

STUDI PENGARUH CAMPURAN LEMAK BABI TERHADAP KAPASITANSI DAN KONSTANTA DIELEKTRIK LEMAK SAPI DENGAN METODE DIELEKTRIK

Firdausi Nuzula¹, Chomsin S. Widodo¹, Sucipto²

¹Jurusan Fisika FMIPA Univ. Brawijaya

²Jurusan Teknologi Industri Pertanian FTP Univ. Brawijaya

Email: firdausiiqbal@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengamati karakteristik kelistrikan pada lemak sapi dan lemak babi dengan menggunakan metode dielektrik. Karakteristik kelistrikan yang diamati yaitu kapasitansi dan konstanta dielektrik. Kapasitansi diukur dengan menggunakan LCR meter GW-instek seri 816 dengan probe ganda L dan H, sedangkan konstanta dielektrik didapatkan dari nilai kapasitansinya. Pengukuran kapasitansi dilakukan pada frekuensi 800 Hz hingga 2000 Hz. Lemak babi sebagai pencemar ditambahkan pada lemak sapi dengan konsentrasi 0,5%, 1%, 5%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode dielektrik dapat digunakan untuk mengukur nilai kapasitansi dan konstanta dielektrik pada lemak sapi dan lemak babi. Kapasitansi yang terukur pada LCR meter yaitu 0,00142 nF-0,00263 nF, sedangkan konstanta dielektriknya yaitu 4,00726-7,42131. Nilai kapasitansi dan konstanta dielektrik lemak sapi lebih besar daripada lemak babi. Cemaran lemak babi pada lemak sapi menurunkan kapasitansi dan konstanta dielektrik lemak sapi.

Kata kunci: Lemak, Kapasitansi, Konstanta Dielektrik

Pendahuluan

Setiap bahan memiliki sifat listrik yang khas dan besarnya sangat ditentukan oleh kondisi internal bahan tersebut, seperti momen dipol listrik, komposisi bahan kimia, kandungan air, keasamaan dan sifat internal lainnya [1]. Sifat listrik bahan pangan, dapat digunakan untuk menilai kualitas dan kemurnian bahan secara cepat dan non destruktif. Sifat dielektrik adalah parameter utama yang memberikan informasi tentang interaksi bahan dengan energi elektromagnetik. Sifat dielektrik pada beragam bahan pangan dibutuhkan untuk memahami perilaku bahan ketika dimasukkan ke medan elektromagnetik, pada frekuensi dan suhu tertentu [2]. Sifat ini memberikan informasi tentang interaksi diantara bahan pangan dan medan listrik [3]. Sifat dielektrik terpenting adalah konstanta dielektrik dan faktor kehilangan dielektrik. Konstanta dielektrik adalah ukuran kemampuan bahan menyimpan energi listrik, dan faktor kehilangan dielektrik adalah kemampuan untuk mengubah energi elektromagnetik menjadi panas [4]. Sifat dielektrik bahan dipengaruhi frekuensi, suhu, kadar air, densitas, komposisi, dan struktur materi [5].

Studi pengukuran lemak sapi dan lemak babi berbasis listrik telah dilakukan oleh Sucipto pada tahun 2013. Studi ini meliputi nilai impedansi, konduktivitas, kapasitansi dan konstanta dielektrik pada minyak goreng sawit, lemak babi dan lemak sapi tanpa adanya pencampuran diantara bahan tersebut. Hasil studi, menunjukkan bahwa pada frekuensi tinggi, yaitu 4,71 - 4,98 MHz nilai impedansi, konduktivitas,

kapasitansi dan konstanta dielektrik pada minyak goreng sawit, lemak sapi dan lemak babi mempunyai nilai yang dapat diamati perbedaannya diantara bahan tersebut. Sehingga, dilakukan studi pengukuran karakteristik kelistrikan lemak sapi dan lemak babi dengan frekuensi relatif lebih rendah dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Karakteristik kelistrikan yang dilihat meliputi kapasitansi dan konstanta dielektrik pada lemak sapi dan lemak babi, yang telah di campur dengan konsentrasi tertentu menggunakan metode dielektrik.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kapasitansi dan konstanta dielektrik pada lemak sapi dan lemak babi dengan metode dielektrik, serta mengetahui perubahan nilai kapasitansi dan konstanta dielektrik lemak sapi dengan campuran lemak babi. Dari nilai kapasitansi dan konstanta dielektrik tersebut, diharapkan dapat memberikan informasi tentang karakteristik kelistrikan pada lemak sapi dan lemak babi.

Setiap bahan akan memiliki sifat kelistrikan. Sifat kelistrikan tersebut meliputi kapasitansi, impedansi, dielektrik dan lain-lain. Karakteristik listrik pada bahan bisa dianalisa dengan pendekatan rangkaian elektronik antara resistor dan kapasitor secara paralel [6]. Pengukuran sifat dielektik tidak lepas dari pengukuran kapasitansinya. Secara tidak langsung pengukuran kapasitansi mempunyai arti penting pada pengukuran dielektik bahan [7]. Persamaan yang menghubungkan antara kapasitansi dan konstanta dielektrik dapat dilihat pada Persamaan 1 [8].

$$C = K\epsilon_0 \frac{A}{d} \quad (1)$$

Sifat dielektrik menggambarkan kemampuan suatu bahan untuk menyimpan, mentransmisikan dan memantulkan energi gelombang elektromagnetik. Setiap bahan memiliki sifat listrik yang khas dan besarnya sangat ditentukan oleh kondisi internal bahan tersebut, seperti momen dipol listrik, komposisi bahan kimia, kandungan air, keasaman dan sifat internal lainnya [1].

Metode

1. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini yaitu LCR meter GW-instek seri 816, LCR konektor L dan H, PCB tembaga, alat pemotong PCB, solder, kawat tembaga, kabel tunggal, penggaris, gunting, lem, *ferric chloride*, skotlet dan termometer, sedangkan bahan yang digunakan adalah lemak sapi dan lemak babi.

Sebagai tahap awal dilakukan pembuatan plat kapasitor sebagai alat untuk meletakkan bahan yang akan diukur dengan LCR meter pada berbagai variasi frekuensi. Sebagai uji keberhasilan pengukuran, maka dilakukan pengukuran sifat dielektrik dari udara.

Untuk tahap pembuatan sampel, sampel lemak babi dan lemak sapi diekstraksi dari jaringan lemak babi dan jaringan lemak sapi menggunakan *microwave* Panasonic NN-215WF/MF. Pemanasan dilakukan pada temperatur medium selama 15 menit. Lemak yang meleleh dikumpulkan dan diserap airnya dengan Natrium Sulfat (Na_2SO_4) anhidrat. Lemak yang telah ditambahkan Na_2SO_4 ini kemudian disaring dengan menggunakan kain saring untuk memisahkan lemak jenuh dan tak jenuhnya.

Sampel dibuat dengan cara mencampurkan lemak (lemak sapi, lemak babi) dengan beberapa konsentrasi, yaitu: sampel 1 (100,0), sampel 2 (0,100), sampel 3 (99,5 , 0,5), sampel 4 (99,1) , sampel 5 (95,5), sampel 6 (90,10) , sampel 7 (80,20), sampel 8 (70,30), sampel 9 (60,40), dan sampel 10 (50,50)

2. Pengukuran Sifat Listrik

Setiap sampel dimasukkan dalam plat tembaga paralel dengan ukuran 20 mm x 10 mm berjarak 5 mm. Kemudian plat kapasitor dihubungkan dengan LCR meter untuk mengukur sifat listrik sampel. Sampel lemak yang diukur yaitu ketika lemak berada dalam fasa cair. Sifat listrik sampel yang diukur, yaitu kapasitansi pada frekuensi 800 Hz hingga 2000 Hz dengan rentang frekuensi 50 Hz, pengukuran dilakukan dari frekuensi rendah hingga frekuensi tinggi. Pengukuran dilakukan pada temperatur ruang. Nilai kapasitansi yang ditampilkan pada layar

LCR meter dicatat sebanyak tujuh kali pada tiap frekuensinya.

3. Analisis Data

Perhitungan data yang dilakukan yaitu dengan merata-rata nilai kapasitansi yang didapatkan pada tiap frekuensinya.

$$\bar{C} = \sum_{i=1}^7 C_i / 7 \quad (2)$$

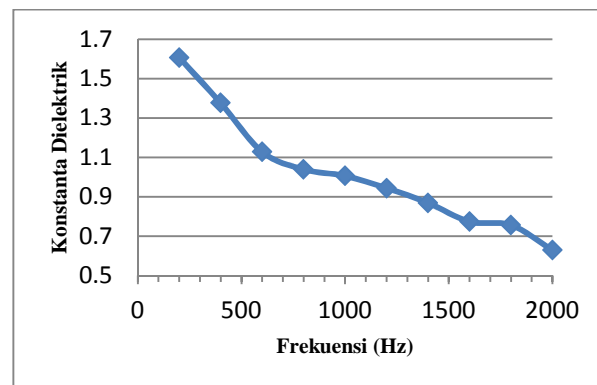
Nilai kapasitansi yang didapat, digunakan untuk perhitungan nilai konstanta dielektrik, yaitu dengan persamaan:

$$\epsilon' = \frac{C \cdot d}{\epsilon_0 A} \quad (3)$$

Analisis data yang dilakukan adalah menggambarkan hubungan antara karakteristik kapasitansi dan konstanta dielektrik pada campuran lemak yang didapat dengan frekuensi pengukuran. Nilai kapasitansi diplotkan terhadap frekuensi, begitu juga dengan nilai konstanta dielektrik. Grafik yang diplotkan, yaitu nilai frekuensi sebagai sumbu x, dan nilai kapasitansi sebagai sumbu y. Hal ini, dikarenakan nilai frekuensi merupakan variabel bebas, sedangkan kapasitansi dan konstanta dielektrik merupakan variabel terikat terhadap frekuensi yang diberikan. Kemudian grafik diamati trend line dan persamaan yang terbentuk dan dibandingkan dengan teori.

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Dielektrik Udara Pada Berbagai Frekuensi



Gambar 1 Hubungan antara Frekuensi terhadap Konstanta Dielektrik

Gambar 1 menunjukkan hubungan nilai konstanta dielektrik dengan frekuensi yang diberikan. Terjadi penurunan nilai konstanta dielektrik dengan semakin besarnya frekuensi yang diberikan. Hasil pengukuran nilai kapasitansi dan konstanta dielektrik udara digunakan sebagai acuan dari pengujian alat yang digunakan. Nilai konstanta dielektrik pada temperatur ruang secara teori untuk ruang hampa yaitu 1 dan untuk udara yaitu 1,00059 [9]. Nilai konstanta dielektrik pada pengukuran plat yang dilakukan, nilai yang paling

mendekati secara teoritis yaitu pada frekuensi 1000 Hz sebesar 1,0056 dengan kesalahan relatif 0,25% . Dari hasil pengukuran nilai kapasitansi dan konstanta dielektrik udara yang berdasarkan yang telah dilakukan, dapat dikatakan bahwa pengujian alat atau standarisasi alat sudah dapat digunakan untuk mengukur karakteristik kelistrikan pada lemak.

Lemak yang disisipkan diantara plat kapasitor bersifat sebagai bahan dielektrik yang dapat memperlemah medan listrik. Pada frekuensi 1000 Hz, nilai kapasitansi pada berbagai lemak yaitu:

$$\begin{aligned}C_{(100, 0)} &= 0,00250 \text{ nF} \\C_{(0, 100)} &= 0,00176 \text{ nF} \\C_{(99,5, 0,5)} &= 0,00249 \text{ nF} \\C_{(99, 1)} &= 0,00248 \text{ nF} \\C_{(95, 5)} &= 0,00246 \text{ nF} \\C_{(90, 10)} &= 0,00242 \text{ nF} \\C_{(80, 20)} &= 0,00236 \text{ nF} \\C_{(70, 30)} &= 0,00227 \text{ nF} \\C_{(60, 40)} &= 0,00220 \text{ nF} \\C_{(50, 50)} &= 0,00213 \text{ nF}\end{aligned}$$

Penambahan konsentrasi cemaran lemak babi, akan menurunkan nilai kapasitansi dari lemak sapi. Sehingga dengan adanya konsentrasi cemaran yang tinggi, nilai kapasitansinya akan berada diantara nilai kapasitansi lemak sapi dan kapasitansi lemak babi. Kapasitansi adalah kemampuan kapasitor menyimpan energi dalam medan listrik. Jaringan hidup terdiri atas sel-sel yang dikelilingi cairan ekstraselular. Pada frekuensi rendah, membran sel sebagai isolator berperilaku seperti sebuah kapasitor. Semakin

besar konsentrasi cemaran lemak babi pada lemak sapi, bahan semakin bersifat isolator, sehingga kemampuan menyimpan energinya semakin kecil [10].

Nilai konstanta dielektrik merupakan karakteristik kelistrikan pada suatu bahan akibat adanya medan listrik luar. Lemak yang digunakan sebagai bahan dielektrik dipengaruhi oleh medan listrik pada plat kapasitor dan akan bersifat insulator, sehingga muatan yang ada pada lemak akan diam dan tidak bebas untuk bergerak akibat pengaruh medan listrik. Nilai konstanta Dielektrik terhadap frekuensi dapat dilihat pada Gambar 3. Pada gambar tersebut menunjukkan adanya penurunan nilai konstanta dielektrik pada berbagai konsentrasi cemaran lemak babi terhadap frekuensi yang diberikan. Semakin tinggi konsentrasi cemaran lemak babi, semakin rendah nilai konstanta dielektriknya.

Nilai konstanta dielektrik dipengaruhi oleh asam lemak dominan yang terkandung dalam lemak. Tabel 1 merupakan profil asam lemak sapi dan asam lemak babi.

Simpulan

Metode dielektrik dapat digunakan untuk mengukur nilai kapasitansi dan konstanta dielektrik pada lemak sapi dan lemak babi. Semakin besar persentase cemaran lemak babi pada lemak sapi, semakin kecil nilai kapasitansi dan konstanta dielektrik sampel.

Daftar Pustaka

- [1] Hermawan, B. 2005. *Monitoring Kadar Air Tanah Melalui Pengukuran Sifat Dielektrik Pada Lahan Jagung*. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia 7:15-22.
- [2] Sosa-Morales ME, Valerio-Junco L, López-Malo A, Garcia HS. 2010. *Review Dielectric Properties of Foods: Reported data in the 21st century and their potential applications*. *LWT-Food Sci. Technol.* 43:1169-1179.doi: 10.1016/j.lwt.2010.03.017
- [3] Ikediala JN, Tang J, Drake SR, Neven LG. 2000. *Dielectric of Apple Cultivars an Codling Moth Larvae*. *TRANS ASAE.* 43:1175-1184
- [4] Turabi E, Regier M, Sumnu G, Sahin S, Rother M. 2010. *Dielektrik and Thermal Properties of Rice Cake Formulations Containing Different Gum Types*. *Int J Food Properties.* 13:1199-1206.
- [5] Castro-Giráldez M, Chenoll C, Fito PJ, Toldrà F, Fito P. 2010. *Physical Sensors for Quality Control During Processing*. In *Toldra.F. Handbook of meat processing*. Willey-Blackell. A John Willey & Sons, Inc
- [6] Prodan, E., C. Prodan & J. H. Miller. 2008. *The Dielectric Response Of Spherical Live Cells in Suspension: An analytic solution*. *Biophysical Journal* 95: 4174-4182.
- [7] Juansah, J dan Irwansyah. 2007. *Kajian Sifat Dielektrik Buah Semangka Dengan Pemanfaatan Sinyal Listrik Frekuensi Rendah*. *Jurnal Sains mipa*13:156-164.
- [8] Tipler, Paul A. 1991. *Fisika untuk Sains Dan Teknik Jilid 2 Edisi Ketiga (Diterjemahkan Oleh Bambang Soegiono)*. Jakarta:Erlangga.
- [9] Halliday, David.,Rensick, Robert dan Krane, Kenneth S.1992. *Physics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

[10]Sucipto. 2013. *Rancang Bangun Teknik Deteksi Lemak Babi pada Daging Sapi Berbasis Sifat Listrik*.
IPB