

Sifat Histerisis Pada Konstanta Dielektrik dan Indeks Bias Minyak Zaitun Dengan Variasi Suhu

*(Dielectric Hysteresis Properties and Refractive Index Olive Oil
by Variational Temperature Treatment)*

Luluk Mukarromah, Bowo Eko Cahyono, Misto
Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember (UNEJ)
Jln. Kalimantan 37, Jember 68121
E-mail: lu2k_aidy@yahoo.co.id

Abstrak

Minyak zaitun adalah minyak nabati yang diperoleh dari tanaman zaitun (*olea europaea*). Minyak zaitun dapat digunakan untuk memasak, bahan obat-obatan, dan sabun. Setiap bahan termasuk minyak zaitun memiliki sifat-sifat fisika dan besarnya sangat ditentukan oleh kondisi internal bahan tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui lebar kurva histerisis melalui pengukuran konstanta dielektrik dan indeks bias. Bahan yang diteliti berupa 3 jenis minyak zaitun. Penelitian ini menggunakan metode kapasitansimeter dan difraksi Fraunhofer celah ganda. Diketahui bahwa ketiga jenis minyak zaitun memiliki lebar kurva histerisis yang berbeda pada pengukuran konstanta dielektrik maupun indeks bias dengan variasi suhu. Hubungan antara nilai konstanta dielektrik terhadap suhu menunjukkan peningkatan, sedangkan untuk nilai indeks bias menunjukkan penurunan. Pada pengukuran konstanta dielektrik menunjukkan bahwa minyak zaitun virgin olive oil memiliki lebar kurva histerisis paling besar dibandingkan minyak zaitun extra virgin olive oil dan extra light olive oil. Hal ini menunjukkan bahwa minyak zaitun *virgin olive oil* memiliki kemampuan paling besar untuk menyimpan energi termal. Sedangkan pada pengukuran indeks bias menunjukkan bahwa minyak zaitun *extra virgin olive oil* memiliki lebar kurva histerisis paling besar dibandingkan minyak zaitun *extra light olive oil* dan virgin olive oil. Hal ini juga menunjukkan bahwa minyak zaitun extra virgin olive oil memiliki kemampuan paling besar untuk menyimpan energi termal.

Kata Kunci: Minyak zaitun, konstanta dielektrik, indeks bias, metode kapasitansimeter, metode difraksi Fraunhofer, kurva histerisis

Abstract

Olive oil is a vegetable oil obtained from the olive plant (olea europaea). Olive oil can be used for cooking, medicine, and soap. Every materials including olive oil has the physical properties and the magnitude that is largely determined by the internal condition of the materials. This research is conducted to find out the width of the hysteresis curve through measurement of the dielectric constant and refractive index. The materials are examined in the form of 3 (three) types of olive oil. In this research we use methode of capacitancy and slit diffraction Franhoufer. Note that these three types of olive oil has different width of hysteresis curves on the measurement of dielectric constants as well as refractive index with variational temperatures The relation between the dielectric constants values against temperature shows an increasing and while the values of refractive index shows a decreasing. The measurement of the dielectric constant shows that the virgin olive oil has the widest hysteresis curves than extra virgin olive oil and extra light olive oil. This suggests that virgin olive oil has greatest ability to store thermal energy. Whereas,-the measurement of the refractive index shows that extra virgin olive oil has widest hysteresis curves than extra light olive oil and virgin olive oil. It also shows that the extra virgin olive oil has greatest ability to store thermal energy.

Keywords: Olive oil, dielectric constants, refractive index, method capacitance meter, method of Fraunhofer diffraction, curves hysteresis

PENDAHULUAN

Minyak zaitun berasal dari ekstraksi buah zaitun (*olea europaea*). Minyak zaitun banyak mengandung asam lemak tak jenuh dan sumber polifenol. Tingginya asam lemak tak jenuh yang terkandung dalam minyak zaitun memberi manfaat yang sangat baik untuk tubuh yaitu, dalam bidang kesehatan, kecantikan, dan dalam pencegahan penyakit serta dapat digunakan untuk memasak makanan [1]. Minyak zaitun yang dipanaskan akan menyebabkan perubahan komposisi asam lemak. Perubahan ini terjadi karena adanya minyak yang teroksidasi oleh oksigen.

Oksidasi menyebabkan jumlah asam lemak tak jenuh dalam minyak zaitun menurun sehingga mempengaruhi kualitas minyak zaitun [2].

Minyak zaitun juga memiliki beberapa sifat sebagai bahan, diantaranya sifat listrik dan sifat optik. Sifat listrik berkaitan dengan konduktivitas listrik, resistivitas listrik dan konstanta dielektrik yang diperoleh dengan memberikan stimulus berupa medan listrik [3]. Sedangkan Sifat optik menggambarkan bagaimana respon suatu material terhadap medan elektromagnetik atau radiasi

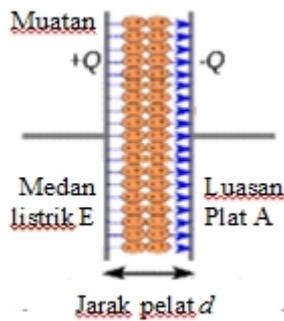
cahaya. Sifat optik ini bisa direpresentasikan pada nilai indeks biasnya [2].

Sifat listrik dan sifat optik suatu bahan juga dapat dilihat berdasarkan kurva histerisis, dimana kurva histerisis tersebut mampu menjelaskan seberapa besar energi yang masih tetap disimpan di dalam bahan akibat energi masukan yang diterapkan pada bahan tersebut [4].

Berdasarkan penjelasan di atas, dilakukan penelitian mengenai karakteristik listrik dan karakteristik optik suatu bahan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui lebar kurva histerisis yang dihasilkan pada pengukuran konstanta dielektrik dan indeks bias. Penelitian ini menggunakan metode kapasitansimeter dan metode difraksi Fraunhofer celah ganda.

Konstanta dielektrik adalah suatu konstanta yang besarnya tergantung pada sistem yang digunakan serta bahan yang digunakan. Sedangkan sistem yang digunakan adalah nilai kapasitor yang dibentuk dari dua buah pelat sejajar yang dipisahkan oleh bahan dielektrik [3].

Secara praktis, sifat dielektrik sering dikaitkan dengan kelistrikan bahan isolator yang ditempatkan di antara dua keping kapasitor [5]. Konstruksi dari suatu kapasitor secara sederhana adalah dua elektroda pelat sejajar yang dipisahkan oleh dielektrik, atau secara umum disebut sebagai kapasitor pelat sejajar seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Kapasitor Pelat Sejajar.

Apabila kapasitor pelat sejajar dengan luas penampang (A) dipisahkan oleh dielektrik dengan jarak (d), kemudian pelat tersebut diberi tegangan (V), maka akan timbul medan listrik (E) yang bekerja di dalam listrik. Akibat adanya medan listrik, maka muatan yang terkandung di dalam dielektrik akan terpolarisasi [6].

Untuk sebuah kapasitor pelat sejajar, nilai kapasitansi dapat dituliskan persamaan:

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} \tag{1}$$

Konstanta dielektrik dinyatakan dalam:

$$\epsilon_r = C \frac{d}{\epsilon_0 A} \tag{2}$$

Keterangan :

ϵ_r : Konstanta Dielektrik

- C : Kapasitansi minyak (pF)
- ϵ_0 : Permittivitas ruang hampa
- A : Luas Tembaga (m²)
- d : Jarak plat (m)

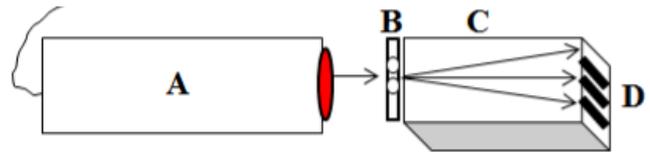
Indeks bias pada setiap medium optik dinyatakan sebagai suatu perbandingan antara cepat rambat cahaya di dalam ruang hampa (vakum) dan cepat rambat cahaya di dalam medium. Secara matematis, indeks bias dinyatakan sesuai persamaan :

$$n = \frac{c}{v} \tag{3}$$

Keterangan:

- n = indeks bias
- c = kecepatan cahaya di dalam vakum (m/s²)
- v = kecepatan cahaya di dalam medium (m/s²)

Difraksi merupakan suatu fenomena setiap simpangan dari optik geometri yang dihasilkan dari gangguan muka gelombang cahaya [7]. Nilai indeks bias larutan dapat dianalisis menggunakan metode difraksi Fraunhofer celah ganda, dengan membandingkan nilai simpangan pola difraksi pada dua medium yang berbeda, sesuai dengan gambar dibawah [8]:



Gambar 2. Berkas sinar laser yang melewati medium udara dan larutan sukrosa

Keterangan:

- A = Laser HeNe
- B = Holder celah ganda
- C = Minyak zaitun dalam wadah sampel
- D = Pola difraksi layar pengamatan

Secara matematis, dapat dituliskan sebagai persamaan (4) [9]:

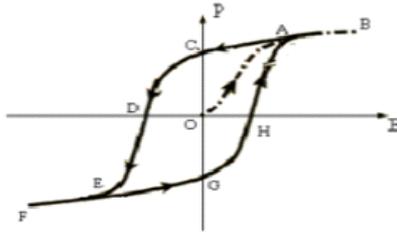
$$n = \frac{c}{v} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{x_1}{x_2} \tag{4}$$

Keterangan:

- λ_1 = panjang gelombang sumber pada medium udara (nm)
- λ_2 = panjang gelombang sumber pada medium larutan (nm)
- x_1 = simpangan pola difraksi pada medium udara (m)
- x_2 = simpangan pola difraksi pada medium larutan (m)

Karakteristik sifat listrik dan sifat optik suatu bahan juga dapat dilihat berdasarkan kurva histerisis. Histerisis merupakan sifat yang dimiliki oleh suatu bahan dimana bahan tersebut tidak secara cepat merespon suhu yang diberikan kepadanya, tetapi memberikan reaksi secara

perlahan atau bahkan keadaan bahan tidak kembali ke keadaan awal.



Gambar 3. Kurva histerisis medan listrik eksternal (E)-polarisasi (P) [10]

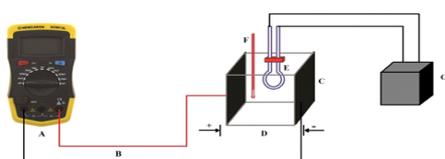
Berdasarkan gambar 3, apabila kuat medan listrik (E) ditingkatkan maka polarisasi (P) akan meningkat mengikuti garis OA , hingga akhirnya konstan seperti garis AB (keadaan saturasi). Kemudian, apabila kuat medan listrik (E) diturunkan hingga titik O , maka polarisasi (P) akan mengikuti garis BC , bukan kembali lagi ke titik O . Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat sisa polarisasi di dalam bahan ketika medan listrik dihilangkan [4]. Sisa polarisasi ini disebut dengan polarisasi remanent. Adanya sisa polarisasi tersebut menunjukkan terdapat sebagian energi yang tetap tersimpan di dalam bahan. Semakin besar sisa polarisasi menunjukkan semakin lebar kurva histerisis sehingga energi yang tersimpan semakin besar.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika Modern Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada bulan Juni sampai Juli 2016. Beberapa peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah laser He-Ne ($\lambda = 632,8 \text{ nm}$), celah difraksi celah ganda dengan lebar celah $0,04 \text{ milimeter}$, layar pengamatan, wadah transparan dengan dimensi $7,5 \text{ cm} \times 2,5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$ dan tebal 1 mm , bangku laser (OS-9172), staval, jangka sorong, kapasitansimeter, termometer, elemen pemanas, sumber tegangan 36 volt , dan tembaga. Variasi perlakuan suhu yang digunakan adalah suhu 30°C sampai suhu 60°C , kemudian diturunkan kembali dari suhu 60°C sampai 30°C dengan interval setiap kenaikan 5°C .

Bahan yang digunakan adalah 3 jenis minyak zaitun yaitu *extra virgin olive oil*, *virgin olive oil*, *extra light olive oil*, dan aquades sebagai bahan pelarut sampel. Pengukuran konstanta dielektrik pada minyak zaitun dilakukan dengan menggunakan metode kapasitansimeter dan pengukuran indeks bias dilakukan dengan menggunakan metode difraksi Fraunhofer celah ganda.

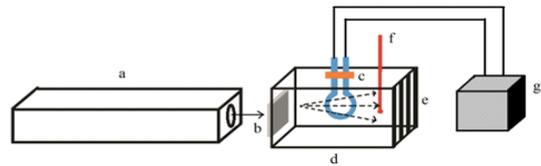
Desain rangkain alat pengukuran konstanta dielektrik dan indeks bias minyak zaitun ditunjukkan oleh gambar dibawah ini:



Gambar 4. Rancangan alat penelitian konstanta dielektrik

Keterangan:

- A : Kapasitansimeter (CM8601A);
- B : Kabel;
- C : Plat PCB (*Printed Circuit Board*);
- D : Wadah minyak zaitun;
- E : Elemen pemanas;
- F : Termometer digital;
- G : Sumber tegangan 36 volt .



Gambar 5. Rancangan alat penelitian indeks bias

Keterangan:

- a : Laser HeNe ($\lambda = 632,8 \text{ nm}$);
- b : Kisi celah ganda;
- c : Elemen pemanas;
- d : Wadah transparan untuk minyak zaitun;
- e : Layar pengamatan;
- f : Termometer digital;
- g : Sumber tegangan 36 volt .

Kalibrasi pada kapasitansimeter maupun difraksi Fraunhofer celah ganda dilakukan sebelum alat digunakan untuk penelitian. Kalibrasi pada kedua alat ini menggunakan sampel larutan aquades dan didapatkan nilai konstanta dielektrik 78 dan nilai indeks bias $1,31$. Berdasarkan nilai kalibrasi yang didapatkan pada kedua alat yang dibandingkan dengan referensi, maka alat telah sesuai dan layak untuk digunakan.

Analisis nilai konstanta dielektrik didapatkan dengan menentukan nilai kapasitansi dai minyak zaitun, kemudian nilai kapasitansi yang didapat digunakan untuk menghitung nilai konstanta dielektrik minyak zaitun, seperti pada persamaan (2). Sedangkan analisis nilai indeks bias didapatkan dengan membandingkan simpangan pola difraksi yang ditangkap oleh layar yang melewati medium udara dan medium minyak zaitun, seperti pada persamaan (4) sebelumnya.

Nilai konstanta dielektrik (ϵ_r) dan nilai indeks bias (n) pada minyak zaitun selanjutnya digunakan untuk mengetahui karakteristik histerisis konstanta dielektrik minyak zaitun dengan membuat grafik hubungan nilai konstanta dielektrik dan indeks bias terukur terhadap suhu yang diukur mulai dari suhu yang terendah sampai suhu tertinggi. Kemudian pengukuran yang sama dilakukan dari suhu yang tinggi ke suhu yang rendah dengan nilai atau cara yang sama. Kemudian dari kurva hubungan konstanta dielektrik dan indeks bias terhadap suhu dihitung lebar kurva histerisis dari ketiga jenis minyak zaitun melalui selisih konstanta dielektrik dan indeks bias yang dihasilkan pada suhu yang sama. Setelah lebar kurva histerisis dari ketiga jenis minyak zaitun diketahui, maka dapat

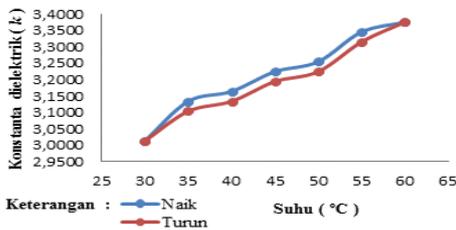
disimpulkan mana minyak yang memiliki lebar kurva histerisis yang paling lebar.

HASIL PENELITIAN

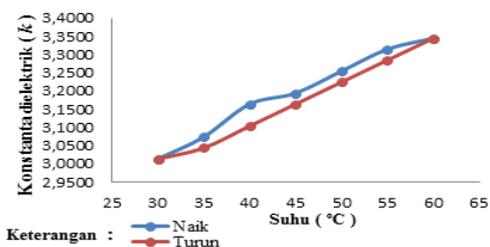
Data yang diperoleh pada penelitian ini adalah nilai kapasitansi dan pola difraksi minyak zaitun pada setiap variasi suhu. Dengan nilai kapasitansi yang diperoleh dapat digunakan untuk mengetahui nilai konstanta dielektrik dari minyak zaitun, sedangkan pola difraksi dapat digunakan untuk mengetahui nilai indeks bias dari minyak zaitun.

Berdasarkan data yang dihasilkan dari pengukuran, nilai konstanta dielektrik pada minyak zaitun semakin besar ketika suhu juga semakin besar, hal ini dikarenakan suhu yang semakin tinggi menyebabkan molekul-molekul merenggang dan muatan pada minyak zaitun bergerak bebas. Molekul yang merenggang mengakibatkan muatan bahan lebih mudah terpolarisasi. Sedangkan untuk nilai indeks bias pada minyak zaitun semakin kecil seiring dengan meningkatnya suhu minyak zaitun, hal ini dikarenakan suhu minyak yang dinaikkan akan menyebabkan ikatan karbon pada molekul minyak mudah rusak atau pecah, sehingga minyak menjadi senyawa dengan rantai karbon lebih pendek yang menyebabkan kerapatan optis minyak menurun.

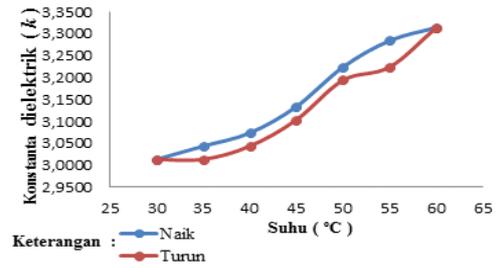
Nilai konstanta dielektrik dan indeks bias yang mengalami perubahan akibat kenaikan dan penurunan suhu, selanjutnya digunakan untuk menentukan kurva histerisis dari setiap sampel. Kurva histerisis ini mampu menunjukkan sifat dielektrik suatu bahan yaitu seberapa besar kemampuan bahan untuk tetap menyimpan energi. Besar kecilnya energi yang tetap disimpan oleh sampel dapat ditentukan berdasarkan lebar kurva histerisis yang didapat melalui selisih nilai konstanta dielektrik dan indeks bias yang dihasilkan pada suhu yang sama. Semakin lebar kurva histerisis menunjukkan energi yang tetap disimpan di dalam sampel semakin besar. Begitu juga sebaliknya semakin sempit kurva histerisis menunjukkan energi yang tetap tersimpan di dalam sampel semakin kecil. Energi yang tetap disimpan tersebut berupa nilai konstanta dielektrik dan indeks bias.



Gambar 6. Kurva histerisis minyak zaitun *extra light olive oil* pada pengukuran konstanta dielektrik

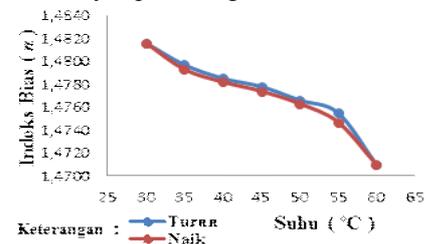


Gambar 7. Kurva histerisis minyak zaitun *extra virgin oliveoil* pada pengukuran konstanta dielektrik

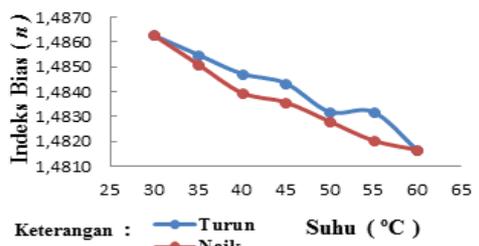


Gambar 8. Kurva histerisis minyak zaitun *virgin olive oil* pada pengukuran konstanta dielektrik

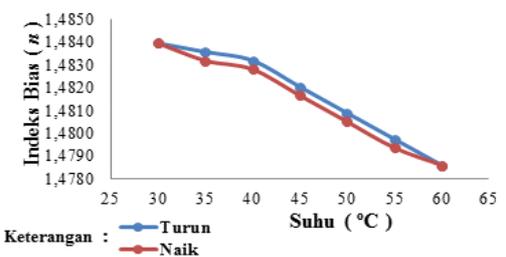
Berdasarkan grafik pada gambar 6, gambar 7, dan gambar 8, minyak zaitun *virgin olive oil* memiliki lebar kurva histerisis paling besar dengan lebar kurva berada pada suhu 55°C dengan nilai 0,0603. Sedangkan untuk minyak zaitun *extra-virgin olive oil* memiliki lebar kurva histerisis lebih kecil daripada minyak zaitun *virgin olive oil* yaitu sebesar 0,0602 berada pada suhu 40°C. Untuk minyak zaitun *extra light olive oil* memiliki lebar kurva histerisis yang paling kecil dengan nilai 0,0301. Hal ini menunjukkan bahwa pada minyak zaitun *virgin olive oil* memiliki kemampuan paling besar untuk menyimpan energi termal, sedangkan pada minyak zaitun *extra light olive oil* memiliki kemampuan paling kecil untuk menyimpan energi termal.



Gambar 9. Kurva histerisis minyak zaitun *extra light olive oil* pada pengukuran indeks bias



Gambar 10. Kurva histerisis minyak zaitun *extra virgin olive oil* pada pengukuran indeks bias



Gambar 11. Kurva histerisis minyak zaitun *virgin olive oil* pada pengukuran indeks bias

Sampel	Lokasi	Konduktivitas ($\mu\text{S/cm}$)	Konsentrasi Fe^{3+} dalam sampel (ppm)
C	30 m ke arah utara	713,491	0,439
D	50 m ke arah barat	254,436	0,114
E	50 m ke arah selatan	243,450	0,122
F	100 m ke arah selatan	241,537	0,146
G	150 m ke arah selatan	269,769	0,163
H	175 m ke arah selatan	240,777	0,122
I	100 m ke arah utara	265,491	0,130
J	150 m ke arah utara	259,890	0,187

Berdasarkan Gambar 9, Gambar 10, dan Gambar 11 diketahui bahwa ketiga jenis minyak zaitun yang digunakan memiliki posisi dan lebar kurva histerisis yang berbeda. Pada minyak zaitun jenis *extra virgin olive oil* lebar kurva histerisis yang dihasilkan paling besar dengan lebar kurva paling besar berada pada suhu 55°C dengan nilai 0,0012. Sedangkan untuk minyak zaitun jenis *extra light olive oil* memiliki lebar kurva histerisis lebih kecil daripada minyak zaitun *extra virgin olive oil* yaitu sebesar 0,0008 berada pada suhu 55°C . Untuk minyak zaitun *virgin olive oil* memiliki lebar kurva histerisis yang paling kecil dengan nilai 0,0004. Hal ini menunjukkan bahwa minyak zaitun jenis *extra virgin olive oil* memiliki kemampuan menyimpan energi termal paling besar, dan minyak zaitun jenis *extra light olive oil* memiliki kemampuan menyimpan energi termal yang lebih besar dibandingkan minyak zaitun *virgin olive oil*. Sedangkan untuk minyak zaitun *virgin olive oil* sendiri memiliki kemampuan menyimpan energi termal paling kecil.

KESIMPULAN

Kurva histerisis yang dihasilkan dari pengukuran konstanta dielektrik menunjukkan bahwa minyak zaitun *virgin olive oil* memiliki lebar kurva histerisis paling besar dibandingkan minyak zaitun *extra-virgin olive oil* dan minyak zaitun *extra light olive oil*. Hal ini menunjukkan bahwa pada minyak zaitun *virgin olive oil* memiliki kemampuan paling besar untuk tetap menyimpan energi termal, dibandingkan pada minyak zaitun *extra-virgin olive oil* dan minyak zaitun *extra-light olive oil*.

Kurva histerisis yang dihasilkan dari pengukuran indeks bias menunjukkan bahwa minyak zaitun *extra-virgin olive oil* memiliki lebar kurva histerisis paling besar dibandingkan minyak zaitun *extra-light olive oil* dan minyak zaitun *virgin olive oil*. Hal ini menunjukkan bahwa pada minyak zaitun *extra-virgin olive oil* memiliki kemampuan paling besar untuk tetap menyimpan energi termal, dibandingkan pada minyak zaitun *extra-light olive oil* dan minyak zaitun *virgin olive oil*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Putri, N. L. 2011. Minyak Zaitun (*Olea Europaea*) Menurunkan Kadar Triglycerida Dalam Lemak Tikus Wistar Jantan. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- [2] Rofiq, A. 2010. Analisa Indeks Bias pada Pengukuran Konsentrasi Larutan Sukrosa Menggunakan Portable Brix Meter. *Skripsi*. Semarang: Universitas

Diponegoro.

- [3] Kamajaya. 1984. *Ringkasan Fisika Edisi Pertama*. Jawa Barat: Ganeca Exact Bandung.
- [4] Kacaribu, R. 2007. Pengaruh Pelapisan Dielektrik Minyak Pada Dielektrik Plastik Terhadap Tegangan Tembus AC. *Skripsi*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [5] Sutrisno. 1985. *Elektronika Teori dan Penerapannya*. Bandung: ITB.
- [6] Umar, E. 2008. *Buku Pintar Fisika*. Jakarta: Media Posindo.
- [7] Pedrotti, F. L. dan Pedrotti, L. S. 1993. *Introduction to Optics: Second Edition*. Prentice-Hall International, Inc: New York.
- [8] Alfianinda, N. A. 2014. Penentuan Indeks Bias Minyak Wijen (*Sesame Oil*) Menggunakan Metode Difraksi Fraunhofer Celah Ganda. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- [9] Wojewoda, G. F. & Ogolnoksztalcacych, Z. S. 2012. Measuring Index of Refraction. *Makalah Terjemahan oleh Malgorzata Czart*. Poland: Bydgoszcz.
- [10] Istiqomah, M., Jamaluddin, A., dan Iriani, Y. 2014. Pembuatan Material Feroelektrik Barium Titanat (BaTiO_3) Menggunakan Metode Solid State Reaction. *Jurnal Fisika Indonesia*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret. ISSN 1410-2994. **18** (53): 59-61.