik untuk dilakukan lebih lanjut.

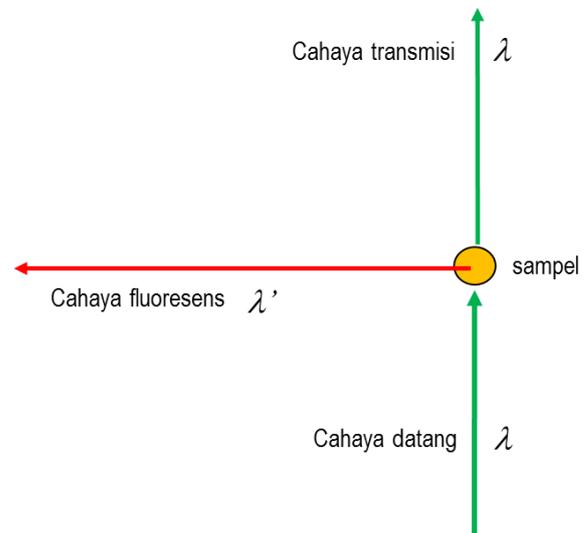
**Kata kunci :** *Polarisasi fluoresens, Virgin Coconut Oil, sudut polarisasi*

## PENDAHULUAN

Secara umum, minyak goreng akan mengalami penurunan mutu bila terekspos di udara terbuka, tak terkecuali bila diberi ozon. Namun, akhir-akhir ini telah dikembangkan dan telah diuji beberapa jenis minyak nabati yang diozonasi, sehingga dapat dimanfaatkan untuk terapi kanker kulit, atau untuk menyembuhkan penyakit *dermatitis*, maupun luka bakar [1, 2]. Pada studi tersebut, diklaim bahwa minyak nabati yang telah melalui proses ozonasi terbukti efektif sebagai desinfektan. Hal ini dikarenakan adanya senyawa ozonida yang terdapat pada minyak hasil reaksi antara asam lemak tak jenuh pada minyak dengan ozon ketika proses ozonasi berlangsung. Selain itu reaksi ozonasi yang diterapkan pada masing-masing minyak dapat mengubah sifat maupun karakteristiknya, di antaranya meningkatkan angka asam dan angka peroksida pada minyak. Namun, perubahan sifat maupun karakteristik pada minyak tersebut berdampak pada degradasi kualitas minyak. Sebuah pertanyaan menarik kemudian muncul, bagaimana interaksi ozon dalam larutan, semisal minyak goreng?

Dalam penelitian ini hendak dipelajari interaksi antara ozon dengan minyak *virgin coconut oil* (VCO) menggunakan polarisasi fluoresens. Untuk evaluasi mutu minyak goreng, di sini dipertegas bahwa polarisasi fluoresens sangat berbeda dari spektroskopi fluoresens, bahkan metode ini lebih sederhana dan lebih menguntungkan dari spektroskopi fluoresens. Perubahan kualitas minyak dapat diketahui, salah satunya, dengan mengukur perubahan sudut polarisasi cahaya pada minyak, baik melalui transmisi atau fluoresens, yang menurut kami merupakan metode alternatif yang lebih efektif dari metode-metode konvensional [3-8]. Secara umum, perbedaan pengamatan utama antara

polarisasi transmisi dan fluoresens dapat dilukiskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbedaan pengamatan polarisasi transmisi dan polarisasi fluoresens. Pada kasus polarisasi transmisi, diamati perubahan polarisasi cahaya dari cahaya datang tanpa perubahan  $\lambda$ . Sedangkan pada polarisasi fluoresens, diamati perubahan polarisasi pada hamburan  $90^\circ$  dari arah cahaya datang dengan panjang gelombang fluoresens  $\lambda'$ .

Polarisasi transmisi mengukur perubahan polarisasi cahaya transmisi setelah melewati sampel berdasarkan sifat optis aktif dari sampel tersebut, di mana panjang gelombang transmisi sama dengan panjang gelombang datang,  $\lambda$  (Gambar 1). Sedangkan polarisasi fluoresens mengukur perubahan polarisasi cahaya fluoresens yang dihamburkan secara tak elastis oleh sampel dengan panjang gelombang  $\lambda'$  (dengan  $\lambda' > \lambda$ ), dan semata-mata tidak hanya ketergantungan pada sifat optis aktif sampel melainkan juga terhadap orientasi molekul, ukuran molekul, panjang gelombang datang, kontribusi hamburan elastis atau Rayleigh, transisi emisi fluoresens dan juga sudut awal polarisator. Singkat kata, proses fisis polarisasi

fluoresens lebih kompleks dari pada polarisasi transmisi [3, 9]. Dari hasil kajian awal diperoleh bahwa perubahan sudut rata-rata polarisasi fluoresens lebih besar dibandingkan polarisasi transmisi [4, 5], dan memberikan prospek pengembangan penelitian ke depan, serta berpotensi diaplikasikan dalam kehidupan. Dalam penelitian ini, kami tidak membahas semua parameter itu, melainkan hanya menginvestigasi perubahan polarisasi fluoresens terhadap sudut polarisator awal, dan dikaitkannya dengan hasil interaksi antara VCO dengan ozon.

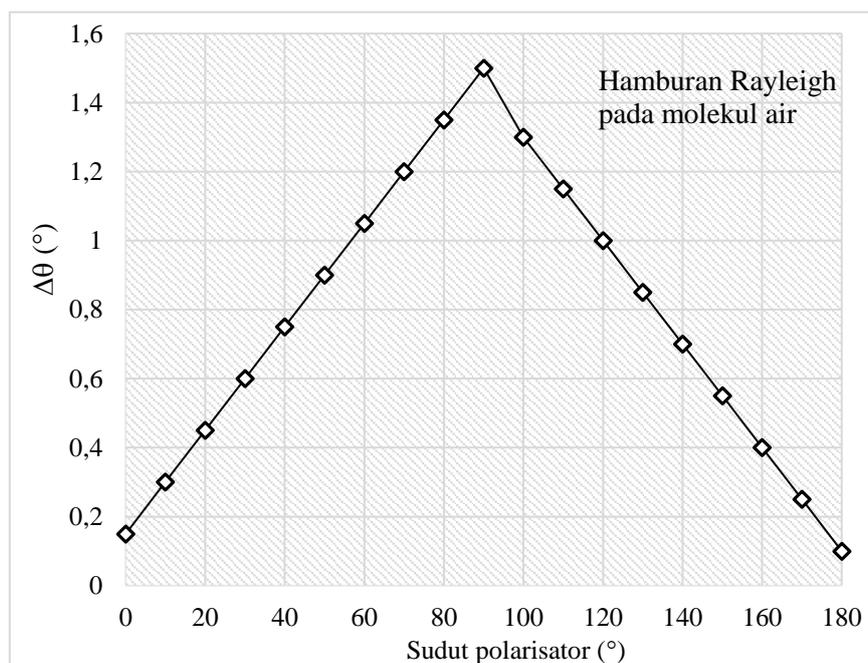
### METODE PENELITIAN

Sampel yang digunakan adalah minyak VCO yang masih layak pakai ketika dilakukan pengukuran, dan kemudian dibagi menjadi empat sampel yang telah mengalami tahapan ozonasi dengan kode  $V_0$ ,  $V_{30}$ ,  $V_{60}$ , dan  $V_{90}$ , yang berturut-turut, merupakan minyak tanpa perlakuan, minyak dengan ozonasi selama 30 menit, minyak dengan ozonasi selama 60 menit, dan minyak dengan ozonasi selama 90 menit. Debit ozon dibuat tetap pada kondisi eksperimen sebesar 0,6 L/menit.

Adapun sumber cahaya yang digunakan berupa laser pointer dengan  $\lambda = 532$  nm. Perubahan polarisasi fluoresens diperoleh dengan sepasang polarisator mengacu pada referensi [10], mirip dengan hamburan Rayleigh, sehingga peralatan penelitian perlu diuji terlebih dahulu dengan polarisasi hamburan Rayleigh menggunakan larutan aquabides. Validasi perubahan mutu minyak diperoleh melalui pengujian angka asam lemak bebas.

### HASIL DAN DISKUSI

Gambar 2 menunjukkan hasil kalibrasi perubahan polarisasi hamburan cahaya elastis atau hamburan Rayleigh, di mana  $\lambda$  cahaya hambur sama dengan  $\lambda$  cahaya datang pada molekul air. Tampak bahwa perubahan sudut polarisasi fluoresens minimum pada sudut polarisator  $0^\circ$  dan maksimum pada  $90^\circ$ , serta bersifat simetri pada sudut polarisator antara  $90^\circ$  sampai  $180^\circ$ . Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem peralatan polarisasi fluoresens dapat digunakan untuk mengukur perubahan polarisasi fluoresens pada sampel VCO.

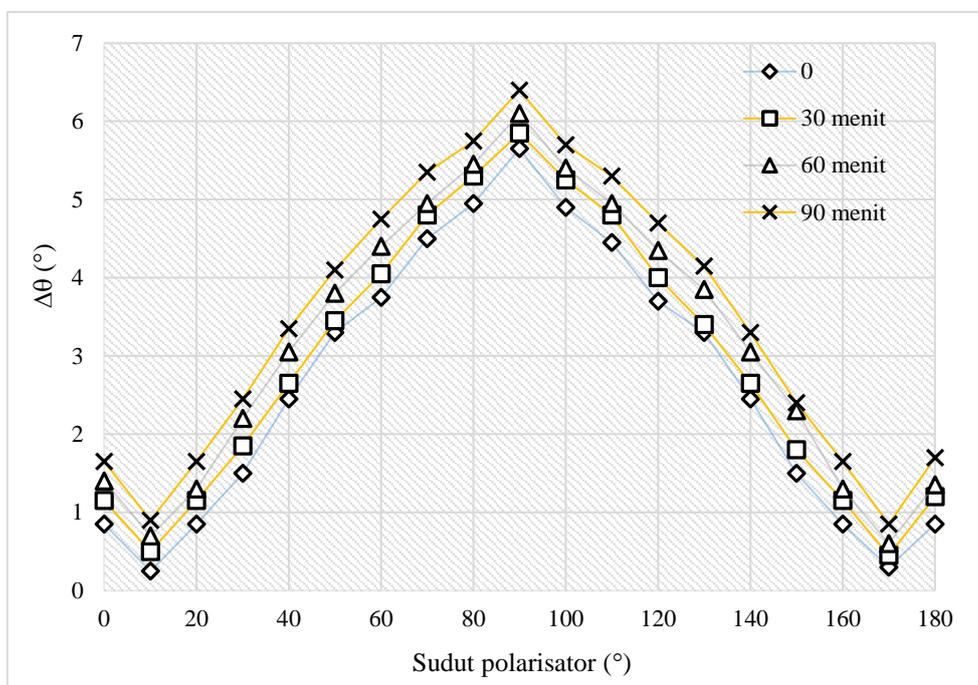


Gambar 2. Perubahan sudut polarisasi hamburan Rayleigh pada molekul air.

Kurva perubahan polarisasi fluoresens terhadap sudut polarisator untuk sampel VCO setelah mengalami perlakuan ditampilkan pada Gambar 3. Tampak bahwa perubahan polarisasi memiliki tren yang sama pada hasil penelitian terdahulu [3]. Pada sudut polarisator  $0^\circ$ , semua sampel menunjukkan perubahan polarisasi  $> 0^\circ$  yang mengindikasikan bahwa VCO bersifat optis aktif serta adanya orientasi molekul pada posisi awal. Keempat sampel menghasilkan perubahan polarisasi minimum pada sudut kritis

polarisator  $\varphi_c = 10^\circ$ , dan maksimum pada sudut polarisator  $90^\circ$ . Perlakuan sampel dengan semakin meningkatnya lama ozonasi ditunjukkan dengan semakin meningkatnya perubahan polarisasi fluoresens. Nilai-nilai tersebut juga mempunyai tren yang simetri pada sudut polarisator  $90^\circ$  sampai  $180^\circ$ .

Hasil uji asam lemak bebas disajikan pada Tabel 1. Diperoleh bahwa semakin lama ozonasi dihasilkan peningkatan asam lemak bebas.



Gambar 3. Perubahan sudut polarisasi fluoresens pada sampel VCO setelah perlakuan ozonasi. Semua sampel terdapat nilai minimum pada sudut kritis polarisator  $\varphi_c = 10^\circ$ .

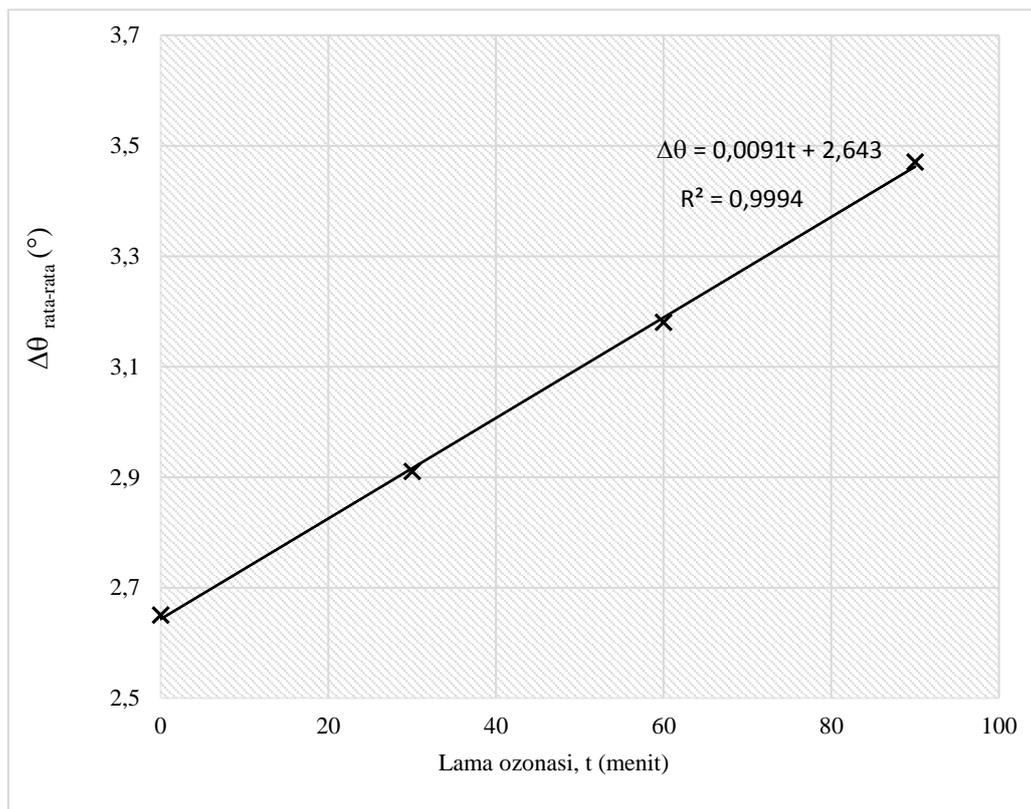
Tabel 1. Perubahan polarisasi fluoresens  $\Delta\theta$  pada sudut-sudut polarisator  $0^\circ$ ,  $10^\circ$  dan  $90^\circ$ , serta hasil uji asam lemak bebas untuk semua sampel

Lama ozonasi (menit)	$\Delta\theta(^\circ)$				Asam lemak bebas (%)
	Pada $\varphi = 0^\circ$	Pada $\varphi_c = 10^\circ$	Pada $\varphi = 90^\circ$	Rata-rata	
0	0,85	0,25	5,65	2,65	0,08365
30	1,15	0,50	5,85	2,92	0,09160
60	1,40	0,70	6,10	3,18	0,09340
90	1,65	0,90	6,40	3,48	0,09775

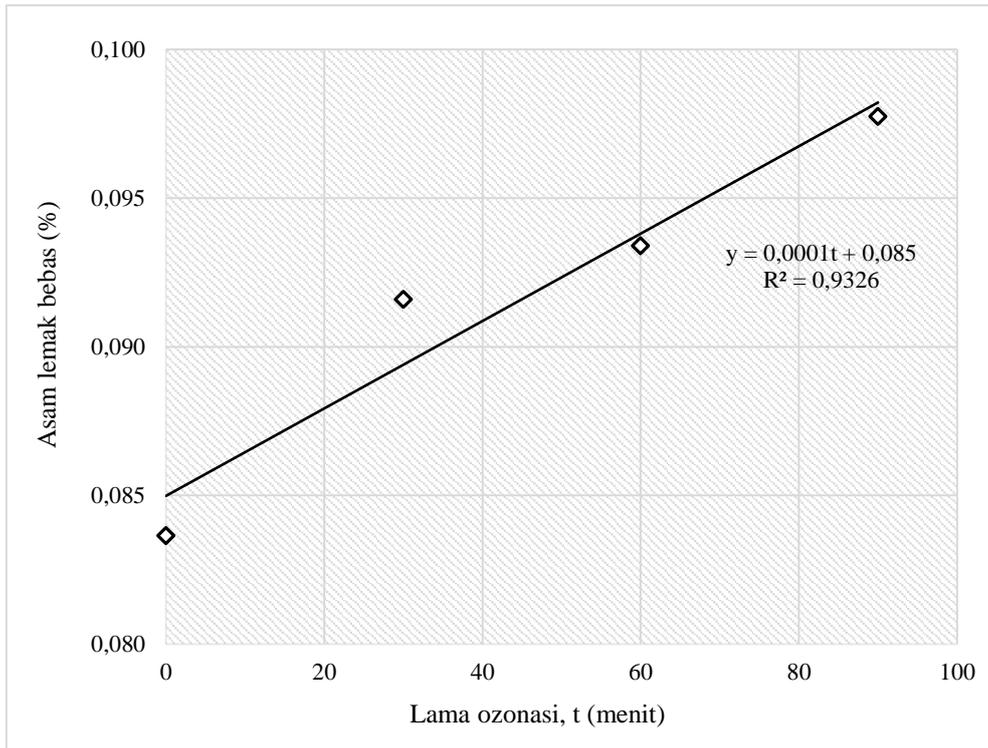
Mengaitkan secara langsung antara perubahan polarisasi fluoresens dengan interaksi ozon dan molekul VCO tidak mudah. Sebab, perubahan polarisasi fluoresens sendiri berdasarkan sifat optis aktif, orientasi, ukuran molekul, jumlah molekul dan transisi emisi dari VCO sendiri. Sedangkan sifat ozon sangat reaktif dan cepat meluruh, sehingga praktis tidak akan memberikan kontribusi langsung pada polarisasi. Demikian pula asam lemak bebas yang dihasilkan pada VCO kemungkinan tidak akan langsung memberikan kontribusi pada polarisasi. Hal ini sudah kami teliti sebelumnya [8], bahwa minyak goreng yang mutunya berkurang tidak serta-merta asam lemaknya bertambah. Pada Gambar 4, Gambar 5, dan

Gambar 6 menunjukkan tren linier perubahan polarisasi vs lama ozonasi, jumlah asam lemak bebas vs lama ozonasi, dan perubahan polarisasi vs jumlah asam lemak bebas.

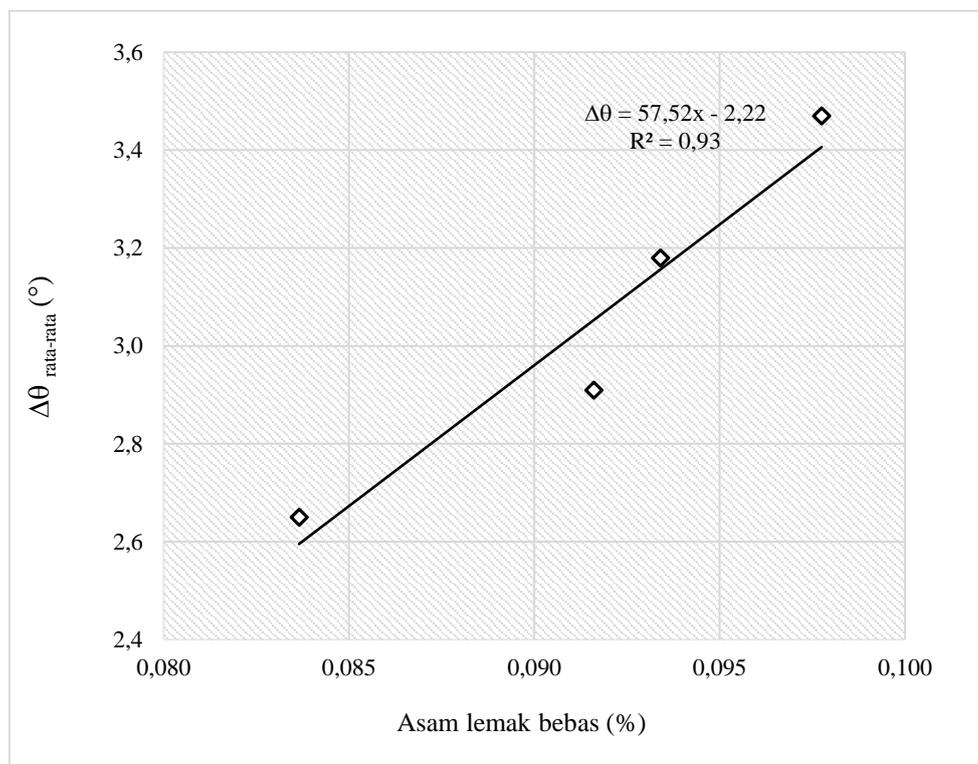
Grafik yang cenderung linier dengan korelasi  $R^2 = 0,9994$  antara kenaikan perubahan polarisasi rata-rata dengan lama ozonasi (atau kenaikan debit ozon) menunjukkan bahwa ozon yang berinteraksi dengan molekul VCO cukup efektif. Pada Gambar 5 dan Gambar 6 tampak bahwa meskipun interaksi dengan ozon dihasilkan asam lemak bebas, namun belum dapat disimpulkan bahwa asam lemak bebas ini berkaitan langsung pada perubahan polarisasi secara efektif.



Gambar 4. Perubahan polarisasi fluoresens rata-rata sebagai fungsi lama ozonasi.



Gambar 5. Jumlah asam lemak bebas sebagai fungsi lama ozonasi.



Gambar 6. Perubahan polarisasi fluoresens rata-rata sebagai fungsi asam lemak bebas.

Ozon yang reaktif berinteraksi dengan molekul trigliserida dalam VCO sehingga dihasilkan asam lemak bebas. Hasil interaksi ini berakibat pada molekul trigliserida, yang semula memiliki tiga molekul asam lemak yang saling bersatu, berubah menjadi molekul digliserida yang hanya memiliki dua molekul asam lemak. Bila digunakan sifat optis aktif minyak, maka perubahan polarisasi di atas berkaitan langsung dengan perubahan sifat asimetri dari trigliserida. Dari sini dapat diperjelas bahwa, pertama, interaksi ozon dengan VCO akan membebaskan satu asam lemak bebas, dan sebagai akibatnya molekul trigliserida menjadi digliserida yang asimetri sehingga memberikan perubahan polarisasi. Kedua, interaksi ozon dengan VCO menghasilkan tambahan molekul ozonida [1, 2] yang menggantikan asam lemak bebas pada molekul trigliserida baru yang semakin bersifat asimetri, sehingga memicu semakin bertambahnya perubahan polarisasi fluoresens. Namun, perubahan trigliserida menjadi digliserida atau trigliserida lain, serta keberadaan ozonida masih perlu diuji dengan *gas chromatography and mass spectroscopy* (GCMS). Meskipun angka asam lemak bebas merupakan salah satu parameter standar mutu minyak berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI), namun parameter tersebut tidak cukup menjelaskan secara langsung keterkaitan interaksi antara ozon dan VCO. Untuk memperoleh penjelasan fisis yang komprehensif, kami mengusulkan bahwa bukan asam lemak **bebas** atau bilangan peroksida yang digunakan sebagai parameter terkait langsung dengan polarisator, melainkan asam lemak (asam lemak jenuh, asam lemak tak jenuh tunggal maupun ganda, asam lemak turunan dan lain-lain) yang terkandung dalam trigliserida sebagai akibat dari hasil interaksi dengan ozon. Minyak yang telah mengalami ozonasi, selain mengalami perubahan asam lemak dalam trigliserida juga dimungkinkan terbentuk molekul lain

semacam ozonida yang bersifat desinfektan. Untuk validasi asam lemak dan ozonida pada molekul trigliserida diperlukan uji GCMS yang sementara belum dapat kami lakukan. Beberapa studi awal telah berhasil menunjukkan bahwa polarisasi pada minyak merupakan kombinasi linier dari asam lemak dominan pada molekul trigliserida [5]. Dengan keberadaan ozonida atau molekul lain akibat ozonasi, maka sangat mungkin menambah perubahan polarisasi fluoresens pada VCO. Selain sifat optis aktif minyak, hasil interaksi ozon dengan VCO yang ditunjukkan oleh Gambar 4, dimungkinkan bertambahnya ukuran molekul asam lemak, terutama rantai molekul asam lemak jenuh yang semakin panjang. Ukuran molekul yang semakin besar akan menambah polarisasi fluoresens. Kajian ini sangat menarik untuk dapat menjelaskan lebih jauh bagaimana interaksi antara ozon dengan larutan, terutama minyak. Selain sebagai instrumen untuk evaluasi mutu minyak dan pengembangannya pada penyelidikan kehalalan minyak akibat cemaran lemak babi, metode ini dapat dikembangkan pada aspek lain di bidang biofisika dan bidang lain yang relevan.

## KESIMPULAN

Kurva perubahan polarisasi fluoresens pada VCO sebagai fungsi sudut polarisator dari interval  $\varphi = 0^\circ$  sampai dengan  $\varphi = 180^\circ$  mempunyai pola yang khas sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya dengan sudut polarisasi minimum pada sudut kritis polarisator  $\varphi_c = 10^\circ$ . Nilai perubahan polarisasi fluoresens secara rata-rata bertambah secara linier terhadap lama ozonasi, yang menunjukkan pula bahwa interaksi ozon dengan molekul trigliserida VCO cukup efektif, ditunjukkan dengan semakin besar sudut polarisasinya yang berarti pula semakin turunnya mutu VCO. Secara tidak langsung kenaikan polarisasi juga ditunjukkan dengan bertambahnya asam lemak bebas dari VCO, meskipun

demikian hubungan bertambahnya asam lemak dan bertambahnya polarisasi fluoresens belum diketahui. Untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif, perlu ditindaklanjuti dengan penelitian pada komposisi asam lemak dalam VCO dan keterkaitannya dengan polarisasi fluoresens. Metode ini dapat dikembangkan untuk penyelidikan minyak-minyak nabati lain, evaluasi minyak halal akibat cemaran lemak babi, dan kajian lain dalam biosains.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bismo S, Ikramina D, Susilarini RE, Nisa HI. *Ozonisasi campuran minyak zaitun dan minyak kedelai untuk sintesis bahan anti-dermatitis*. Prosiding Seminar Nasional Integrasi Proses; 2014,.
- [2] Bismo S, Moulydia F, Salsabila N. *Ozonasi campuran minyak kelapa dan minyak kedelai untuk pembuatan obat luka bakar*. Seminar Nasional Integrasi Proses; 2017.
- [3] Firdausi KS, Afiefah I, Sugito H, Azam M. Mapping various cooking oil using fluorescence polarization. *Journal of Physics and Its Applications*. 2018;1:18-23.
- [4] Firdausi KS, Azam M, Sugito H, Afiefah I. *Efek polarisasi fluoresensi pada minyak canola layak pakai dan kadaluarsa*. Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan Fisika Medis dan Biofisika; 2018.
- [5] Afiefah I, Azam M, Sugito H, Firdausi KS. *Contribution of electro-optics effect on canola oil as a new alternative method for determination of oil quality using transmission and fluorescence polarization*. Semarang: Proceeding of International Seminar on New Paradigm and Innovation on Natural Science and Application; 2018.
- [6] Firdausi KS, Triyana K, Susan AI. An improvement of new test method for determination of vegetable oil quality based on electro-optics parameter. *Berkala Fisika*. 2012;15:77-86.
- [7] Firdausi KS, Sugito H, Rahmawati H, Putranto AB. The relationship between electro-optics gradient and fatty acids composition in a new investigation on palm oil quality. *Advanced Science Letters*. 2017;23:6579-6581.
- [8] Firdausi KS, Suryono, Priyono, Muhlisin Z. *A simple polarization for powerful preliminary test of oil quality level*. Semarang: Proceeding of International Seminar on New Paradigm and Innovation on Natural Science and Application; 2015.
- [9] Asbury CL, Uy JL, van den Engh G. Polarization of scatter and fluorescence signals in flow cytometry. *Cytometry*. 2000;40:88-101.
- [10] Firdausi KS, Sugito H, Putri NK. Simple direct observation of polarization changes of Rayleigh scattering on sugar solution at low concentration. *Journal of Physics: Conference Series*. 2018;1025:012009.