

PENGARUH PENAMBAHAN LEMAK MARGARIN TERHADAP KONSTANTA DIELEKTRIK MINYAK GORENG

THE EFFECT OF MARGARINE FAT ADDITION TO THE DIELECTRIC CONSTANT OF COOKING OIL

Bowo Eko Cahyono^{1,a}, Misto^{1,b}, dan Rofiatun^{1,c}

¹Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember
Jln. Kalimantan 37, Jember 68121, Indonesia

e-mail: ^abowo_ec@yahoo.com, ^bmisto.fmipa@unej.ac.id, dan ^crofiatunphysics@yahoo.com

Diterima: 20 Januari 2017 Disetujui: 30 Mei 2017 Direvisi: 18 Juni 2017

Abstrak

Minyak goreng adalah minyak nabati yang telah dimurnikan dan dapat digunakan sebagai bahan pangan. Lemak dan minyak memiliki sifat listrik yang khas dan besarnya sangat ditentukan oleh kondisi internal bahan tersebut. Penelitian untuk menguji kualitas minyak goreng dilakukan secara kimia, sementara pengujian berdasarkan kandungan lemaknya dengan sifat kelistrikan belum dilakukan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan lemak margarin terhadap konstanta dielektrik minyak goreng. Penelitian ini menggunakan metode kapasitif dengan bahan minyak goreng kelapa sawit kemasan, minyak goreng curah dan margarin. Diharapkan bahwa nilai konstanta dielektrik minyak goreng kemasan mendekati nilai konstanta dielektrik minyak goreng curah pada penambahan margarin sebanyak 10 g - 11 g atau 18 % - 20 %. Hubungan antara penambahan margarin terhadap konstanta dielektrik minyak goreng adalah sangat kuat yang ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,986 dan trend hubungan keduanya adalah linier yang didekati dengan persamaan garis $y = 0,6334x + 4,3197$ dengan koefisien determinasi r^2 sebesar 0,991.

Kata Kunci: minyak, konstanta dielektrik, koefisien korelasi, koefisien determinasi

Abstract

Cooking oil is a vegetable oil that has been purified and can be used as a food ingredient. Fats and oils have unique electrical properties and the amount is affected by the internal conditions of the material. This study aimed to determine the effect of margarine fat to the dielectric constant of the cooking oil. This research used a capacitive method with palm cooking oil packing, bulk cooking oil and margarine as the assessed materials. It is known that the value of the dielectric constant of packaging cooking oil approached the value of the dielectric constant of the bulk cooking oil in addition of 10 g - 11 g margarine or 18 % - 20 % margarine. The relationship between the dielectric constant and margarine addition to the cooking oil was very strong indicated by the coefficient of correlation value 0.986. The trend of relationship between those two variables was linear and approached by linear equation $y = 0.6334x + 4.3197$ with the coefficient of determination r^2 was 0.991.

Keywords: *cooking oil, dielectric constant, correlation coefficient, coefficient of determination*

PACS: 07.07.Df

© 2017 Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA) is licensed under [CC BY NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

I. PENDAHULUAN

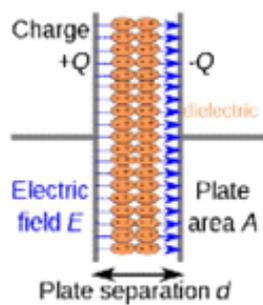
Minyak goreng merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia sebagai alat pengolahan bahan makanan. Minyak goreng umumnya dibagi menjadi 2 kategori yaitu minyak goreng curah dan minyak goreng kemasan. Minyak goreng curah biasanya hanya mengalami 1 kali penyaringan, sedangkan minyak goreng kemasan mengalami 2-3 kali penyaringan [1]. Pada proses penyaringan tersebut akan terpisahkan fase padat (misalnya lemak) dan fase cair yang terkandung dalam minyak sehingga minyak dengan 2-3 kali penyaringan memiliki kualitas yang lebih baik.

Keberadaan lemak dalam minyak dapat dideteksi berdasarkan sifat kelistrikannya yang salah satunya adalah nilai konstanta dielektriknya [2]. Karakteristik listrik minyak tumbuhan terhadap suhu pernah diteliti oleh Rochdi dkk [3]. Pada dasarnya, setiap bahan pangan memiliki sifat dielektrik yang berbeda. Sifat dielektrik merupakan sifat yang menggambarkan tingkat kemampuan suatu bahan untuk menyimpan muatan listrik pada beda potensial yang tinggi. Sifat dielektrik pada beragam bahan pangan dibutuhkan untuk memahami perilaku bahan ketika dimasukkan ke medan elektromagnetik, pada frekuensi dan suhu tertentu [4]. Meskipun pengukuran nilai konstanta dielektrik dapat digunakan untuk mendeteksi kandungan lemak sebagai indikasi kualitas minyak goreng, namun metode ini belum diterapkan untuk pengujian kualitas minyak. Metode yang sudah digunakan adalah metode kimia [5].

Identifikasi sifat listrik dari minyak goreng penting untuk dilakukan karena dapat dijadikan indikator kualitas minyak dan pengembangannya dapat dimanfaatkan untuk pemantauan kualitas minyak goreng yang ada di pasaran dengan alat otomatis secara lebih cepat dan akurat. Berdasarkan penjelasan di atas, dilakukan penelitian mengenai karakteristik listrik suatu bahan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kapasitansi dan konstanta dielektrik minyak goreng yang telah tercampur margarin, serta mengetahui kecenderungan hubungan antara penambahan margarin pada minyak goreng sawit terhadap konstanta dielektriknya. Penelitian ini menggunakan metode kapasitif yang menggunakan voltmeter sebagai alat pembaca tegangan.

Secara praktis, orang seringkali mengaitkan sifat dielektrik dengan kelistrikan bahan isolator yang ditempatkan di antara dua keping kapasitor [6]. Bahan dielektrik umumnya digunakan untuk memisahkan dua pelat sejajar pada kapasitor [7]. Karakteristik suatu bahan dapat diamati dengan menggunakan metode dielektrik, dalam metode ini banyak variabel yang bisa digunakan untuk menentukan karakteristik suatu bahan, diantaranya adalah kapasitansi, resistensi, konstanta dielektrik, induktansi, impedansi, dll [8].

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 1.

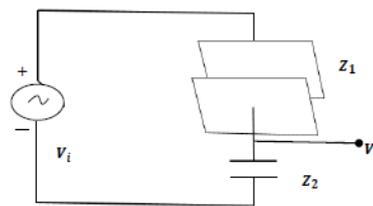


Gambar 1. Kapasitor Pelat Sejajar [9]

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 didalam dielektrik. Akibat adanya medan elektrik, maka muatan yang terkandung didalam dielektrik akan terpolarisasi [10].

Pada tahun 1837, Michael Faraday melakukan penelitian tentang pengaruh suatu pengisian ruang di antara pelat kapasitor dengan menggunakan bahan dielektrik. Faraday menggunakan dua kapasitor yang identik, dimana salah satu kapasitor diberi suatu bahan dielektrik di antara kedua pelatnya, sedangkan kapasitor yang lain di antara kedua pelatnya berisi udara pada tekanan normal. Kedua kapasitor tersebut diberi potensial listrik yang besarnya sama, namun setelah diukur muatan kapasitor yang mengandung bahan dielektrik jauh lebih besar dari pada muatan pada kapasitor yang mengandung udara. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan bahan dielektrik di antara kedua pelat kapasitor dapat meningkatkan nilai kapasitansi kapasitor [11].

Rangkaian sensor kapasitansi yang terdiri dari pelat kapasitor paralel tersusun seri dengan komponen kapasitor tampak seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Sensor Kapasitansi

Gambar di atas menunjukkan lintasan pembagi tegangan dengan V_i adalah tegangan masukan dan V_o adalah sinyal tegangan sensor, Z_2 adalah impedansi Z_1 adalah impedansi dari bahan dielektrik. Sehingga didapatkan persamaan untuk rangkaian diatas yaitu:

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} \tag{1}$$

Apabila sebuah kapasitor dihubungkan dengan sebuah pembaca tegangan osiloskop dan voltmeter, maka akan dihasilkan sinyal keluaran berupa tegangan, sehingga diperoleh persamaan kapasitansi tegangan sebagai berikut:

$$C_1 = \frac{C_2}{\left(\frac{V_i}{V_o} - 1\right)} \tag{2}$$

Keterangan:

V_o : Tegangan output (V)

V_i : Tegangan input (V)

C_1 : Kapasitor pelat sejajar (F)

C_2 : Kapasitor (F)

Konstanta dielektrik adalah perbandingan nilai kapasitansi kapasitor pada bahan dielektrik dengan nilai kapasitansi di ruang hampa. Konstanta ini merupakan perbandingan energi listrik yang tersimpan pada bahan tersebut jika diberi sebuah potensial, relatif terhadap ruang hampa. Seperti yang diunjukkan persamaan berikut:

$$\kappa = \frac{C}{C_o} \tag{3}$$

Dengan C_o adalah kapasitansi tanpa bahan dielektrik, yang mana kapasitansi tersebut akan meningkat sebesar κ ketika bahan

dielektrik mengisi penuh ruang antar keping. Untuk kapasitor keping sejajar yang diisi bahan dielektrik, kapasitansinya adalah:

$$C = \kappa \frac{\epsilon_0 A}{d} \quad (4)$$

dengan d adalah jarak antar pelat dan A adalah luas pelat [12].

II. METODE PENELITIAN

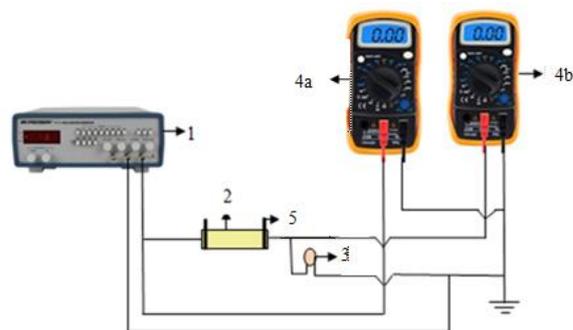
Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui nilai konstanta dielektrik beberapa minyak goreng untuk mengetahui perbandingan fraksi campuran lemaknya. Minyak goreng kemasan dijadikan acuan untuk melihat sebesar berapa fraksi kandungan lemak pada minyak curah dibanding dengan minyak goreng kemasan. Perlakuan yang diterapkan adalah mencampur minyak goreng kemasan dengan lemak (margarin) dengan peningkatan konsentrasi secara bertahap. Pengukuran nilai konstanta dielektrik pada suatu bahan (minyak goreng kemasan, minyak goreng curah, margarin dan campuran margarin dengan minyak goreng) dilakukan pada suhu ruang dengan menggunakan metode kapasitif pelat sejajar dan voltmeter sebagai pembacaan tegangan masukan (V_i) dan tegangan keluaran rangkaian (V_o) yang selanjutnya digunakan dalam penentuan nilai kapasitansi untuk memperoleh nilai konstanta dielektrik (κ) sampel. Suhu ruang tidak divariasikan untuk melihat perubahan nilai konstanta dielektrik akibat parameter penambahan lemak saja.

Pengambilan data dilakukan dengan mengisi penuh wadah dengan sampel (minyak goreng kemasan, minyak goreng curah, margarin dan campuran minyak dengan margarin). Pencampuran dilakukan dengan volume minyak tetap (50 mL) dengan menambahkan margarin sebanyak 1 g – 15 g dengan interval 1 g setiap penambahannya. Pengambilan data dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan pada suhu ruang (29 °C). Setiap pengambilan data dilakukan dengan cara yang sama,

menggunakan frekuensi 200 kHz. Sehingga didapatkan nilai tegangan input dan nilai tegangan output. Pada penelitian ini tidak dilakukan variasi suhu dan frekuensi.

Penyusunan alat penelitian dilakukan sebaik mungkin, dimana dua buah pelat penghantar diletakkan berdampingan tetapi tidak bersentuhan dan diantaranya terdapat sampel. Masing-masing pelat dihubungkan dengan keluaran dan masukan dari pengukur tegangan (voltmeter) dan *function generator*. Sehingga dapat diketahui nilai kapasitansi dari suatu bahan yang nantinya dapat digunakan untuk mengetahui nilai dielektrik dari masing-masing bahan.

Rancangan desain pengukuran konstanta dielektrik suatu bahan ditunjukkan oleh gambar berikut.



Gambar 3. Desain Alat Penelitian

Keterangan:

- 1 : Function generator
- 2 : Sampel
- 3 : Kapasitor
- 4a : Voltmeter sebagai pembaca tegangan masukan
- 4b : Voltmeter sebagai pembaca tegangan keluaran
- 5 : Pelat tembaga

Data pengukuran berupa nilai tegangan input dan nilai tegangan output, dari data tersebut dapat diketahui nilai kapasitansi dari suatu bahan dengan menggunakan persamaan (2),

dengan memasukkan nilai kapasitansi pada persamaan (4) dapat diketahui nilai konstanta dielektrik dari bahan. Pengambilan data dilakukan sebanyak tiga kali untuk melihat tingkat presisi dari pengukuran yang dilakukan. Dari hasil yang didapat akan dihitung rata-rata $\bar{\kappa}$ dan standard deviasinya $\Delta\kappa$, sehingga besarnya nilai konstanta dielektrik yang didapatkan dinyatakan dengan nilai ralatnya menggunakan persamaan:

$$\kappa = (\bar{\kappa} \pm \Delta\kappa) \tag{5}$$

Selanjutnya, analisis terhadap hasil penelitian yang didapatkan dilakukan dengan membuat plot penambahan massa margarin sebagai sumbu x dan nilai konstanta dielektrik sebagai sumbu y. Dari grafik hubungan antara kedua variabel tersebut dapat diketahui trend perubahan nilai konstanta dielektrik terhadap penambahan massa margarine (lemak). Untuk mengetahui seberapa kuat hubungan antar kedua variabel tersebut yaitu penambahan massa margarin terhadap nilai konstanta dielektrik, maka dilakukan uji korelasi dengan menggunakan SPSS.

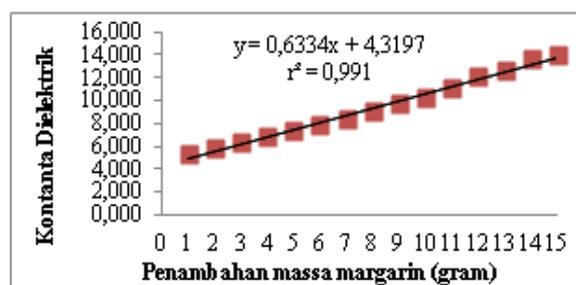
III. HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

Pengukuran pertama dilakukan pada masing-masing sampel dengan mengisi penuh. Didapatkan nilai konstanta dielektrik pada minyak goreng kemasan adalah 3,113, nilai konstanta dielektrik minyak goreng cegah adalah 10,370 dan nilai konstanta dielektrik margarin adalah 15,184. Pengambilan data berikutnya dilakukan pada setiap penambahan massa margarin mulai dari 1 g sampai 15 g dengan rentang 1 g setiap penambahannya. Hasil yang diperoleh ditunjukkan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Konstanta Dielektrik Terukur pada Penambahan Margarin

Penambahan Margarin (g)	Fraksi Margarin (%)	Konstanta Dielektrik
1	2,260	5,329
2	4,420	5,873
3	6,486	6,348
4	8,465	6,872
5	10,362	7,384
6	12,182	7,91
7	13,930	8,442
8	15,609	9,019
9	17,224	9,754
10	18,778	10,288
11	20,276	11,71
12	21,718	12,07
13	23,110	12,692
14	24,453	13,624
15	25,750	14,031

Berdasarkan data Tabel 1 maka hubungan penambahan massa margarin terhadap konstanta dielektrik minyak goreng dapat ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hubungan antara Penambahan Massa Margarin terhadap Nilai Konstanta Dielektrik Minyak Goreng Kelapa Sawit Kemasan

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa pada setiap penambahan massa margarin dari 1 g – 15 g, menyebabkan perubahan pada nilai konstanta dielektrik yang semakin meningkat. Peningkatan tersebut terlihat linier yang didekati dengan persamaan $y = 0,6334 x + 4,3197$ dengan koefisien determinasi sebesar 0,991. Hal ini dapat dikatakan bahwa tingkat kelinieran hubungan penambahan lemak terhadap nilai konstanta dielektrik terukurnya sangat tinggi.

Hal ini disebabkan karena lemak (margarin) mempunyai nilai konstanta dielektrik yang lebih besar dibandingkan minyak goreng kemasan. Sehingga ketika minyak goreng kemasan yang mulanya memiliki nilai dielektrik yang lebih kecil dari lemak (margarin), nilai dielektriknya akan bertambah. Selain itu, penambahan margarin menyebabkan minyak goreng kelapa sawit semakin kental. Suatu larutan yang semakin kental memiliki kerapatan molekul yang semakin besar sehingga gaya molekul yang dihasilkan juga semakin besar. Besarnya gaya tersebut akan mengakibatkan molekul-molekul yang memiliki dipole sesaat menginduksi molekul lainnya, sehingga akan membuat molekul pada bahan dielektrik semakin cepat menghasilkan dipole. Molekul yang telah menghasilkan dipol sesaat akibat medan listrik luar maka molekul-molekulnya akan cepat terpolarisasi dan membuat konstanta dielektriknya semakin besar [12].

Semakin besar nilai konstanta dielektrik, menunjukkan semakin besar kemampuan minyak tersebut dalam menyimpan energi listrik. Besar kecilnya nilai konstanta dielektrik disebabkan oleh adanya kandungan yang berbeda-beda pada setiap sampel tersebut. Sehingga saat minyak goreng kemasan mengalami penambahan massa margarin, nilai konstanta dielektriknya juga semakin bertambah. Hal ini kemungkinan disebabkan karena minyak terkontaminasi lebih banyak molekul polar sehingga menyebabkan sifatnya sebagai isolator memburuk, hal ini ditandai dengan meningkatnya nilai konstanta dielektrik.

Berdasarkan pada hasil uji korelasi yang dilakukan melalui SPSS didapatkan hubungan yang sangat kuat antara penambahan massa margarin dengan perubahan nilai konstanta dielektrik minyak goreng. Hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang

mendekati 1. Koefisien korelasi yang didapatkan adalah sebesar 0,986, yang artinya 98,6 % penambahan fraksi lemak margarin mempengaruhi nilai konstanta dielektrik minyak goreng. Dalam hal ini, semakin besar nilai persen dari koefisien korelasi yang didapat, maka hubungan dari kedua variabel yang dianalisis (penambahan massa margarin dan nilai konstanta dielektrik) akan semakin kuat atau variabel yang satu sangat berpengaruh terhadap nilai variabel yang lain.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa pada setiap penambahan massa margarin baik dari 1 g – 15 g menyebabkan perubahan nilai dielektrik pada minyak goreng. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa pada penambahan margarin sekitar 10 g – 11 g atau pada saat penambahan 18 % - 20 %, minyak goreng yang diteliti bersifat atau nilai dielektriknya mendekati minyak goreng curah. Dari hasil yang didapat, diketahui bahwa hubungan kedua variabel adalah linier yang dapat didekati dengan garis linier $y = 0,6334 x + 4,3197$ dengan tingkat kelinieran sebesar 99,1%. Sementara itu korelasi kedua variabel yang diteliti terindikasi sangat kuat, hal ini ditunjukkan oleh nilai koefisien korelasi yang didapat yaitu sebesar 0,986.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang sudah membantu terlaksananya penelitian ini khususnya Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember atas pinjaman alat dan instrumen pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sudarmadji A. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Jakarta: Liberty; 1994.

- [2] Pace WE, Westphal WB, dan Goldblith SA. Dielectric Properties of Commercial Cooking Oils. *Journal of Food Science*. 1968; **33**(1): 30-36. DOI: <http://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1968.tb00879.x>.
- [3] Rochdi R, et al. Study of the Electrical Properties of Vegetable Oils as an Alternative to Mineral Insulating Oils. *Advances in Environmental Biology*. 2014; **8**(5): 1218-1221. Terdapat pada: <http://www.aensiweb.com/old/aeb/2014/1218-1221.pdf>.
- [4] Nuwaiir. *Kajian Impedansi dan Kapasitansi Listrik pada Membran Telur Ayam Ras*. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 2009.
- [5] Lempang IR, Fatimawali, dan Pelealu NC. Uji Kualitas Minyak Goreng Curah dan Minyak Goreng Kemasan di Manado. *Jurnal Ilmiah Farmasi PHARMACON*. 2016; **5**(4): 155-161. Terdapat pada: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/pharmacoon/article/view/13987>.
- [6] Sutrisno. *Elektronika Teori dan Penerapannya*. Bandung: ITB Press; 1985.
- [7] Hermawan B. Monitoring Kadar Air Tanah Melalui Pengukuran Sifat Dielektrik Pada Lahan Jagung. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 2005; **7**: 15-22. Terdapat pada: <http://repository.unib.ac.id/132/1/15JIPI-2005.PDF>.
- [8] Hidayat H. *Estimasi Kemasakan Buah Pisang Menggunakan Sensor Kapasitansi*. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Jember: Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember; 2015.
- [9] Bonggas dan Tobing L. *Dasar Teknik Pengujian Tegangan Tinggi Edisi Kedua*. Jakarta: Erlangga; 2003.
- [10] Umar E. *Buku Pintar Fisika*. Jakarta: Media Posindo; 2008.
- [11] Hayt WH dan Buck JA. *Elektromagnetika*. Jakarta: Erlangga; 2006.
- [12] Giancoli DC. *Fisika Jilid 2 Edisi Kelima*. diterjemahkan Yuhliza Hanum. Jakarta: Erlangga; 2011.