

KAJIAN KARAKTERISTIK DIELEKTRIK MINYAK JELANTAH MENGUNAKAN LCR METER

Kadek Listuayu^{1,2)}, Jannes Bastian Selly^{2,3)}, Wira Dian Jauharah²⁾, Rohul Hayati²⁾,

1) Program Studi Teknik Elektromedik Institut Ilmu Kesehatan Medika Persada, Bali

2) Program Magister Fisika Medis dan Biofisika Universitas Brawijaya, Malang

3) STIKes Citra Husada Mandiri Kupang

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai karakteristik dielektrik minyak goreng, terutama minyak jelantah dengan penambahan plastic. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perbedaan karakteristik dielektrik minyak sawit dengan penambahan plastik dan variasi banyaknya penggunaan berdasarkan pengukuran menggunakan LCR-Meter. Penelitian ini termasuk jenis penelitian eksperimen. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jumlah pengulangan penggorengan, sedangkan variabel terikat adalah nilai impedansi minyak. Hasil pengukuran dielektrik pada minyak dengan menggunakan LCR meter ditemukan bahwa karakteristik dielektrik minyak untuk berbagai jumlah pemakaian, ketika diberikan frekuensi dengan interval 100 – 2000 Hz secara keseluruhan menunjukkan nilai kapasitansi yang menurun secara eksponensial. Hal yang sama juga terjadi pada nilai konstanta dielektrik dari masing-masing sampel. Hasil diharapkan dapat menjadi data awal untuk dikembangkan dalam penelitian selanjutnya sehingga dapat dihasilkan instrument dalam menentukan kualitas minyak berdasarkan karakter dielektrik.

Kata Kunci : Karakteristik dielektrik, minyak sawit, impedansi, kapasitansi, LCR meter

ABSTRACT

Research has been conducted on the dielectric characteristics of cooking oil, especially used cooking oil with the addition of plastic. The purpose of this study was to determine the differences in the characteristics of dielectric palm oil with the addition of plastic and variations in the number of uses based on measurements using LCR-Meter. This study included the type of experimental research. The independent variable in this study is the number of repeat frying, while the dependent variable is the oil impedance value. The results of dielectric measurements on oil using LCR meters found that the dielectric characteristics of oil for various amounts of use, when given frequencies with intervals of 100 - 2000 Hz, overall showed a capacitance value that decreased exponentially. The same thing also happens to the dielectric constant value of each sample. The results are expected to be the initial data to be developed in further research so that instruments can be produced in determining oil quality based on dielectric characters.

Keywords: Dielectric characteristics, palm oil, impedance, capacitance, LCR meter

PENDAHULUAN

Minyak merupakan salah satu anggota dari golongan lipid yang tersusun dari tiga unit asam lemak. Minyak terdiri dari asam lemak gliserol yang dapat digunakan sebagai media penghantar panas. Minyak nabati yang berasal dari buah sawit dan kelapa, dapat digunakan dalam proses memasak, salah satunya pada teknik menggoreng. Minyak goreng yang baik dan

aman untuk dikonsumsi memiliki beberapa kriteria, salah satunya adalah banyaknya pengulangan penggorengan. Minyak yang baik hanya boleh digunakan hingga tiga kali penggorengan. Selebihnya, minyak akan mengalami perubahan warna dan penurunan kualitas sehingga tidak layak lagi untuk dikonsumsi. Minyak yang telah dipakai secara berulang-ulang, biasa dikenal sebagai minyak

jelantah. Minyak jelantah merupakan minyak yang tidak layak dikonsumsi karena seiring dengan pemanasan yang berulang menyebabkan minyak mudah mengalami oksidasi dan menimbulkan radikal bebas yang berakibat buruk bagi tubuh apabila dikonsumsi. Selama penggorengan sebagian minyak akan teradsorpsi dan masuk ke bagian luar bahan yang digoreng dan mengisi ruang kosong yang semula diisi oleh air. Hasil penggorengan biasanya mengandung 5-40 % minyak. Konsumsi minyak yang rusak dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti pengendapan lemak dalam pembuluh darah (Artherosclerosis) dan penurunan nilai cerna lemak. Dalam minyak yang dipanaskan kemungkinan juga terdapat senyawa karsinogenik yang dibuktikan dari bahan pangan berlemak yang teroksidasi yang dapat mengakibatkan pertumbuhan kanker hati. Selain itu selama penggorengan juga akan terbentuk senyawa acrolein yang bersifat racun dan menimbulkan rasa gatal pada tenggorokan. Berdasarkan uraian di atas, perlu dilakukan pengujian terhadap karakteristik minyak goreng jelantah, agar dapat diketahui perbedaannya dengan minyak goreng murni yang baik dan layak dikonsumsi. Salah satu uji yang dapat dilakukan secara fisika adalah dengan menentukan karakteristik kelistrikan minyak goreng. Sehingga berdasarkan hasil yang diperoleh dapat dianalisis perubahan karakteristik kelistrikan yang berpengaruh pada kualitas minyak goreng tersebut.

Peralatan dan Metode

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *signal generator*, LCR meter GW-Instek seri 816, PCB tembaga, kabel, pipet tetes, botol sampel, minyak goreng kemasan salah satu merk, bahan makanan dengan kandungan tinggi protein untuk proses menggoreng. Proses penelitian dimulai dengan mempersiapkan preparat dari PCB tembaga seperti pada gambar berikut



Gambar 1. Plat kapasitor untuk mengukur dielektrik minyak

Selanjutnya dilakukan kalibrasi untuk peralatan LCR meter



Gambar 2. Kalibrasi LCR meter

Perancangan sistem pengukuran dilakukan sedemikian rupa. Sampel minyak yang ingin diukur dimasukkan ke dalam plat kapasitor, kemudian plat kapasitor yang telah dijepit dihubungkan dengan penjepit pada konektor LCR meter seperti pada skema rangkaian alat yang ditunjukkan pada Gambar 3 berikut ini



Gambar 3 Rangkaian sistem pengukuran LCR meter

Sampel yang dipergunakan dalam penelitian untuk antara lain minyak murni dan minyak jelantah dengan penambahan plastik. Dalam penelitian ini ditetapkan 5 sampel diantaranya 1 sampel minyak murni (kontrol) dan 4 sampel minyak jelantah yang digunakan masing-masing 2, 4, 6 dan 8 kali pengulangan penggorengan. Bahan masakan yang digunakan adalah tahu dan nugget. Proses penggorengan dilakukan pada rentang suhu 120°C - 160°C . setiap selesai dilakukan penggorengan, minyak akan diangkat dan didinginkan baru kemudian di pakai lagi, demikian seterusnya sampai jumlah pemakaian 8 kali. Masing-masing sampel dimasukkan ke dalam botol sampel berukuran 20 ml.

Data hasil pengukuran karakteristik dielektrik pada minyak adalah berupa nilai kapasitansi dan pada buah adalah nilai impedansinya. Untuk minyak, dari hasil 5 kali pengukuran dapat dihitung rata – rata dari nilai kapasitansi. Caranya dengan menjumlah 5 data yang terukur dari masing-masing sampel dan dibagi dengan jumlah data yang diukur. Dengan

nilai rata-rata dapat dihitung pula nilai konstanta dielektriknya. Setelah diperoleh hasil pengukuran kapasitansi (C), luas penampang plat kapasitor tembaga (A), jarak antar plat (d) dan besar permitivitas udara yaitu $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ F/m dapat dilakukan perhitungan untuk mencari nilai konstanta dielektriknya (ϵ_r/K).

Analisa data yang dilakukan adalah menggambarkan hubungan antara karakteristik dielektrik (kapasitansi, dan konstanta dielektrik) yang diperoleh dengan frekuensi pengukuran. Nilai kapasitansi diplotkan terhadap frekuensi, begitu juga dengan nilai konstanta dielektrik. Kemudian diplotkan nilai kapasitansi dan konstanta dielektrik terhadap jumlah pemakaian minyak. Diamati trendline dan persamaan yang terbentuk dan dibandingkan dengan teori.

Hasil dan Pembahasan

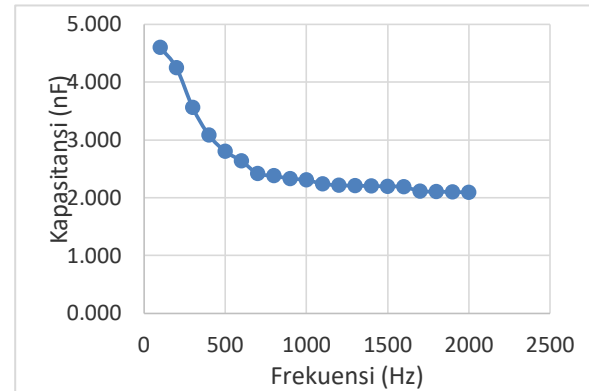
1) Analisa karakteristik dielektrik udara pada berbagai frekuensi

Kegiatan awal yang dilakukan adalah menentukan karakteristik dielektrik udara pada berbagai frekuensi. Frekuensi awal yang dipakai adalah 100 Hz, dan selanjutnya dinaikkan 100 Hz sampai pada frekuensi terakhir yang digunakan adalah 2000 Hz. Frekuensi ini dipakai karena berdasarkan penelitian sebelumnya pada rentang frekuensi ini, nilai kapasitansi dan dielektrik yang terlihat akan semakin baik. Pengujian ini dilakukan dengan cara menghubungkan plat tembaga parallel yang berukuran 20mm x 20mm dengan jarak pisah 0,15mm pada LCR-Meter seperti pada Gambar 4 berikut



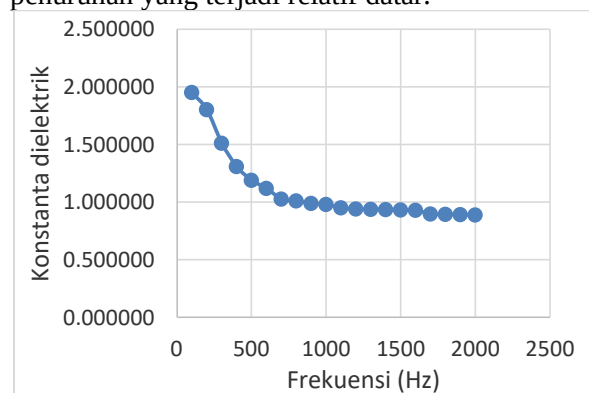
Gambar 4 Proses penentuan karakter dielektrik udara dengan LCR-Meter

Berdasarkan pengujian di atas diperoleh data nilai kapasitansi dan dielektrik dari udara yang ditampilkan dalam grafik pada gambar 5 dan gambar 6 berikut



Gambar 5 Grafik kapasitansi dan frekuensi pada udara

Grafik yang ditampilkan pada gambar 5 menunjukkan hasil pengukuran kapasitansi udara pada frekuensi 100–2000 Hz pada arus AC. Nilai kapasitansi terendah yaitu $(2,092 \pm 0,033)$ nF terjadi ketika frekuensi yang digunakan sebesar 2000 Hz. Sedangkan nilai kapasitansi tertinggi yaitu $(4,604 \pm 0,042)$ nF ketika frekuensi yang digunakan 100 Hz. Dari grafik yang ditampilkan terlihat bahwa terjadi penurunan nilai kapasitansi udara seiring dengan bertambahnya frekuensi. Penurunan ini terjadi secara eksponensial dimana penurunan nilai kapasitansi udara relatif landai hingga pada frekuensi 1000 Hz. Pada frekuensi >1000 Hz penurunan yang terjadi relatif datar.



Gambar 6. Grafik konstanta dielektrik dan frekuensi pada udara

Pada gambar 6 ditunjukkan nilai konstanta dielektrik dalam bentuk grafik berdasarkan pengukuran kapasitansi udara pada frekuensi 100–2000 Hz pada arus AC. Besarnya nilai konstanta dielektrik berada pada rentang

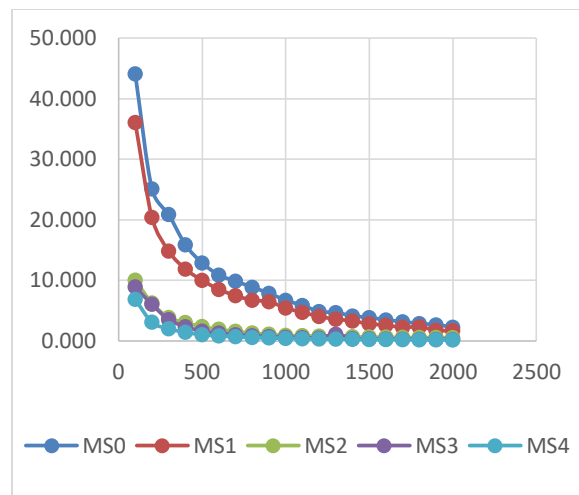
(0, 887 ± 0,033) – (1,951 ± 0,042). Grafik ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai konstanta dielektrik udara ketika frekuensi yang diberikan semakin besar. Konstanta dielektrik mengalami penurunan yang tajam pada frekuensi yang lebih kecil dari 1000 Hz. Tetapi pada frekuensi yang lebih tinggi dari 1000 Hz mempunyai nilai konstanta dielektrik yang relatif tetap. Nilai konstanta dielektrik berbanding lurus dengan kapasitansi dan jarak antar plat, serta berbanding terbalik dengan permittivitas dan luas plat yang digunakan.

Hasil pengukuran nilai kapasitansi dan konstanta dielektrik udara digunakan sebagai acuan dari pengujian alat LCR meter yang digunakan. Sesuai dengan teori (Halliday dan Resnick, 1978) bahwa nilai konstanta dielektrik pada hampa udara yaitu sebesar 1 dan nilai konstanta dielektrik udara standar pada frekuensi di bawah 1000 Hz yaitu sebesar 1,00054. Pada hasil pengukuran konstanta dielektrik udara yang telah dilakukan nilai yang paling mendekati adalah konstanta dielektrik pada frekuensi 1000 Hz yaitu 0,98768 + 0,0154 dengan besar kesalahan relatif yaitu sebesar 1,12%.

Frekuensi 1000 Hz merupakan frekuensi terbaik yang telah disesuaikan untuk pengukuran konstanta dielektrik dengan plat tembaga sejajar. Dari hasil pengukuran nilai konstanta dielektrik udara yang berdasarkan kapasitansinya yang telah dilakukan dengan LCR meter GW-Instek seri 816, dapat dikatakan bahwa pengujian alat atau standarisasi alat sudah tepat dan alat dapat digunakan untuk mengukur kajian dielektrik minyak goreng.

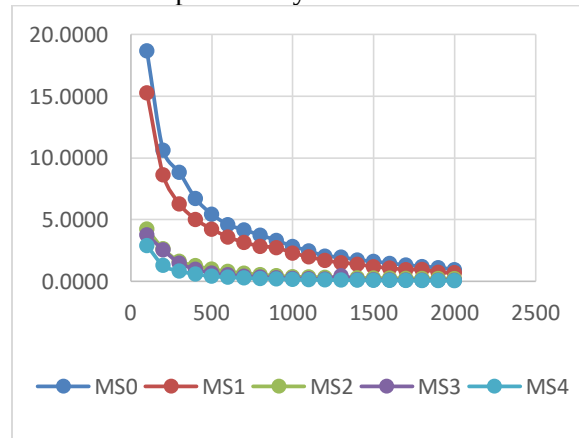
2) Analisa Karakteristik dielektrik minyak kelapa sawit pada berbagai frekuensi

Variasi frekuensi diambil dari rentang frekuensi 100-2000 Hz. Hasil plot grafik hubungan antara kapasitansi dan frekuensi pada minyak kelapa sawit dapat dilihat pada gambar 7



Gambar 7. Grafik hubungan kapasitansi dan frekuensi pada minyak kelapa sawit

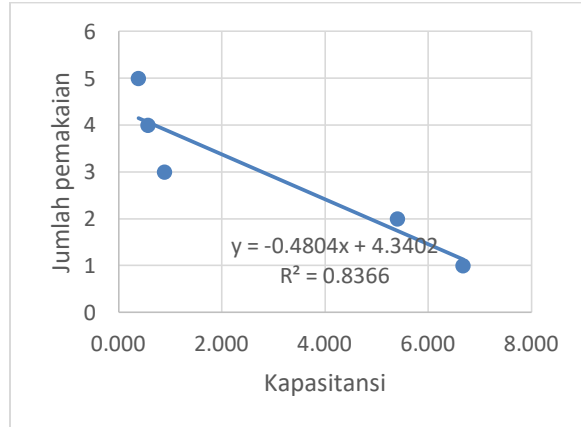
Grafik diatas menunjukkan semakin besar frekuensi yang diberikan maka kapasitansinya mengalami penurunan secara eksponensial seperti halnya yang terjadi pada minyak kelapa. Semakin sering minyak tersebut digunakan maka tingkat konstanta dielektriknya juga mengalami penurunan yang signifikan. Akan tetapi bedanya dengan hasil pengukuran pada minyak kelapa adalah tingkat kapasitansi minyak kelapa sawit masih lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena unsur penyusun dari minyak kelapa sawit 63% terdiri dari trigliserida jenuh. Jika kandungan trigliserida jenuh semakin kecil maka besar kapasitansinya semakin besar.



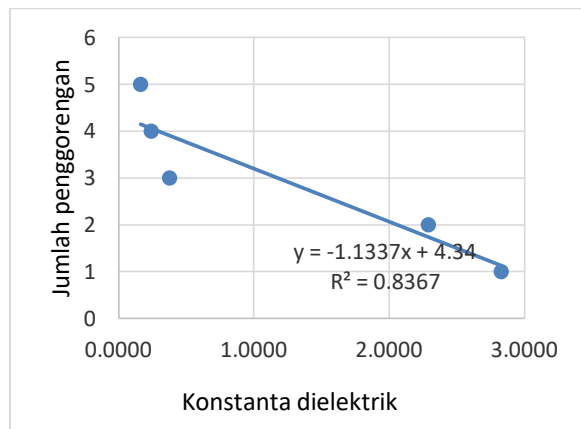
Gambar 8 Grafik hubungan konstanta dielektrik dan frekuensi minyak kelapa sawit

Grafik hubungan antara konstanta dielektrik dengan range frekuensi 100 - 2000 Hz pada Gambar 4.8 menunjukkan nilai konstanta

dielektrik yang semakin menurun secara eksponensial seiring dengan pertambahan frekuensi yang diberikan pada pengukuran. Hal ini mengindikasikan keterkaitan sifat dielektrik dengan nilai kapasitansi dari minyak kelapa sawit.



Gambar 9 Grafik hubungan kapasitansi dan jumlah pemakaian minyak kelapa sawit



Gambar 10 Grafik hubungan konstanta dielektrik dan jumlah pemakaian minyak kelapa sawit

Korelasi yang dibuat berupa persamaan garis lurus. Penentuan korelasi yang terbaik untuk penentuan jumlah pemakaian dilakukan pada setiap frekuensi dan didapat nilai yang terbaik pada frekuensi 1 kHz dengan nilai R^2 sebesar 0,8367. Grafik ini menunjukkan bahwa semakin rendah konstanta dielektrik maka semakin sering minyak kelapa digunakan. Dengan melihat grafik diatas, maka dapat mengindikasikan jika sudah diketahui besarnya konstanta dielektriknya, maka bisa ditaksir banyaknya

pengulangan penggorengan menggunakan minyak sawit tersebut

Simpulan

Karakteristik dielektrik pada minyak sawit untuk berbagai jumlah pengulangan pemakaian, ketika diberikan frekuensi dengan interval 100 – 2000 Hz secara keseluruhan menunjukkan nilai kapasitansi yang menurun secara eksponensial. Hal yang sama juga terjadi pada nilai konstanta dielektrik dari masing-masing bahan. Hasil yang diperoleh dapat digunakan sebagai data awal yang dapat dikorelasikan dengan variasi pengujian lain untuk mengetahui kualitas dari minyak goreng.

Saran

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai data awal untuk penelitian selanjutnya. Selain itu bisa dikaji karakteristik dielektrik yang lain seperti konduktivitas listrik dengan menggunakan range frekuensi lebih besar dan *treatment* yang lebih bervariasi terhadap jenis bahan yang lainnya.

Daftar Pustaka

- Azizah, Fitri. 2008. *Kajian Sifat Listrik Membran Selulosa Asetat yang Direndam dalam Larutan Asam Klorida dan Kalium Hidrosida*. Departemen Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika Jilid 2 Edisi Kelima (Diterjemahkan Oleh Yuliza Hanum)*. Erlangga. Jakarta.
- Gitter, Alfred H. 2007. *the Electrical Impedance Of Epithelia*. http://www.charite.de/klinphysio/themen_agh/impedance_e.htm. diakses pada tanggal 25 Juni 2014. 52
- Juansah, J dan Irwansyah. 2007. *Kajian Sifat Dielektrik Buah Semangka Dengan Pemanfaatan Sinyal Listrik Frekuensi Rendah*. *Jurnal Sainsmipa* 13:156-164.
- Martinsen, O.G, Grimmes S, Mirtaheri P. 2000. *Non-Invasive Measurements Of Post-Mortem Changes In Dielectric Properties Of Haddock Muscle- A Pilot Study*. *Journal Of Food Engineering* 43(3):189-192.
- Martinsen, O.G dan Sverre, C. 2008. *Bioimpedance And Bioelectricity*

- Basics Second Edition*. Academic press Elsevier. London.
- Mohsenin ,N.N. 1984. *Electromagnetic Radiation Properties Of Food And Agricultural Product*. Gordon and breach science publisher. London.
- Plonsey, Robert dan Roger.C. Barr. 2007.*Bioelectricity A Quantitative Approach Third Edition*. Springer media. New york.
- Riyanto B, Dkk. 2011. *Pendeteksian Tingkat Kesegaran Filet Ikan Nila Menggunakan Pengukuran Sifat Biolistrik*. IPB (PHP)2012 Volume 15 Nomor 1.
- Pracaya. 2002. *JerukManis*. Jakarta : Penebar Swadaya
- Soepriyono, Gatot. 2002. *Pengukuran Sifat Dielektrik Tepung Kacang Hijau Menggunakan Jembatan Wien*. IPB. Bogor.
- Sulastri, Eneng Jajah. 2006. *Kajian Sifat Listrik Membran dan Fisik Daging Ayam Broiler Giling selama Proses Penyimpanan dan Pemanasan*. [Skripsi]. Departemen Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Tipler, Paul A. 1991. *Fisika Untuk Sains dan Teknik Jilid 2 Edisi Ketiga*. [diterjemahkan Dr. Bambang Soegijono]. Jakarta: Erlangga.
- Young, Hugh dan Roger A Freedman. 2003. *Fisika Universitas Jilid 2 Edisi Kesepuluh*. [diterjemahkan Pantur Silaban]. Jakarta: Erlangga.