

Penentuan Umur Simpan Peyek Kacang Berbasis Parameter Dielektrik

Rahmawati^{1*}, Hanafi², Syahrul Azmi³, Siti Amra⁴, Suryati⁵

^{1,3,4,5} *Jurusan Teknologi Elektronika Politeknik Negeri Lhokseumawe*

² *Jurusan Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi Politeknik Negeri Lhokseumawe*
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

*rahmawatielektronika@pnl.ac.id

Abstrak— Umur simpan produk pangan merupakan salah satu informasi yang sangat penting bagi konsumen terkait dengan keamanan produk pangan dan jaminan mutu pada konsumen. Parameter kritis umur simpan pangan kering adalah kadar air yang memiliki korelasi kuat dengan sifat dielektrik produk pangan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan umur simpan (*shelf life*) peyek kacang yang dikemas tanpa vakum berbasis parameter dielektrik. Penentuan umur simpan dengan cara menyimpan satu seri produk pada kondisi normal sehari-hari sambil dilakukan pengamatan terhadap penurunan mutunya (*usable quality*) hingga mencapai tingkat mutu kadaluwarsa. Prediksi masa kadaluwarsa menggunakan metode *Extended Storage Studies* (ESS) dan parameter dielektrik. Pengukuran sifat listrik menggunakan LCR meter memiliki beberapa parameter yaitu Impedansi Z (ohm), kapasitansi C (farad), Induktansi L (henry), hambatan R (ohm), Q dan D. Masing-masing parameter memiliki tingkat korelasi berbeda-beda dengan kadar air untuk setiap jenis pangan. Penyeleksian tingkat korelasi menggunakan metode *feature selection* untuk efisiensi penentuan masa kadaluwarsa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan pengamatan secara visual (uji sensoris) terhadap peyek kacang selama 14 hari pengamatan pada suhu ruang 30°C mulai terjadi penurunan mutu pada pengamatan hari ke-8. Berdasarkan *feature selection* yang digunakan, parameter dielektrik yang paling berpengaruh terhadap pendugaan umur simpan peyek kacang adalah kapasitansi. Nilai kapasitansi peyek pada hari ke delapan adalah 18.5 pF dengan nilai dielektrik 33.5. Semakin peyek mendekati masa kadaluwarsa maka nilai kapasitansi semakin besar

Kata kunci— dielektrik, *extended storage studies*, *feature selection*, kadaluwarsa, peyek kacang

Abstract—The shelf life of food products is one of the most important information for consumers related to food product safety and quality assurance to consumers. The critical parameter of dry food shelf life is that the water content has a strong correlation with the dielectric properties of the food product. This study aims to determine the shelf life of peanut brittle in non-vacuum packaging based on dielectric parameters. Determination of shelf life by storing a series of products in normal daily conditions while observing the decline in quality (*usable quality*) until it reaches the expired quality level. Prediction of expiration using *Extended Storage Studies* (ESS) and dielectric parameters. Measurement of electrical properties using an LCR meter has several parameters, namely impedance Z (ohms), capacitance C (farads), inductance L (henry), resistance R (ohms), Q and D. Each parameter has a different level of correlation with levels water for each type of food. Selection of the correlation level using the *feature selection* method for the efficiency of determining the expiration period. The results showed that based on the visual observation (sensory test) of the peanut brittle for 14 days of observation at room temperature of 30 °C, the quality began to decrease on the 8th day of observation. Based on the *feature selection* used, the most influential dielectric parameter on the estimation of the shelf life of peanut brittle is capacitance. The capacitance value of the peanut brittle on the eighth day was 18.5 pF with a dielectric value of 33.5. The closer the peanut brittle is to the expiration date, the higher the capacitance value

Keywords— dielectric, expired, *extended storage studies*, *feature selection*, peanut brittle

I. PENDAHULUAN

Salah satu tujuan pengolahan pangan komersial adalah memperpanjang umur simpan produk pangan. Peyek kacang merupakan produk pengolahan pangan kering dijadikan sebagai lauk pauk atau cemilan dikonsumsi oleh semua kalangan. Secara alamiah produk pangan mengalami penurunan mutu seiring dengan bertambahnya waktu sehingga ada batas waktu suatu produk menjadi tidak diterima (masa kadaluwarsa). Komponen mutu yang penting pada komoditas pangan adalah masa kadaluwarsa. Penentuan kadaluwarsa produk pangan dapat dilakukan dengan metode *Extended Storage Studies* (ESS) dan *Accelerated Shelf-life Testing* (ASLT). Kedua metode ini memerlukan waktu yang lama dan biaya yang besar, panelis terlatih, suasana yang tepat, biaya dan alat uji yang kompleks. Untuk itu diperlukan alternatif yang dapat mereduksi kelemahan tersebut.

Penggunaan sifat dielektrik sangat berpeluang sebagai alternatif penentuan masa kadaluwarsa produk pangan, khususnya pada produk pangan kering seperti peyek kacang. Parameter sifat dielektrik makanan memberikan informasi tentang interaksi antara bahan makanan dan besaran listrik. Parameter kritis kadaluwarsa pangan kering adalah kadar air, di mana sifat dielektrik produk pangan memiliki korelasi kuat dengan kadar air [1].

Untuk itu perlu dilakukan penelitian menentukan masa kadaluwarsa peyek kacang menggunakan parameter dielektrik. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menentukan masa kadaluwarsa peyek kacang berbasis parameter dielektrik.

1. Pengujian daya terima panelis terhadap peyek kacang menggunakan ESS.
2. Identifikasi variabel listrik peyek kacang menggunakan sensor dielektrik.
3. Seleksi parameter dielektrik yang berhubungan dengan masa kadaluwarsa peyek kacang dengan pembobotan melalui *feature selection*.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Informasi masa kadaluwarsa umumnya didapat dengan menganalisa penurunan mutu produk pangan dalam periode tertentu. Metode dan tahapan yang digunakan untuk mencapai tujuan adalah sebagai berikut:

1. Metode ESS dan evaluasi sensory dilakukan dengan cara pengamatan terhadap sifat-sifat fisik yang dianalisa dengan menggunakan indra sensori. Pengamatan difokuskan kepada atribut pangan seperti tekstur, warna, aroma dan rasa.
2. Identifikasi parameter dielektrik peyek kacang menggunakan LCR meter. Pengukuran sifat fisik dibandingkan dengan pengukuran sifat dielektrik. Peyek

kacang berasal dari produk Mama Bunjie yaitu salah satu UKM binaan Politeknik Negeri Lhokseumawe.

3. Seleksi parameter dielektrik menggunakan *feature selection*. Metode *feature selection* untuk menyeleksi beberapa variabel sifat listrik yang berkorelasi dengan penentuan kondisi peyek kacang. Regresi nonlinear model kuadrat merupakan hubungan antara dua peubah yang terdiri dari variabel dependen (y) dan variabel independen (x) sehingga akan diperoleh suatu kurva yang membentuk garis lengkung menaik atau menurun [10]. Parameter statistik untuk mengevaluasi goodness-of-fit dari model adalah root mean square error (RMSE) disebut sebagai standar deviasi residual.

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + e_i \quad i = 1, \dots, n \quad (1)$$

y: fungsi kuadrat

x: variabel bebas

β_0 : konstanta intercept

β_1, β_2 : koefisien variabel bebas

Analisis regresi nonlinier berganda model kuadrat untuk memprediksi nilai dari konstanta dielektrik (variabel terikat) berdasarkan parameter kondisi mutu (variabel bebas) mengalami kenaikan atau penurunan. Penggunaan *feature selection* untuk mereduksi parameter listrik yang digunakan yaitu memilih parameter yang paling relevan dalam penetapan kelas label. Kelas pengukuran adalah kondisi mutu peyek kacang yang diterima dan yang tidak diterima.

Pada pembuatan peyek kacang, bahan-bahan yang digunakan adalah kacang tanah, tepung beras, tepung maizena, telur, air, minyak goreng, bawang putih, kemiri, ketumbar, garam, kaldu bubuk.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk yang digunakan dalam analisis ini adalah produk peyek kacang. Pengukuran dilakukan sampai hari ke 14 untuk penentuan ketengikan produk selama waktu penyimpanan.

A. Pengujian Daya Terima Panelis

Pengujian daya terima panelis menggunakan metode *Extended Storage Studies* (ESS). ESS adalah penentuan tanggal kadaluarsa dengan jalan menyimpan produk pada kondisi penyimpanan yang sebenarnya. Umur simpan adalah waktu hingga produk mengalami suatu tingkat deteriorasi tertentu. Analisa kuantitatif reaksi deteriorasi yang berlangsung pada produk selama proses pengemasan dan penyimpanan dapat dilakukan dengan cara pengukuran terhadap tingkat efek deterioratif yang berlangsung. Analisa yang dilakukan meliputi analisa fisik, analisa kimia, serta analisa organoleptik [2]. Perubahan tingkat efek deterioratif kemudian dihubungkan dengan perubahan mutu produk. Mutu produk akan menurun selama penyimpanan, maka suatu saat nilainya akan mendekati titik tertentu di mana kualitas yang diharapkan tersebut tidak dimiliki lagi oleh produk pangan itu.

Uji sensori peyek kacang berdasarkan kriteria mutu oleh Harris and Fadli [3] antara lain warna, tekstur, bau dan penampakan. Parameter uji organoleptik meliputi parameter mutu; warna, kerenyahan, aroma dan kesukaan. Dalam metode ini, lima panelis tidak terlatih (konsumen) diminta memberikan penilaian menggunakan tiga skala penilaian ditunjukkan pada Tabel I.

TABEL I
KRITERIA PENGUKURAN SENSORI PEYEK KACANG

Skala Nilai	Kriteria mutu			
	Warna	Kerenyahan	Aroma	Kesukaan
3	Coklat cerah	Renyah	Aroma khas peyek	Suka
2	Coklat Buram	Kurang Renyah	Agak Tengik	Kurang suka
1	Coklat kehitaman	Tidak Renyah	Tengik	Tidak suka

Pengujian penelitian utama telah dilaksanakan terhadap peyek kacang dengan suhu ruang 27-30 °C selama penyimpanan 14 hari dilakukan di Laboratorium Pengukuran Politeknik Negeri Lhokseumawe. Pengulangan percobaan dilakukan sebanyak dua kali pada sampel dan waktu berbeda dari produsen peyek kacang yang sama. Untuk T1 (hari ke satu) dipastikan semua panelis sepakat menilai bahwa tidak ada perbedaan sampel uji dengan kontrol. Sampel uji kontrol adalah produk yang baru selesai diproduksi. Percobaan pendugaan umur simpan pada Tabel II.

TABEL II
PENGUKURAN SENSORI PEYEK KACANG

Kriteria mutu	Evaluasi sensory					
	Hari ke 1 (T ₁)	Hari ke 7 (T ₇)	Hari ke 8 (T ₈)	Hari ke 11 (T ₁₁)	Hari ke 12 (T ₁₂)	Hari ke 14 (T ₁₄)
Warna	3	2.6	2	2	2	2
Kerenyahan	3	3	2	1.8	1	1
Aroma	3	3	2.8	1.8	1	1
Kesukaan	3	2.8	2	1.8	1	1
Rata-rata	3	2.9	2.2	1.9	1.3	1.3

Nilai evaluasi sensory dengan metode ESS masa kadaluarsa peyek kacang berdasarkan daya terima panelis. Daya terima panelis sampai pada hari ke-7 adalah suka, mulai hari ke-8 sampai hari ke-11 adalah kurang suka, dan mulai hari ke-12 adalah tidak suka. Dengan demikian masa kadaluarsa adalah hari ke-8 karena sudah terjadi penurunan mutu dengan penerimaan panelis kurang suka. Produsen peyek kacang harus menjamin mutu dan memberikan suatu informasi yang menyatakan ketahanan produk selama penyimpanan atau yang disebut dengan umur simpan.

Peyek kacang memiliki sifat mudah menyerap uap air dari udara sekitar sehingga produk menjadi melempem, teksturnya tidak renyah, kurang nikmat untuk dikonsumsi dan mudah rusak. Berdasarkan penelitian Utami, et al. [4] terjadi peningkatan kadar air pada produk pangan bubur bekatul dari hari ke-0 sampai hari ke-14 yang menunjukkan penurunan mutu pangan. Setiap perlakuan pengujian evaluasi sensory dilakukan pengukuran sifat dielektrik untuk mendapatkan nilai dielektrik pada setiap perubahan mutu peyek kacang.

B. Identifikasi Parameter Dielektrik Peyek Kacang

Pengukuran nilai dielektrik relatif cepat dan biaya yang rendah karena dapat dilakukan dalam waktu relatif singkat, tidak membutuhkan alat uji yang kompleks dan tidak membutuhkan panelis. Identifikasi parameter dielektrik peyek kacang menghasilkan variabel sifat listrik yang paling sensitif terhadap masa kadaluarsa. Pengukuran sifat listrik dilakukan dengan LCR meter Lutron. Sensor dielektrik digunakan untuk mengukur sifat listrik peyek kacang. Lingkup perlakuan

dilakukan pada kondisi seragam yaitu suhu ruang (28 °C), kelembaban (RH=45% sampai 64%).

Setiap sampel yang diukur diletakkan pada tabung berupa plat sejajar kapasitor berbahan tembaga, diukur sebanyak 3 kali dan dirata-ratakan. Sampel dimasukkan ke wadah dengan ukuran luas area $A = 4 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} = 16 \text{ cm}^2$, jarak plat 0.5 cm. Perhitungan dielektrik menggunakan Paersamaan (2).

$$K = \epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$$

$$\epsilon_r = \frac{C d}{\epsilon_0 A} \quad (2)$$

Keterangan:

- ϵ_0 : Permittivitas vakum (8.85×10-12 F/m)
- K (ϵ_r): Konstanta dielektrik (Permittivitas relatif)
- A: Luas plat konduktor (m²)
- D: Jarak antara dua plat sejajar (m)
- C: Kapasitansi (Farad)

LCR meter adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur Resistansi (R), Kapasitansi (C) dan induktansi (L) dari suatu komponen. Prinsip kerja dari LCR meter ini yaitu menggunakan pengukuran impedansi secara internal dan dikonversikan ke kapasitansi atau nilai induktansi yang sesuai. Pada pengukuran kapasitansi (C) atau muatan listrik pengukuran akan menghitung jumlah muatan yang disimpan pada suatu titik tertentu, yang biasa dikenal potensial listrik dan biasanya diukur dalam volt yang menunjukkan muatan listrik statis [5].

Pengukuran menggunakan alat ukur LCR meter pada frekwensi 1 KHz menggunakan 5 variabel yaitu kapasitansi (C, Farad), induktansi (L, Henry), resistansi (R, Ohm), quality factor (Q), dan Koefisien rugi (D). Pengukuran LCR meter menghasilkan besaran sifat listrik terhadap hasil sensory kondisi mutu peyek kacang pada Tabel III.

TABEL III
PENGUKURAN SIFAT LISTRIK PEYEK KACANG

Hari ke	Cp (pF)	Lp (K henry)	Rp (M ohm)	D	q	Penerimaan Panelis
1	15.40	1.63	45.70	0.11	6.78	Suka
2	15.80	1.61	54.90	0.12	7.50	Suka
3	16.10	1.58	64.70	0.14	8.68	Suka
4	16.20	1.56	54.70	0.17	5.68	Suka
5	16.60	1.52	45.90	0.20	4.86	Suka
6	17.10	1.48	39.90	0.23	4.30	Suka
7	17.80	1.42	35.60	0.25	3.99	Suka
8	18.50	1.36	31.10	0.27	3.70	Kurang suka
9	19.20	1.33	30.90	0.27	3.74	Kurang suka
10	21.00	1.20	19.14	0.39	2.54	Kurang suka
11	22.20	1.14	18.10	0.39	2.57	Kurang suka
12	22.80	1.11	15.72	0.44	2.31	Tidak suka
13	24.00	1.02	14.00	0.46	2.25	Tidak suka
14	25.00	1.11	13.00	0.48	2.10	Tidak suka

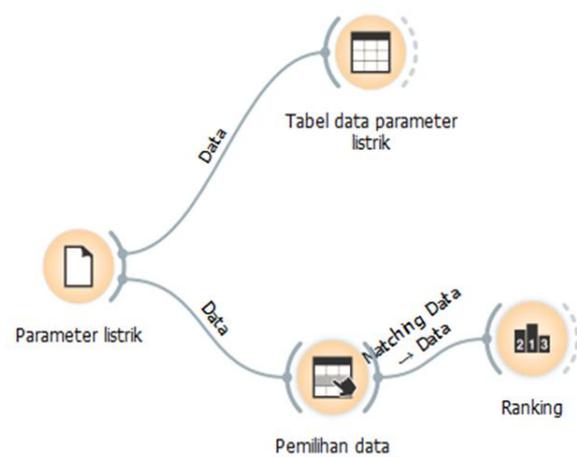
Variabel sifat listrik tersebut memiliki tingkat korelasi yang berbeda pada masing-masing objek pengukuran dan tidak semua variabel tersebut relevan dengan perubahan penerimaan panelis mutu peyek kacang. Selanjutnya dilakukan seleksi parameter dielektrik yang paling sensitif terhadap perubahan kondisi mutu peyek kacang.

C. Seleksi Variabel Sifat Listrik

Permasalahan yang terjadi pada data adalah jumlah yang terlalu banyak. Untuk menganganinya, kita perlu melakukan reduksi data pada dimensi atribut. Teknik ini biasanya disebut dengan Feature Selection atau pemilihan atribut. Hal ini untuk mendapatkan variabel listrik yang paling sensitif terhadap tingkat penerimaan mutu. Feature selection memberikan nilai bobot untuk setiap variabel dan variabel yang memiliki nilai di atas ambang batas bobot yang dipilih. Seleksi variabel memberikan gambaran variabel listrik yang sensitif terhadap perubahan komposisi biodiesel.

Seleksi variabel listrik yang berkorelasi dengan tingkat penerimaan mutu peyek kacang menggunakan pembobotan melalui *feature selection metode Relief, Gain ratio*, info gain dan regresi linear. Teknik ini mengurangi jumlah variabel yang terlibat dalam menentukan suatu nilai kelas target. Konsep metode feature selection adalah meranking beberapa variabel berpengaruh dari sifat listrik yang berkorelasi dengan penerimaan mutu peyek kacang.

Perangkingan parameter listrik yang paling berpengaruh terhadap kadaluwarsa menggunakan alat bantu simulasi Orange Canvas 3.0. Aplikasi Orange digunakan sebagai *knowledge discovery tool* untuk menjelaskan mekanisme *feature selection* dan *knowledge flow* pada pemasalahan seleksi variabel sifat listrik dan kadaluwarsa peyek. *Feature selection* diimplementasikan pada Orange Canvas dengan desain flow data (Gambar I).



Gambar 1. Seleksi variabel menggunakan Orange canvas

File data menggunakan 5 sampel peyek kacang, 5 variabel sifat listrik dan 3 kelas target yaitu penerimaan mutu “suka”, “kurang suka” dan “tidak suka. Pemilihan data menggunakan file data 5 parameter sifat listrik peyek kacang untuk dilakukan perangkingan berdasarkan variabel sifat listrik yang paling berpengaruh terhadap penilaian mutu peyek kacang. Seleksi variabel untuk menentukan korelasi variabel sifat

listrik dengan mutu peyek kacang menggunakan metode feature selection.

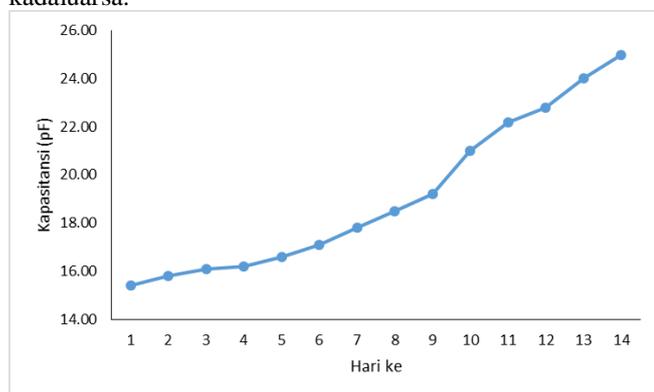
Batas yang digunakan untuk menentukan mutu peyek kacang adalah penerimaan mutu dari panelis. *Feature selection* digunakan untuk menentukan variabel listrik yang paling relevan dengan perubahan penerimaan mutu. Perangkingan dilihat dari nilai bobot yang dihasilkan. Bobot terbesar menduduki rangking tertinggi. Penggunaan *feature selection* selain untuk mereduksi jumlah atribut, diharapkan dapat memberikan performansi yang lebih baik pada saat melakukan klasifikasi. Korelasi parameter dielektrik dengan masa kadaluarsa ditunjukkan pada Tabel IV.

TABEL IV
KORELASI PARAMETER DIELEKTRIK DENGAN MASA KADALUWARSA

Parameter Listrik	Info Gain		Gain Ratio		ANOVA		ReliefF	
	Bobot	Peringkat Korelasi	Bobot	Peringkat Korelasi	Bobot	Peringkat Korelasi	Bobot	Peringkat Korelasi
C	1.2	1	0.6	1	49.5	3	0.3	1
L	1.1	2	0.5	2	52.3	2	0.2	3
R	1.1	2	0.5	2	39.8	4	0.2	4
D	1.0	3	0.5	3	52.4	1	0.2	2
Q	1.1	2	0.5	2	18.6	5	0.2	5

Parameter listrik yang dianggap paling berkorelasi dengan masa kadaluarsa adalah Kapasitansi (C) diikuti Induktansi (L). Total nilai peringkat kapasitansi yang terkecil, pada ketiga pendekatan selalu berada pada urutan pertama pada tiga metode hanya pada metode ANOVA berada pada posisi ketiga.

Pengukuran kapasitansi mulai dari awal produksi sampai hari ke 14 menunjukkan nilai kapasitansi pada masa kadaluarsa yang berbeda-beda. Hasil pengukuran kapasitansi pada masa kadaluarsa yang berbeda-beda diperlihatkan pada Gambar 2. Kapasitansi adalah kemampuan kapasitor untuk menyimpan energi dalam medan listrik. Kapasitansi merupakan parameter dielektrik yang berkorelasi dengan masa kadaluarsa.



Gambar 2. Kapasitansi peyek kacang mulai dari awal produksi

Bertambahnya hari setelah produksi peyek kacang, maka masa kadaluarsa semakin dekat. Semakin dekat masa kadaluarsa peyek kacang, menunjukkan nilai kapasitansi semakin besar. Hal ini terkait dengan kandungan air yang dikandung, pada peyek kacang yang semakin dekat kadaluarsanya, memiliki kandungan air yang lebih banyak dibandingkan yang masih jauh kadaluarsanya. Nilai dielektrik (di antaranya kapasitansi) dipengaruhi oleh kadar air. Rahmawati [6] menyatakan bahwa peningkatan kadar air akan

meningkatkan nilai dielektrik bahan sehingga nilai kapasitansi yang dihasilkan semakin meningkat. Nilai tetapan dielektrik dan faktor kehilangan dielektrik berbanding lurus dengan kadar air [7, 8].

Pengukuran kadaluarsa berdasarkan sifat dielektrik dengan evaluasi sensory mode ESS. Pengujian self-life dengan metode evaluasi sensori menggunakan panelis tidak terlatih (naïve panelis). Panelis yang melakukan penilaian untuk setiap tahapnya haruslah dengan panelis yang sama. Pada penelitian ini melakukan prediksi kadaluarsa berbasis parameter dielektrik dengan pengujian sampel menggunakan mode ESS dan validasi metode pendugaan umur simpan dengan metode evaluasi sensory. Prediksi kadaluarsa ini dapat diterapkan pada produsen untuk memberikan informasi yang menyatakan ketahanan produk selama penyimpanan. Pengukuran dielektrik berdasarkan penurunan mutu pangan ini menjadi acuan pada pembuatan alat prediksi masa kadaluarsa peyek kacang.

IV. KESIMPULAN

MASA KADALUWARSA MENGGUNAKAN METODE ESS ADALAH 8 HARI DARI PRODUKSI. MENGGUNAKAN SELEKSI PARAMETER, MENUNJUKKAN PARAMETER DIELEKTRIK YANG PALING BERPENGARUH TERHADAP MASA KADALUWARSA PEYEK KACANG ADALAH KAPASITANSI. SEMAKIN PEYEK MENDEKATI MASA KADALUWARSA MAKA NILAI KAPASITANSI SEMAKIN BESAR. NILAI KAPASITANSI PEYEK PADA HARI KE DELAPAN ADALAH 18.5 pF DENGAN NILAI DIELEKTRIK 33.5. PENELITIAN SELANJUTNYA ADALAH MEMBUAT PROTOTYPE SEBAGAI REALISASI ALAT DETEKSI MASA KADALUWARSA PEYEK KACANG.

REFERENSI

- [1] S. Ozturk, F. Kong, R. K. Singh, J. D. Kuzy, C. Li, and S. Trabelsi, "Dielectric properties, heating rate, and heating uniformity of various seasoning spices and their mixtures with radio frequency heating," *Journal of Food Engineering*, vol. 228, pp. 128-141, 2018.
- [2] S. Arif, S. Wijana, and A. F. Mulyadi, "Pendugaan Umur Simpan Minuman Sari Buah Sirsak (*Annona muricata* L.) berdasarkan Parameter Kerusakan Fisik dan Kimia dengan Metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT)," *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, vol. 4, pp. 89-96, 2016.
- [3] H. Harris and M. Fadli, "Penentuan umur simpan (shelf life) pundang seluang (*rasbora* sp) yang dikemas menggunakan kemasan vakum dan tanpa vakum," *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, vol. 9, pp. 53-62, 2014.
- [4] N. M. Utami, S. Sirajuddin, and U. Najamuddin, "Penentuan Masa Kadaluarsa Produk Bubur Bekatul Instan Dengan Metode Accelerated Shelf Life Test," *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, vol. 10, pp. 174-179, 2016.
- [5] S. Viraktamath, K. Kannur, B. Kinagi, and V. R. Shinde, "Digital LCR meter using arduino," in *2017 International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC)*, 2017, pp. 805-808.
- [6] Rahmawati, "Prediction for Biodiesel Quality using the Dielectric Properties," in *International Conference on Science and Innovated Engineering (I-COSINE)*, Aceh - Indonesia, 2019.
- [7] S. O. Nelson and S. Trabelsi, "Factors influencing the dielectric properties of agricultural and food products," *Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy*, vol. 46, pp. 93-107, 2012.
- [8] Rahmawati, T. Djatna, Irzaman, and E. Noor, "An identification and characterization of biodiesel fatty acid based by using dielectric sensor," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2017, p. 012004.