

SIFAT KAPASITANSI PARALEL, INDUKTANSI PARALEL, DAN KONDUKTANSI BISKUIT (KERAS) DALAM KEMASAN ALUMINIUM FOIL DAN PLASTIK

Erna Rusliana M. Saleh*

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, FAPERTA, Universitas Khairun
Jln. Raya Pertamina, Gambesi, Ternate, 97716

*e-mail: ernaunkhair@yahoo.com

ABSTRACT

Knowledge of the dielectric properties of food is very important in research, modeling and development of thermal treatment. Associated with biscuits, crackers knowledge of dielectric properties will be useful for many applications for them to predict future food kadaluarsanya. Terdapat three dielectric parameters measured were parallel capacitance , inductance and parallel conductance on biscuits (hard) with aluminum foil and plastic packaging . The third parameter to measure the dielectric used HIOKI 3532-50 LCR LCR - meter Hitester with pengukuran frequency 42 Hz - 5 MHz in constant current (Constant Current) 1.0 . Results parallel capacitance and inductance measurement parallel pattern looks biscuits decreased with increasing measurement frequency, while the conductance ascending pattern seen with increasing frequency. Biscuits with aluminum foil packaging has a parallel capacitance value 7×10^{-6} - 22×10^{-4} Farad, parallel inductance 0.000151 to 3.089×10^9 and conductance 0.082533 to 22.285529 Siemens. While packing biscuits with plastik have capacitance values 5×10^{-6} to 2.98×10^{-4} Farad, parallel inductance 0.000216 to 236.026×10^9 and conductance 0.073310 to 31.210734 Siemens .

Keywords: dielectric properties, capacitance inductance

ABSTRAK

Pengetahuan tentang sifat dielektrik makanan sangat penting dalam penelitian, pemodelan dan pengembangan perlakuan termal. Terkait dengan biskuit, pengetahuan tentang sifat dielektrik biskuit akan bermanfaat untuk untuk banyak aplikasi pangan diantaranya untuk memprediksi masa kadaluarsanya. Terdapat tiga parameter dielektrik yang diamati adalah kapasitansi paralel, induktansi dan konduktansi paralel pada biskuit (keras) dengan kemasan aluminium foil dan plastik. Untuk mengukur ketiga parameter dielektrik ini digunakan LCR-meter HIOKI 3532-50 LCR HiTester dengan frekuensi pengukuran 42 Hz – 5MHz pada arus tetap (Constant Current) 1.0. Hasil pengukuran kapasitansi paralel dan induktansi paralel biskuit terlihat pola menurun dengan naiknya frekuensi pengukuran, sementara pada konduktansi terlihat pola menaik dengan naiknya frekuensi. Biskuit dengan kemasan aluminium foil memiliki nilai kapasitansi paralel 7×10^{-6} - 22×10^{-4} Farad, induktansi paralel 0,000151 - $3,089 \times 10^9$ dan konduktansi 0,082533 – 22,285529 Siemens. Sedangkan biskuit dengan kemasan plastik memiliki nilai kapasitansi 5×10^{-6} – $2,98 \times 10^{-4}$ Farad, induktansi paralel 0,000216 - $236,026 \times 10^9$ dan konduktansi 0,073310 – 31,210734 Siemens.

Kata kunci: sifat dielektrik, kapasitansi, induksi

PENDAHULUAN

Sifat dielektrik adalah parameter utama yang memberikan informasi tentang bagaimana bahan berinteraksi dengan energi elektromagnetik selama pemanasan dielektrik.¹ Pengetahuan tentang sifat dielektrik makanan sangat penting dalam penelitian, pemodelan dan pengembangan perlakuan termal. Parameter ini memberikan informasi tentang interaksi antara bahan makanan dan bidang listrik.² Terkait dengan biskuit, pengetahuan tentang sifat dielektrik biskuit akan bermanfaat untuk untuk banyak aplikasi pangan diantaranya untuk memprediksi masa kadaluarsanya.

Beberapa peneliti diantaranya Guo *et al.*³ serta Nelson dan Trabelsi⁴ menyatakan bahwa sifat-sifat dielektrik produk pangan memiliki korelasi kuat dengan kadar air. Nilai sifat dielektrik berbanding lurus dengan nilai kadar air suatu bahan. Pada kadar air yang tinggi, nilai tetapan dielektrik dan faktor kehilangan dielektrik juga tinggi, demikian juga pada kadar air rendah, nilai tetapan dielektrik dan faktor kehilangan dielektrik juga rendah. Kadar air ini merupakan parameter kritis kadaluarsa pangan kering.

Parameter dielektrik bermacam-macam, diantaranya yang berkorelasi dengan masa kadaluarsa adalah Kapasitansi paralel (Cp), Induktansi paralel (Lp), dan Konduktansi (G).⁵ Masing-masing parameter dielektrik tersebut memiliki tingkat korelasi yang berbeda-beda dengan kadar air untuk setiap jenis pangan. Pada penelitian ini, faktor jenis kemasan diperhatikan juga karena adanya hubungan yang erat antara jenis kemasan dan masa kadaluarsa produk pangan⁶, termasuk pada biskuit.

Biskuit adalah produk yang diperoleh dengan memanggang adonan dari tepung terigu dengan penambahan makanan lain dan dengan atau tanpa penambahan bahan tambahan pangan yang diijinkan. *Cookies* merupakan sinonim dengan biskuit, biasa digunakan di Amerika sedangkan biskuit digunakan di Inggris. Di Indonesia dalam hal ini Departemen Perindustrian RI membagi biskuit menjadi 4 kelompok yaitu : biskuit keras, crackers, cookies dan wafer. Dari sekian jenis biskuit tersebut, biskuit keras termasuk yang salah satu yang digemari oleh seluruh kalangan baik yang berbeda umur, jenis kelamin maupun taraf ekonomi. Biskuit keras adalah jenis biskuit manis yang dibuat dari adonan keras, berbentuk pipih, bila dipatahkan penampang potongannya bertekstur padat, dapat berkadar lemak tinggi maupun rendah.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat kapasitansi paralel, induktansi paralel, dan konduktansi biskuit (keras) dalam kemasan aluminium foil dan plastik pada frekuensi 42 Hz - 5 MHz.

EKSPERIMENTAL

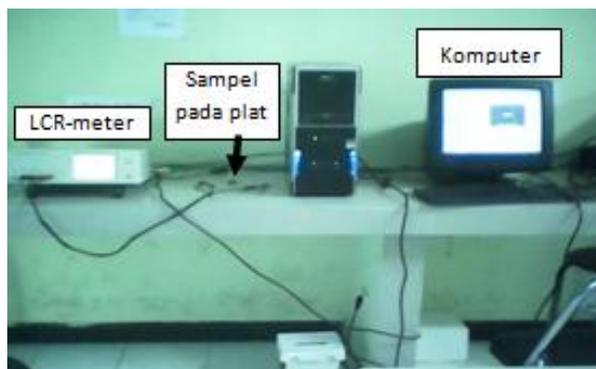
Sampel yang diuji adalah biskuit keras (Gambar 1) dalam kemasan aluminium foil yang diproduksi di Jakarta dan dalam kemasan plastik yang diproduksi Bandung. Biskuit dalam kedua kemasan ini hampir selalu ada di setiap hypermarket, minimarket dan toko. Biskuit uji pada kemasan aluminium foil akan mengalami kadaluarsa 365 hari lagi, sedangkan pada kemasan plastik akan mengalami kadaluarsa 208 hari lagi.

Pengukuran nilai dielektrik (kapasitansi paralel, induktansi paralel dan konduktansi) biskuit

Pengukuran nilai dielektrik dilakukan dengan LCR-meter HIOKI 3532-50 LCR HiTester (Gambar 2) yang telah terhubung dengan komputer. Diukur 3 parameter dielektrik, yaitu Z , C_p , L_p , dan G . Frekuensi pengukuran 42 Hz – 5MHz pada arus tetap (*Constant Current*) 1.0 Ampere 100 point frekuensi pengamatan. Setiap biskuit yang akan diukur, diset pada plat paralel kapasitor berbahan tembaga, kemudian diukur nilai dielektrik 3 kali dan dirata-ratakan.



Gambar 1 Contoh biskuit keras.



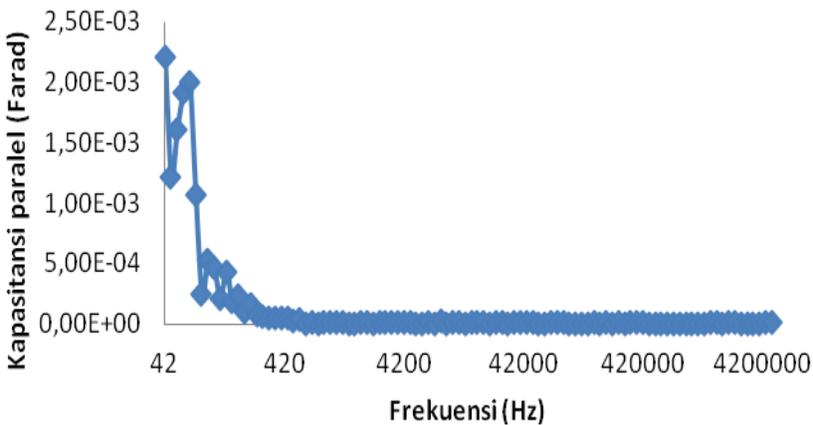
Gambar 2 Rangkaian alat pengukuran nilai dielektrik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

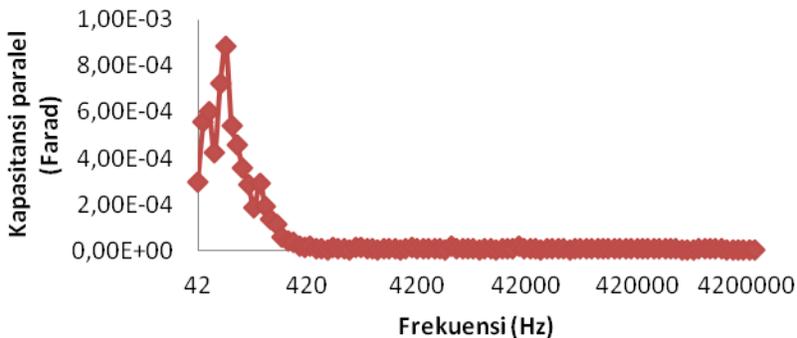
Kapasitansi

Kapasitansi (*capacitance*) adalah kemampuan kapasitor menyimpan energi dalam medan listrik. Kapasitansi bahan bervariasi tergantung frekuensi yang diberikan saat pengukuran. Kapasitansi seri (C_s) adalah kapasitor yang dirangkai seri. Kapasitansi paralel (C_p) adalah kapasitor yang dirangkai paralel.

Gambar 3 dan 4 memperlihatkan hasil pengukuran kapasitansi paralel biskuit pada kemasan alumunium foil dan plastik dengan frekuensi yang berbeda-beda. Pada kedua gambar tersebut terlihat pola nilai kapasitansi menurun dengan meningkatnya frekuensi pengukuran. Hal ini sejalan dengan konsep yang disampaikan oleh Nelson dan Trabelsi⁴ dan Sosa-Morales *et al.*¹ terkait faktor yang mempengaruhi nilai dielektrik. Frekuensi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi nilai dielektrik. Sehingga nilai dielektrik setiap bahan akan berbeda-beda tergantung frekuensi pengukurannya. Hal ini dipertajam juga dengan pendapat Toyoda⁷ yang menyatakan bahwa diantara hal yang mempengaruhi variasi nilai kapasitansi adalah frekuensi.



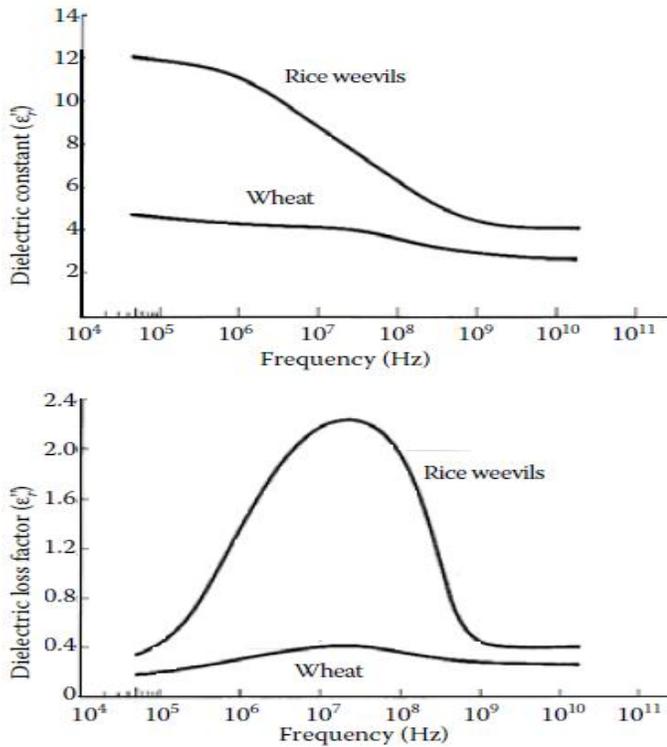
Gambar 3 Hasil pengukuran kapasitansi paralel biskuit pada kemasan alumunium foil.



Gambar 4 Hasil pengukuran kapasitansi paralel biskuit pada kemasan plastik

Hasil yang diperoleh Nelson⁸ pada beras dan tepung pun menunjukkan hal yang sama (Gambar 5). Nilai konstanta dielektrik dan faktor kehilangan dielektrik beras dan tepung dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi frekuensi maka semakin rendah nilai

konstanta dielektrik dan faktor kehilangan dielektrik dari beras dan tepung. Hal ini dikarenakan terjadinya ionisasi pada frekuensi yang semakin tinggi sehingga mempengaruhi nilai dielektriknya.



Gambar 5 Nilai dielektrik tepung dan beras dengan frekuensi yang berbeda pada suhu 25°C.⁸

Nilai kapasitansi pada kenaikan frekuensi ditampilkan pada Tabel 1. Pada Tabel terlihat nilai kapasitansi biskuit dengan kemasan aluminium foil sekitar 7×10^{-6} - 22×10^{-4} Farad pada frekuensi pengukuran. Sedangkan nilai kapasitansi biskuit dengan kemasan plastik sekitar 5×10^{-6} - $2,98 \times 10^{-4}$ Farad pada frekuensi pengukuran. Nilai kapasitansi kedua biskuit ini terlihat tidak jauh berbeda.

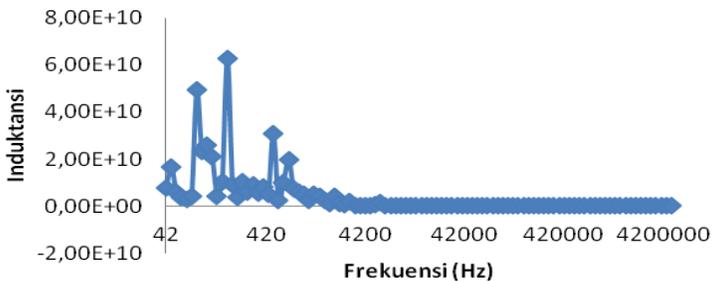
Tabel 1 Nilai kapasitansi paralel biskuit dengan kemasan aluminium foil dan plastik

Frekuensi (Hz)	Nilai kapasitansi biskuit (Farad)	
	Kemasan aluminium foil	Kemasan plastik
42	0,002202	0,000298
395,71	0,00005	0,000016
4195,42	0,000008	0,000009
44480,92	0,000008	0,000006
530691,08	0,000007	0,000007
5000000	0,000007	0,000005

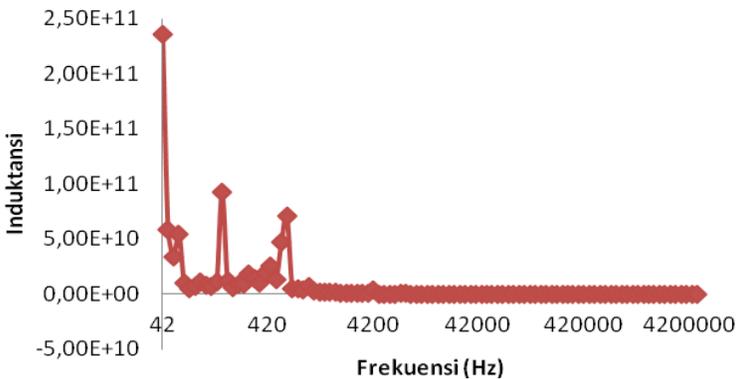
Induktansi Paralel

Induktansi adalah sifat dari rangkaian elektronika yang menyebabkan timbulnya potensial listrik secara proporsional terhadap arus yang mengalir pada rangkaian tersebut. Sifat ini disebut sebagai Induktansi seri (L_s). Sedang apabila potensial listrik dalam suatu rangkaian ditimbulkan oleh perubahan arus dari rangkaian lain disebut sebagai Induktansi paralel (L_p).

Hasil pengukuran induktansi paralel biskuit dengan frekuensi yang berbeda ditampilkan pada Gambar 6 dan 7. Pola nilai induktansi paralel yang dihasilkan terlihat menurun dengan meningkatnya frekuensi pengukuran. Pendapat yang disampaikan oleh Nelson dan Trabelsi⁴ dan Sosa-Morales *et al.*¹, sejalan dengan hal ini dan seperti dengan fenomena yang terjadi pada kapasitansi. Menurut keduanya frekuensi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi naik-turunnya nilai dielektrik.



Gambar 6 Hasil pengukuran induktansi paralel biskuit pada kemasan aluminium foil



Gambar 7 Hasil pengukuran induktansi paralel biskuit pada kemasan plastik

Tabel 2 memperlihatkan nilai induktansi paralel dari biskuit dengan kenaikan frekuensi. Pada frekuensi 42 Hz -5MHz diperoleh nilai induktansi paralel biskuit berada pada selang $0,000151 - 3,089 \times 10^9$ (kemasan aluminium foil) dan $0,000216 - 236,026 \times 10^9$ (kemasan plastik). Perubahan nilai induktansi biskuit kemasan plastik terlihat lebih besar dari biskuit pada kemasan aluminium foil.

Tabel 2 Nilai induktansi paralel biskuit dengan kemasan alumunium foil dan plastik

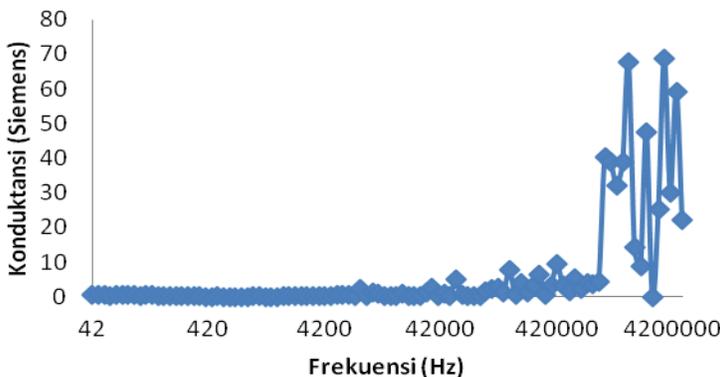
Frekuensi (Hz)	Nilai kapasitansi biskuit (Farad)	
	Kemasan alumunium foil	Kemasan plastik
42	$3,089 \times 10^9$	$236,026 \times 10^9$
395,71	$1,538 \times 10^9$	$18,849 \times 10^9$
4195,42	$0,249 \times 10^9$	$3,917 \times 10^9$
44480,92	$0,0189 \times 10^9$	$0,002 \times 10^9$
530691,08	0,0152	0,0133
5000000	0,000151	0,000216

Konduktansi

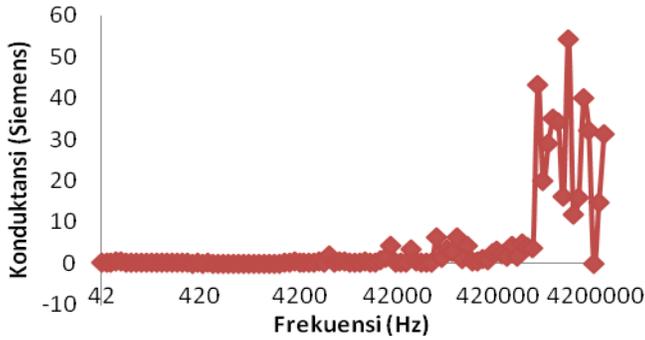
Konduktansi (*conductance*) menunjukkan kemampuan bahan mengalirkan muatan listrik. Dalam standar internasional (SI) satuannya siemens (S). Konduktansi kebalikan dari resistansi atau $G = 1/R$.

Konduktansi biskuit pada kedua kemasan diperlihatkan pada Gambar 8 dan 9. Pada gambar itu terlihat bahwa pola nilai konduktansi biskuit mengalami kenaikan dengan meningkatnya frekuensi. Ini menunjukkan bahwa bervariasinya nilai konduktansi terkait dengan frekuensi. Menurut Venkatesh dan Raghavan⁹, fenomena penting yang berkontribusi pada sifat dielektrik (termasuk konduktansi) adalah polarisasi molekul pada medan listrik yang memiliki momen dipol permanen. Ragni *et al.*¹⁰ menyatakan bahwa pada frekuensi di bawah 200 MHz yang memegang peranan penting adalah konduktansi ionik. Konduktansi ionik dan rotasi dipol air bebas berperan penting pada pengukuran frekuensi gelombang mikro.

Tabel 3 memperlihatkan nilai konduktansi dari biskuit dengan kenaikan frekuensi. Nilai konduktansi biskuit pada frekuensi 42 Hz-5MHz berada pada range 0,082533 – 22,285529 Siemens (pada kemasan alumunium foil) dan 0,073310 – 31,210734 Siemens (pada kemasan plastik). Perubahan nilai konduktansi tampak tidak terlalu berbeda di antara keduanya.



Gambar 8 Hasil pengukuran kapasitansi biskuit pada kemasan alumunium foil



Gambar 9. Hasil pengukuran konduktansi biskuit pada kemasan plastik

Tabel 3 Nilai konduktansi biskuit dengan kemasan alumunium foil dan plastik

Frekuensi (Hz)	Nilai kapasitansi biskuit (Farad)	
	Kemasan alumunium foil	Kemasan plastik
42	0,559367	0,341305
395,71	0,082533	0,073310
4195,42	0,365800	0,233677
44480,92	0,997793	0,299381
530691,08	1,571633	1,722400
5000000	22,285529	31,210734

SIMPULAN

Pada pengukuran kapasitansi paralel dan induktansi paralel biskuit terlihat pola menurun dengan naiknya frekuensi pengukuran. Hal yang berbeda terjadi pada konduktansi. Hasil pengukuran menunjukkan pola konduktansi menaik dengan meningkatnya frekuensi. Fenomena ini terjadi baik pada biskuit dengan kemasan alumunium foil maupun pada kemasan plastik. Biskuit pada kemasan alumunium foil memiliki nilai kapasitansi paralel 7×10^{-6} - 22×10^{-4} Farad, induktansi paralel $0,000151$ - $3,089 \times 10^9$ dan konduktansi $0,082533$ - $22,285529$ Siemens. Sedangkan biskuit pada kemasan platik memiliki nilai kapasitansi 5×10^{-6} - $2,98 \times 10^{-4}$ Farad, induktansi paralel $0,000216$ - $236,026 \times 10^9$ dan konduktansi $0,073310$ - $31,210734$ Siemens.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sosa-Morales ME, Valerio-Junco L, López-Malo A, HS García. Dielectric properties of foods: reported data in the 21st century and their potential applications. *LWT - Food Science and Technology* 2010; 4: 1169-1179.

2. Ikediala JN, Tang J, Drake SR, Neven LG. Dielectric properties of apple cultivars and codling moth larvae. *Transactions of the ASAE* 2000; 43:1175-1184.
3. Guo W, G Tiwari, J Tang, S Wang. Frequency, moisture and temperature-dependent dielectric properties of chickpea flour. *Biosystems Engineering* 2008; 101: 217-224.
4. Nelson SO, S Trablesi. Factors influencing the dielectric properties of agricultural and food products. *Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy* 2012; 46(2): 93-107.
5. Rusliana EMS. Seleksi Parameter Dielektrik Penentuan Masa Kadaluwarsa Biskuit (Wafer) Dengan Pendekatan Regresi Linier. Dalam proses submit ke *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*; 2013.
6. Robertson GL. *Food Packaging and Shelf Life: A Practical Guide*. Boca Raton, Florida: CRC Press; 2010.
7. Toyoda K. The Utilization of Electric Properties. In: Sumio, K. (Ed). *The Handbook Of Non-Destructive Detection. Science forum*. Tokyo: 2003; 108–126 (Chapter 8).
8. Nelson SO. Dielectric properties of agricultural products and some applications. *RES. AGR. ENG.*, 2008; 54(2): 104–112.
9. Venkatesh MS, Raghavan GSV. An overview of microwave processing and dielectric properties of agri-food materials. *Biosyst Eng.* 2004; 88(1): 1-11.
10. Ragni L, Al-Shami A, Mikhaylenko G, Tang J. Dielectric characterization of hen eggs during storage. *J Food Eng.* 2007; 82: 450-459.