



AMTeQ 2013



Annual Meeting on Testing and Quality 2013

**Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Pusat Penelitian Sistem Mutu dan Teknologi Pengujian**

ISSN 1907-7459

PUBLIKASI ILMIAH

ANNUAL MEETING ON TESTING AND QUALITY

AMTEQ 2013

REVIEWERS

Prof. Riset. Dr. Ir. Bambang Prasetya, M. Sc.
Prof. Riset. Ir. Boedi Soesatyo, M.Eng.Sc.
Prof. Riset. Ir. Jimmy Pusaka, M. Sc.
Prof. Dr. Achmad Syahrani, M.Si., Apt.
Prof. Dr. Ni Nyoman Tri Puspaningsih, Dra., M.Si.
Prof.Dr. Rer.net.nat. Irminda Kris Murwani.
Prof. Dr. Drh. Aulani'am, DES
Prof. Win Darmanto, Drs., M.Si., Ph.D.
Dr. Ir. Fatimah Z. S. Padmadinata, DEA
Dr. Ir. R. Harry Arjadi, M.Sc.
Dr. Ir. Anggit Murdani, M.Eng.
Dr. Melania Suweni Murtini
Dr. Ir. M. Sarosa, M.Eng
Dr. Ir. Harry Soekotjo Dachlan, MSIE.
Ir. Achmad Wicaksono, M.Eng., Ph.D.

EDITOR PELAKSANA

Asep Rahmat Hidayat
Himma Firdaus
Nanang Kusnandar
Sri Supadmi
Wuwus Ardiatna

**Pusat Penelitian Sistem Mutu dan Teknologi Pengujian
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia**

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	v
INDEKS PEMAKALAH	ix
SUSUNAN PANITIA	xi
EDITORIAL	xiii
SAMBUTAN KETUA AMTeQ 2013	xv
SAMBUTAN KEPALA PUSLIT SMTP LIPI	xvii
MAKNA LOGO AMTeQ	xix
TEKNOLOGI PENGUJIAN	
1. PENGUJIAN PENGARUH PULSA MEDAN ELEKTROMAGNET TERHADAP KONDUKTIVITAS LARUTAN CaCl_2 Oleh. Hanif Fakhurroja, Hariyadi	1
2. PENGEMBANGAN METODE PENGUJIAN KETELITIAN PEMOSISIAN MESIN PERKAKAS CNC DENGAN PENGUKURAN KETELITIAN GERAKAN MELINGKAR Oleh. Nasril	13
3. ANALISIS PENGUKURAN HOMOGENITAS TEMPERATUR RUANG INKUBATOR BAYI Oleh. Asep Rahmat Hidayat, Siddiq Wahyu Hidayat, Wuwus Ardiatna	23
4. TEKNIK PENGUKURAN KUALITAS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO Oleh. Andriani Parastiwi, Ach. Muhib Zainuri, Ekojono, Rahman Azis P., Ardhia Mufti T.	30
5. ALAT UJI HOMOGENITAS SUHU KOMPARATOR INKUBATOR BAYI DENGAN SENSOR DS18B20 Oleh. Siddiq Wahyu Hidayat, Wuwus Ardiatna, Aditia Nur Bakti	39
6. PENGUKURAN SIFAT LISTRIK SEBAGAI BASIS DETEKSI CEMARAN LEMAK BABI (STUDI EVALUASI ALAT, PERSIAPAN SAMPEL, DAN SELEKSI FREKUENSI) Oleh. Sucipto, Taufik Djatna, Irzaman,	46
7. ANALISIS HOMOGENITAS TEMPERATUR TABUNG PEMANAS AIR SEBAGAI ALAT BANTU PENGUJIAN MESIN CUCI BERDASARKAN STANDAR SNI IEC 60335-2-7:2009 Oleh. Prayoga Bakti, Hari Tjahjono, Junaid Sadrach	57
8. ANALISA PELUMAS BEKAS PADA UJI ENGINE GENSET DUA RATUS JAM MENGGUNAKAN BIODIESEL LIMA PULUH PERSEN Oleh. Ihwan Haryono dan M Taufiq Suryantoro	62
9. PENDETEKSIAN GEO RADAR UNTUK UTILITAS BAWAH PERMUKAAN KAMPUS KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM - JAKARTA Oleh. Imam Djunaedi	72

10.	PENGUJIAN KESTABILAN <i>CLIMATIC CHAMBER</i> HASIL RANCANG BANGUN MENGGUNAKAN SENSOR <i>THERMOHYGROMETER</i> TIPE DIGITAL Oleh. Novan Agung Mahardiono	82
11.	KARAKTERISASI SUHU AIR UNTUK MENINGKATKAN AKURASI PENGUJIAN EFISIENSI ENERGI PENANAK NASI Oleh. Himma Firdaus, Bayu Utomo	90
12.	PENGUKURAN DAN ANALISA 'SHIELDING EFFECTIVENESS' MINI CHAMBER ELEKTROMAGNETIK Oleh. Dwi Mandaris, R. Harry Arjadi, Himma Firdaus, Priyo Wibowo, Hutomo Wahyu Nugroho	100
13.	VALIDASI PENENTUAN KADAR KOLKISIN DALAM SEDIAAN SIRUP CAIR DAUN KEMBANG SUNGSANG (<i>Gloriosa superba</i> L.) DENGAN METODE KLT-DENSITOMETRI Oleh. Ridha Auiliarahma, Sudjarwo, Djoko Agus Purwanto,	111
14.	PENGARUH RADIASI GELOMBANG EM PADA FREKUENSI TELEPON SELULER 900 MHz PADA CAIRAN TUBUH MANUSIA Oleh. R. Harry Arjadi	126
SISTEM MANAJEMEN MUTU		
1.	ANALISIS SISTEM MANAJEMEN MUTU SNI ISO 9001:2008 PADA SISTEM KONTROL PLTU "X" Oleh. Sutrisno Salomo Hutagalung, AgusFonarSyukri	139
2.	PERAN POKA YOKE DALAM MENGURANGI KELUHAN PELANGGAN Oleh. Djoko Agustono	151
3.	DIAGRAM KENDALI (<i>CONTROL CHART</i>) SHEWHART SEBAGAI JAMINAN MUTU HASIL PENGUJIAN Oleh. Sri Kadarwati, Khusnul Khotimah, Dini Andiani	163
4.	FAKTOR-FAKTOR KUNCI KEBERHASILAN PENERAPAN SISTEM MANAJEMEN MUTU SNI ISO 9001:2008 DI LINGKUNGAN LIPI Oleh. Ade Khaerudin Taufiq dan Sugiono	171
5.	ANALISIS KOMITMEN PEGAWAI TERHADAP MUTU PADA INSTITUSI PEMERINTAH XYZ Oleh. Medi Yarmen, I Gede Mahatma Yuda Bakti, Tri Rakhmawati, Nidya J. Astrini	179
6.	KUALITAS PELAYANAN ANGKUTAN KOTA (ANGKOT) DI JAWA BARAT : PERSPEKTIF SISWA Oleh. Medi Yarmen, I Gede Mahatma Yuda Bakti	192
7.	PENERAPAN METODE PEMBELAJARAN INKUIRI PADA MATA KULIAH SISTEM MANAJEMEN MUTU Oleh. Bambang Sugiyono Agus Purwono, Suyanta, Rahbini, Masroni	203
8.	SISTEM MANAJEMEN MUTU PADA USAHA KECIL DAN MENENGAH DI KABUPATEN SIDOARJO Oleh. Hana Catur W. Mudi Astuti, Wiwik Sulistiyowati, Udisubakti C, Putu Dana K	214

9.	ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PELAYANAN JASA TEKNOLOGI TERHADAP KEPUASAN PELANGGAN DI B2TKS – BPPT Oleh. Sugianti, Suharyanto, Budianto	222
10.	PENILAIAN <i>SAFETY CULTURE</i> PADA LEVEL MANAJEMEN DI PT. X Oleh. Dewi Kurniasihdan Renanda Nia R	237
11.	KORELASI AUDIT INTERNAL DENGAN PENINGKATAN KOMPETENSI PEGAWAI LABORATORIUM P2SMTP – LIPI Oleh. Sugianti & Agus Fanar Syukri	250
12.	INDEKS KEPUASAN MASYARAKAT (IKM) ATAS PELAYANAN LIPI TAHUN 2013 I Oleh. Agus Fanar Syukri	263
13.	PENERAPAN SNI ISO/IEC 17025:2005 DI LABORATORIUM SABO UNTUK PENGELOLAAN BENCANA BANJIR LAHAR Oleh. Ali Usman, Jati Iswardoyo	273
INSTRUMENTASI		
1.	ANALISA KEBOCORAN ARUS TERHADAP PERLAKUAN TERMAL KABEL WIRELINE 5/16 MONOCONDUCTOR Oleh. Hendra Adinanta & Agus Sukarto Wismogroho	307
2.	ANALISA TERMAL PERFORMA KABEL UTP <i>INDOOR</i> CAT 5E TERHADAP KETAHANAN KONEKSINYA Oleh. Hendra Adinanta & Agus Sukarto Wismogroho	315
4.	IMPLEMENTASI SISTEM <i>MONITORING UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY (UPS)</i> MENGGUNAKAN APLIKASI <i>VIEW POWER</i> BERBASIS WEB Oleh. Asep Insani & Khoirur Rosyidin	322
5.	ANALISIS KINERJA <i>LOAD BALANCING</i> SEBAGAI METODE PENGUKURAN <i>QUALITY OF SERVICE</i> PADA LAYANAN JARINGAN 3G Oleh. Asep Insani & Khoirur Rosyidin	334
6.	DISAIN, KONSTRUKSI, INSTALASI, DAN UJI COBA POLA VISUAL PENDUGA JARAK ANTAR KENDARAAN BAGI PENGEMUDI Oleh. Sugiono	346
7.	PENGGUNAAN “TRACKER VIDEO ANALYSIS” UNTUK PENGUKURAN VISKOSITAS CAIRAN Oleh. Tomi Budi Waluyo, Hendra Adinanta, Dwi Bayuwati	357
8.	SISTEM INFORMASI DIET <i>DIABETES MELLITUS</i> PADA PERANGKAT ANDROID Oleh. Moehammad Sarosa, Antok Hermawan, Ahmad Wahyu Purwandi	364
9.	PENGARUH <i>THERMAL PROTECTOR</i> TERHADAP UJI OPERASI ABNORMAL PADA POMPA AIR LISTIK Oleh. Mohamad Marhaendra Ali	376
10.	KAJIAN PENGARUH KECEPATAN KENDARAAN TERHADAP TINGKAT GETARAN PADA STRUKTUR BANGUNAN DI SEKITAR JALAN RAYA Oleh. Dodi Rajadi TE	387

11.	SISTEM AKUISISI DATA PEMBANGKIT LISTRIK HYBRID ENERGI TERBARUKAN ANGIN DAN SURYA BERBASIS HIDROGEN Oleh. Imam Djunaedi	398
12.	AN EFFECT OF POT'S ENERGY EFFICIENCY ON THE ENERGY EFFICIENCY FOR HOUSEHOLD APPLIANCES ELECTRIC RICE COOKER Oleh. Bayu Utomo, Dwi Mandaris, Nanang Kusnandar,	407
13.	KAJI NUMERIK DAN EKSPERIMEN DEFORMASI LATERAL PADA ALAT KALIBRASI TORSI STATIK TIPE NON KONTAK Oleh. Hilman Syaeful Alam, Demi Sotraprawata & Hanif Fahruroza.....	417
14.	PENERAPAN REGISTRASI CITRA PADA HASIL PENGUKURAN TEMPERATUR OBJEK BERGERAK MENGGUNAKAN KAMERA INFRAMERAH Oleh. Nanang Kusnandar, Suprijanto & Endang Juliastuti	427
15.	4-CELL LITHIUM BATTERY MONITORING SYSTEM USING OPEN SOURCE MICROCONTROLLER PLATFORM Oleh. I.Firmansyah, B.Prihandoko, A.Subhan, S.Arianto, E.Suwandi	438
16.	SIMULATION OF SINE WAVE GENERATION USING DIRECT DIGITAL SYNTHESIS ALGORITHM FOR FPGA APPLICATION Oleh. Iman Firmansyah	444
17.	PERANCANGAN APLIKASI SISTEM MONITORING KUALITAS DAN KAPASITAS AIR SUMUR RESAPAN TIPE ASR (<i>AQUIFER STORAGE AND RECOVERY</i>) Oleh. Aris Munandar	450
	SEKILAS AMTeQ 2013	461
	FORMAT PENULISAN MAKALAH.....	463
	CALL FOR PAPER	467

PENGUKURAN SIFAT LISTRIK SEBAGAI BASIS DETEKSI CEMARAN LEMAK BABI (STUDI EVALUASI ALAT, PERSIAPAN SAMPEL, DAN SELEKSI FREKUENSI)

**Sucipto^{1*)}, Taufik Djatna², Irzaman³,
Tun Tedja Irawadi⁴, dan Anas Miftah Fauzi²**

¹⁾ Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran Malang, 65145; email: ciptotip@ub.ac.id

²⁾ Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Gedung Fateta IPB Dramaga PO Box 220 Bogor, 16002; email: taufikdjatna@ipb.ac.id dan fauzianas@yahoo.com

³⁾ Department Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Jl. Meranti Kampus IPB Dramaga Bogor, 16680; email: irzaman@ipb.ac.id

⁴⁾ Department Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Jl. Meranti Kampus IPB Dramaga Bogor, 16680; email: tun_tedja@yahoo.com

*) Penulis Koresponden

INTISARI

Penelitian ini bertujuan mendapatkan teknik pengukuran sifat listrik, persiapan sampel bahan, dan rentang frekuensi yang tepat sebagai basis deteksi cemaran lemak babi. Penelitian dilakukan dengan merancang keping sejajar yang sesuai untuk mengukur sifat listrik bahan. Sampel lemak dilakukan penyerapan air menggunakan Na₂SO₄ anhidrat dan tanpa penyerapan air. Pengukuran diuji pada rentang frekuensi 0,100-0,999 MHz, 1,000-3,799 MHz, dan 3,80-5,00 MHz pada suhu ruang (26-27°C).

Hasil penelitian menunjukkan keping sejajar terbuat dari tembaga berukuran 20 mm x 10 mm berjarak 5 mm efektif digunakan untuk mengakuisisi data sifat listrik bahan. Sampel lemak yang diserap airnya menggunakan Na₂SO₄ anhidrat dan diukur pada frekuensi 3,80-5,00 MHz menghasilkan data sifat listrik yang valid. Dengan alat, persiapan sampel, dan pilihan frekuensi pengukuran tersebut diharapkan dapat digunakan mengakuisisi data sifat listrik bahan sebagai basis pengembangan teknik deteksi lemak babi pada lemak pangan lain.

Kata kunci: keping sejajar, persiapan sampel, rentang frekuensi, pengukuran sifat listrik, lemak babi

ABSTRACT

This study aimed to identify the measurement technique of electrical properties, material sample preparation, and precisely frequency range as a detection basis of lard contamination. The study was conducted by using parallel plate design which is suitable for measuring the electrical properties of materials. Samples are prepared by water absorption using Na₂SO₄ anhydrous and without water absorption. The measurements were conducted at frequencies range of 0,100-0,999 MHz, 1,000-3,799 MHz and 3,80-5,00 MHz at room temperature (26-27°C).

The results showed that the parallel plate made of copper, by dimension of 20 mm x 10 mm separate at distance 5 mm is effective acquire electrical properties data of materials. Fat were absorbed their water using Na₂SO₄ anhydrous and measured at frequencies of 3,80-5,00 MHz produced valid electrical properties data. With this instrument, sample preparation, and frequency range were expected can be used to acquire the electrical properties of materials as a basis for the development of lard detection technique on other edible fats.

Keywords: parallel plate, sample preparation, frequency range, measurement electrical properties, lard

1 PENDAHULUAN

Pengukuran sifat listrik bahan dapat dilakukan sesuai kondisi bahan dan tujuan pengukuran. Pemanfaatan sifat dielektrik dalam bidang pertanian dan pangan meningkat seiring waktu. Sebagai contoh, pengukuran sifat listrik daging dan olahan daging telah dikembangkan untuk menilai kualitas dan kemurnian secara cepat dan non destruktif, mengarah *in-situ* berdasar energi elektromagnetik, teknik ultrasonik, dan resonansi [1]. Selain itu, juga dikembangkan deteksi berbasis impedansi spektroskopi untuk evaluasi kerusakan daging sapi [2], dan uji pencampuran lemak [3]. Teknik ini mengukur sifat listrik bahan sebagai penduga kualitas dan pencampuran bahan. Karena itu, informasi mengenai sifat listrik bahan pertanian dan pangan sebagai bahan hidup perlu diketahui. Demikian juga faktor-faktor yang memengaruhi sifat listrik seperti frekuensi, kadar air, temperatur, densitas, komposisi kimia, geometri, dan homogenitas bahan. Pengetahuan ini menunjang pemanfaatan sifat listrik bahan pertanian dan pangan secara lebih luas.

Diantara masalah pemanfaatan sifat listrik bahan pangan adalah kurangnya pemahaman keterkaitan sifat listrik fisik, dan kimia bahan. Alat ukur sifat listrik yang sesuai bahan pertanian dan pangan juga masih terbatas. Demikian juga rentang frekuensi pengukuran sifat listrik dan teknis persiapan bahan pangan belum banyak diketahui.

Penelitian bertujuan mengembangkan alat ukur sifat listrik bahan pangan, khususnya lemak pangan, mencari prosedur persiapan sampel, dan mendapatkan rentang frekuensi pengukuran. Hasil ini diharapkan mendukung akuisisi sifat listrik bahan secara valid sebagai basis pengembangan teknik deteksi lemak babi.

2 DASAR TEORI

Sifat listrik adalah karakteristik suatu bahan yang mencirikan potensinya dalam merespon pemanasan dielektrik, dan kemampuannya untuk menyimpan, meneruskan, dan memantulkan gelombang elektromagnetik. Pangan memiliki sifat dielektrik dan polarisasi non ideal terkait fenomena disipasi, absorpsi energi, dan kerusakan yang memengaruhi konstanta dielektrik [1]. Sifat dielektrik bahan tergantung frekuensi, suhu, kandungan air, densitas, komposisi, dan struktur bahan [4]. Karena itu, pilihan, evaluasi jenis alat ukur sifat listrik, persiapan sampel, dan seleksi frekuensi yang tepat sangat menentukan hasil pengukuran sifat listrik bahan.

3 METODE DAN TEKNIK PENGUKURAN

Persiapan sampel

Bahan penelitian terdiri 2 macam. Pertama, bahan keping sejajar sebagai tempat lemak yang diukur sifat listriknya. Kedua, lemak pangan yang diuji sifat listriknya, yaitu lemak babi, lemak sapi, dan minyak goreng sawit. Sampel lemak babi dan lemak sapi diekstraksi dari jaringan lemak masing-masing hewan dengan pemanasan 90-100°C selama 2 jam [5]. Lemak yang meleleh dikumpulkan dan disaring melalui kain saring. Pada awal penelitian sampel lemak hasil ekstraksi langsung diukur sifat listriknya. Penelitian berikutnya, lemak pangan dilakukan penyerapan air dengan Na_2SO_4 anhidrat.

Pengukuran sifat listrik

Pengukuran sifat listrik bahan dilakukan dengan rentang frekuensi 0,100-0,999 MHz sebanyak 50 titik, 1,000-3,799 MHz sebanyak 50 titik, dan 3,80-5,00 MHz sebanyak 100 titik. Masing-masing diulang 5 kali.

Penilaian validitas hasil akuisisi data

Untuk menilai validitas hasil akuisisi data sifat listrik setiap rentang frekuensi, dihitung dengan kriteria persen terjadinya *noise* selama akuisisi data. Selain itu, dihitung rerata (μ_x), standar deviasi (σ_x), dan koefisien variasi (c_v) setiap sifat listrik bahan yang diukur.

$$\text{Persen noise} = ((\Sigma \text{noise} / (\Sigma n \times \Sigma \text{titik frekuensi})) \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

$$\mu_x = 1/n \sum_{i=1}^n x_i \dots\dots\dots (2)$$

$$\sigma_x = \sqrt{1/n - 1 \sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)^2} \dots\dots\dots (3)$$

$$c_v = \sigma_x / \mu_x \dots\dots\dots (4)$$

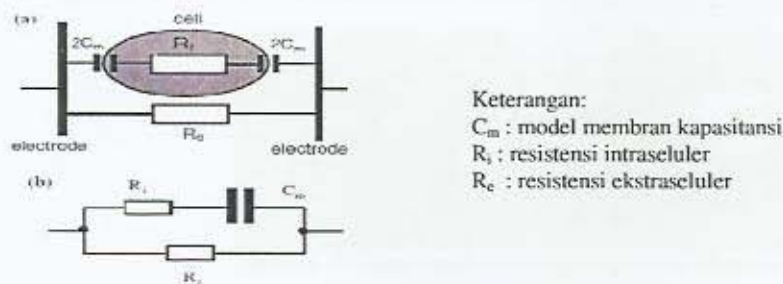
dimana, n adalah jumlah ulangan pengukuran

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi Teknik dan alat pengukuran sifat listrik lemak pangan

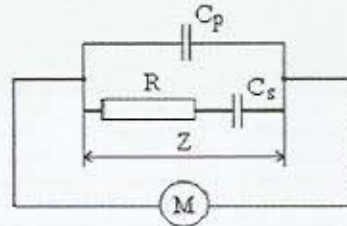
Sifat listrik bahan pada jaringan hidup berhubungan dengan prinsip bahwa kecepatan aliran arus setiap bahan berbeda, diantaranya tergantung komposisinya. Jaringan biologis terdiri dari sel-sel yang dikelilingi cairan ekstraselular. Membran sel bertindak sebagai isolator pada frekuensi rendah, berperilaku seperti sebuah kapasitor. Gambar 1 menunjukkan model sederhana, suatu kapasitor dan resistor pada membran sel. Dengan jenis rangkaian kapasitor (C) dan resistor (R) tertentu dihasilkan sifat listrik spesifik untuk suatu bahan.

Jaringan biologis, terutama daging, memiliki impedansi anisotropik, yaitu impedansi yang bervariasi berdasar apakah arus berjalan sejajar atau tegak lurus terhadap serat otot [7]. Setiap bahan hidup yang memiliki komposisi tertentu juga memiliki impedansi bioelektrik tertentu. Impedansi dapat digunakan sebagai basis sensor perubahan komposisi bahan akibat penurunan kualitas dan atau pemalsuan bahan.



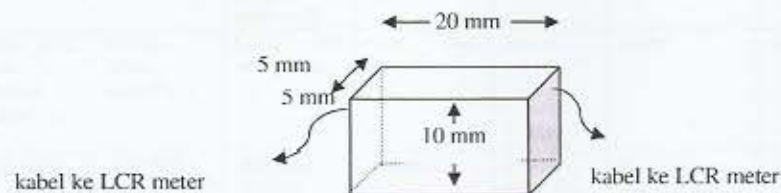
Gambar 1 Model sederhana kapasitor dan resistor membran sel [6]

Gambar 2 menunjukkan model pengukuran sifat listrik untuk bahan pangan. Kapasitansi paralel (C_p), kapasitansi seri (C_s), resistensi (R), dan impedansi (Z) dapat diukur dengan satu alat pengukur sifat listrik (M). Sifat listrik ini dapat dimanfaatkan sebagai basis sensor deteksi kualitas atau pemalsuan lemak pangan.



Keterangan: M : Alat pengukur C: Kapasitansi R: Resistansi
Gambar 2. Model pengukuran sifat listrik [8]

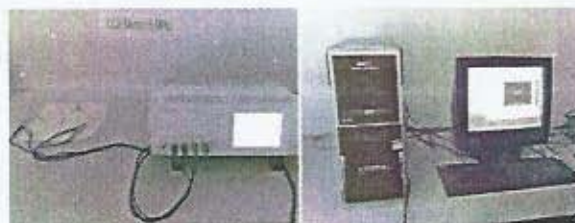
Secara umum pengukuran sifat listrik dapat dilakukan dengan berbagai teknik, seperti pada Tabel 1. Dari tabel tersebut diketahui kelebihan dan kekurangan setiap teknik. Karena itu, teknik yang dipilih dapat mempertimbangkan tujuan, akurasi yang ingin dicapai, ketersediaan alat, waktu, dan biaya, serta pertimbangan lain.



Gambar 3 Desain keping sejajar

Dengan pertimbangan di atas, untuk memudahkan pengukuran sifat listrik lemak pangan, pada penelitian ini digunakan teknik *parallel plate* (keping sejajar). Desain keping sejajar dari tembaga berukuran 20 mm x 10 mm berjarak 5 mm seperti Gambar 3. Dimensi tersebut, terutama ketebalan 5 mm, memenuhi untuk akuisisi data sifat listrik bahan pada rentang frekuensi 0,10-5,00 MHz. Kondisi ini sesuai kriteria Tabel 1.

Akuisisi, penyimpanan, dan pengelolaan data sifat listrik dilakukan secara cepat dan akurat dengan cara menghubungkan keping sejajar dan LCR meter type 3532-50 LCR HiTESTER (Hioki) dengan komputer menggunakan program *National Instrument Labview 7.1*. Data tersimpan dalam bentuk teks dengan tipe file LVM dapat diolah dengan program macro pada *Microsoft excel*.



Gambar 4 Skema rangkaian alat pengukuran sifat listrik

Rangkaian terintegrasi keping sejajar, LCR meter, dan komputer penyimpanan data seperti Gambar 4. Dengan rangkaian ini, parameter input pengukuran, seperti kuat arus,

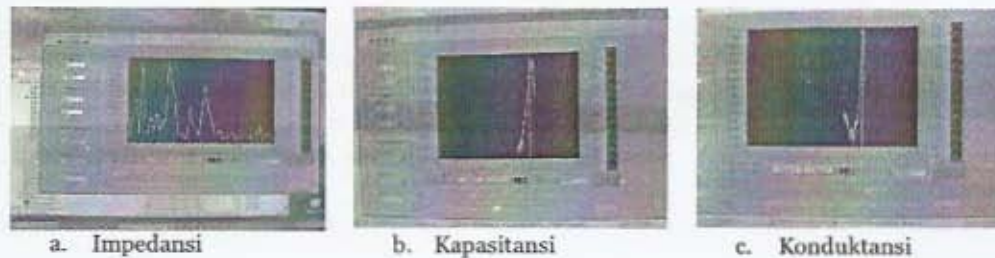
kecepatan pengukuran, rentang dan jumlah titik frekuensi, serta sifat listrik yang diukur dapat dipilih melalui program komputer.

Tabel 1 Karakteristik teknik pengukuran umum untuk menentukan sifat dielektrik diadaptasi dari [9]

Karakteristik	Teknik Pengukuran						
	<i>Parallel plate</i>	<i>Lumped circuit</i>	<i>Coaxial probe</i>	<i>Transmission line</i>	<i>Cavity resonator</i>	<i>Free space</i>	<i>Time domain spectroscopy</i>
Diskripsi singkat	Bahan harus ditempatkan di antara dua elektroda untuk membentuk sebuah kapasitor	Sampel adalah bagian dari isolator dalam rangkaian disamakan	Sebuah kabel koaxial memotong membentuk batas bidang datar kontak dengan bahan. Sebuah analisa vektor diperlukan untuk mengukur refleksi sampel berbentuk	Brick mengisi penampang saluran transmisi tertutup, menyebabkan perubahan impedansi	Sampel diperkenalkan dalam rongga (Q struktur resonansi tinggi), yang memengaruhi pusat frekuensi dan faktor kualitas rongga	Antena digunakan mengarahkan sinar microwave pada atau melalui bahan. Sebuah vektor network analyzer mengukur koefisien refleksi & transmisi	Pulsa pendek dari radiasi Terahertz dalam generasi dan skema deteksi, yang sensitif terhadap efek amplitudo dan fase radiasi
Bahan yang direkomendasikan	Bahan yang dapat dibentuk lapisan	Semua bahan, kecuali gas	Cair dan semipadat	Cair dan padat	Padat	Padat	Homogen
Range frekuensi	<100 MHz	<100 MHz	200 MHz–20 GHz, terutama >100 GHz	<100 MHz	1 MHz–100 GHz	Range gelombang mikro	10 MHz–10 GHz
Kelebihan	Murah, akurasi tinggi	Bahan cair dan padat dapat diukur	Mudah digunakan, non-destruktif untuk beberapa bahan, tidak perlu persiapan sampel	Lebih akurat dan sensitif dibanding dengan metode <i>probe</i>	Persiapan sampel mudah, adaptif untuk berbagai suhu	Non-destruktif, suhu tinggi dapat digunakan	Cepat dan pengukuran dengan akurasi tinggi, sampel kecil
Kekurangan	Rentang frekuensi yang terbatas, sampel lembar sangat tipis (<10 mm)	Rentang frekuensi yang terbatas, tidak cocok untuk very loss materials	Akurasi terbatas ($\pm 5\%$), resolusi kehilangan rendah, sampel besar & padat harus dibuat dalam permukaan datar	Akurasi kurang dari resonator, persiapan sampel sulit, dan memakan waktu	Data frekuensi broadband tidak disediakan dan analisis mungkin rumit	Sebuah lembaran, tipis, sampel paralel, dan dibutuhkan kalibrasi khusus	Mahal

Hasil akuisisi data sifat listrik oleh LCR meter tersimpan dalam *processor* komputer. Pengukuran sifat listrik, pada suhu ruang, 26-27°C memperoleh hasil pada setiap frekuensi (sumbu horisontal atau x) menghasilkan nilai masing-masing sifat listrik,

yaitu impedansi, kapasitansi, dan konduktansi (sumbu vertikal atau y) tertentu pula (Gambar 5). Kondisi ini berarti pilihan rentang frekuensi menentukan nilai sifat listrik bahan yang bermakna dalam proses deteksi.



Gambar 5 Contoh tampilan spektrum sifat listrik hasil pengukuran

Mekanisme terukurnya sifat listrik sampel lemak sebagai berikut. Pada saat sampel lemak di dalam keping sejajar belum berada pada medan listrik maka ion-ion bahan dalam kondisi acak. Akibat arus listrik dari luar, terjadi penyeragaman arah dipol listrik [10]. Kemampuan penyeragaman momen dipol merupakan ciri khas dari molekul-molekul yang berkorelasi dengan sifat dielektrik, fisiko kimia, dan biologis [11].

Persiapan sampel lemak pangan

Pada awal penelitian dengan tujuan mempercepat proses deteksi, dicoba pengukuran sifat listrik lemak pangan sesuai kondisi di pasar, yaitu tanpa persiapan sampel dengan penyerapan air. Hasilnya menunjukkan bahwa lemak yang tidak diserap airnya memiliki sifat listrik yang kurang konsisten. Analisis lebih jauh menunjukkan, keberadaan komponen air dalam bahan pangan berpengaruh besar pada sifat listrik, karena memiliki polaritas tinggi. Penulis [12] menyatakan setiap bahan memiliki sifat listrik khas dipengaruhi kondisi internal bahan, seperti momen dipol, komposisi kimia, kadar air, keasaman, dan sifat lain.

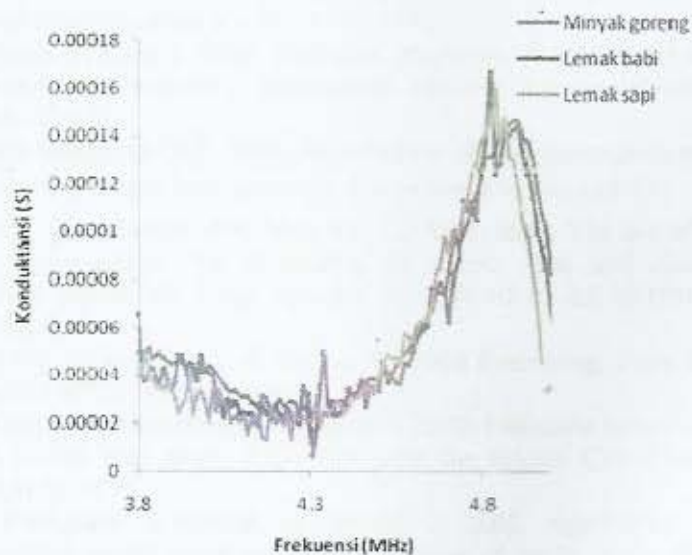
Air dalam keadaan cairan murni jarang ditemukan dalam produk pangan. Air dalam bahan pangan mengandung bahan-bahan terlarut, secara fisik terserap dalam kapiler bahan pangan atau terikat secara kimia dengan molekul lain. Karena itu, masih sulit memahami dan memprediksi perilaku dielektrik bahan pangan di frekuensi, suhu, dan kadar air berbeda hanya didasarkan perilaku air. Penulis [13] menyatakan pada bahan berkelembaban tinggi, seperti kentang konstanta dielektrik menurun dalam rentang frekuensi tertentu. Pada bahan berkelembaban rendah, seperti biji gandum, konstanta dielektrik juga menurun dalam rentang frekuensi 250 Hz sampai 12 GHz. Karena itu, kadar air memiliki efek sangat nyata terhadap sifat listrik bahan.

Untuk meminimalkan pengaruh air pada sifat listrik lemak pangan, dalam penelitian berikutnya dilakukan persiapan sampel dengan penyerapan air menggunakan Na_2SO_4 anhidrat. Prosedur ini merujuk metode [14] untuk membedakan lemak babi dari lemak hewani lain menggunakan kromatografi cair dan [15] membedakan lemak babi dengan lemak nabati dan lemak hewani lain menggunakan kromatografi gas-spektrometri massa. Metode ini juga digunakan periset [16] untuk membedakan lemak babi dengan lemak kambing, lemak sapi, dan lemak ayam.

pengukuran sifat listrik konduktansi lemak babi, lemak sapi, dan minyak goreng sawit pada rentang frekuensi 3,80-5,00 MHz.

Tabel 3. Hubungan rentang frekuensi pengukuran dengan persen *noise* dan koefisien variasi sifat listrik lemak babi dan lemak sapi

Parameter	Rentang Frekuensi Pengukuran		
	0,100-0,999 MHz	1.000-3.799 MHz	3.80-5.00 MHz
Lemak babi			
Jumlah <i>noise</i>	2	7	0
Jumlah ulangan	5	5	5
Jumlah titik frekuensi	50	50	100
Persen <i>noise</i>	0,008	0,028	0,000
Rentang koefisien variasi (c_v)			
- Impedansi	0,1744 -1,4048	0,518-1,4205	0,0116-0,2161
- Kapasitansi	0,2135 - 1,2601	0,0476-1,5249	0,0111-0,2173
- Konduktansi	0,296 - 1,7324	0,3355-2,1083	0,0311-0,8512
Lemak sapi			
Jumlah <i>noise</i>	3	19	0
Jumlah ulangan	5	5	5
Jumlah titik frekuensi	50	50	100
Persen <i>noise</i>	0,012	0,076	0,000
Rentang koefisien variasi (c_v)			
- Impedansi	0,1855 - 1,2399	0,0146-0,5517	0,0115-0,2532
- Kapasitansi	0,1225 - 1,5794	0,0118-0,9421	0,0099-0,2231
- Konduktansi	0,3398 - 1,6413	0,0501-1,5128	0,0222-0,7877



Gambar 6 Hubungan frekuensi dengan konduktansi lemak babi, lemak sapi, dan minyak goreng sawit

Gambar 6 memperlihatkan pada frekuensi lebih tinggi, konduktansi cenderung meningkat hingga frekuensi tertentu, kemudian menurun. Pada frekuensi lebih tinggi perubahan arah gerakan muatan listik pada keping sejajar berlangsung cepat dan diikuti penyesuaian arah muatan sampel lemak juga cepat, sehingga konduktansi meningkat. Hasil ini berkesesuaian dengan pengukuran konduktansi telur kampung selama proses penyimpanan [17].

5 KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan keping sejajar dari tembaga berukuran 20 mm x 10 mm berjarak 5 mm dapat digunakan mengakuisisi data sifat listrik lemak pangan. Sampel lemak perlu diserap airnya menggunakan Na_2SO_4 anhidrat. Penggunaan rentang frekuensi 3,80-5,00 MHz menghasilkan data sifat listrik, impedansi, kapasitansi, dan konduktansi yang valid. Alat dan kondisi pengukuran di atas direkomendasikan digunakan untuk mengakuisisi data sifat listrik sebagai basis pengembangan teknik deteksi lemak babi pada lemak pangan lain.

Aplikasi rentang frekuensi terpilih pada penelitian ini perlu diteliti dengan menggunakan sampel lain, semisal lemak pangan lain dan daging sapi. Demikian juga kemungkinan penggunaan frekuensi lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Castro-Giráldez M, Chenoll C, Fito PJ, Toldrá F, Fito P. 2010. *Physical sensors for quality control during processing*. In: Toldra F. Handbook of meat processing. Wiley-Blackell. A John Wiley & Sons Inc.
- [2] Damez JL, Clerjon S. 2008. Meat quality assessment using biophysical methods related to meat structure. *Meat Sci.* 80(1):132-149.
- [3] Lizhi H, Toyoda K, Ihara I. 2008. Dielectric properties of edible oils and fatty acids as a function of frequency, temperature, moisture and composition. *J Food Eng.* 88:151-158.
- [4] Venkatesh MS, Raghavan GSV. 2004. An overview of microwave processing and dielectric properties of agri-food materials. *Biosystems Eng.* 88(1):1-11.
- [5] Marikkar JMN, Ghazali HM, Che Man YB, Lai OM. 2002. The use of cooling and heating thermograms for monitoring of tallow, lard and chicken fat adulterations in canola oil. *Food Res Int.* 35:1007-1014. doi:10.1016/S0963-9969(02)00162-X
- [6] Pliquet U. 2010. Bioimpedance: A Review for Food Processing. *Food Eng Rev.* 2:74-94. doi:10.1007/s12393-010-9019-z.
- [7] Damez JL, Clerjon S, Abouelkaram S, Lepetit J. 2007. Dielectric behavior of beef meat in the 1-1500 kHz range: Simulation with the Fricke/ Cole-Cole model. *Meat Sci.* 77(4):512-519.
- [8] Zywica R, Pierzynowska-Korniak G, Wojcik J. 2005. Application of food products electrical model parameters for evaluation of apple puree dilution. *J Food Eng.* 67:413-418.
- [9] İçter F, Baysal T. 2004. Dielectric properties of food materials-2: measurement techniques. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 44:473-478.

- [10] Kumar P, Coronel P, Simunovic J, Truong VD, Sandeep KP. 2007. Measurement of dielectric properties of pumpable food materials under static and continuous flow conditions. *J Food Sci.* 72(4):177-183.
- [11] Harmen. 2001. *Rancang bangun alat dan pengukuran nilai sifat dielektrik bahan pertanian pada kisaran frekuensi radio*. Tesis. Program pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [12] Hermawan. 2005. Monitoring kadar air tanah melalui pengukuran sifat dielektrik pada lahan jagung. *JlPI.* 7:15-22.
- [13] Nelson SO, Datta AK, 2001. *Dielectric properties of food materials and electric field interactions*. In: Datta AK, Anantheswaran RC. (Eds.) Handbook of microwave technology for food applications. Marcel Dekker Inc. New York. p69-114.
- [14] Marikkar JMN, Ghazali HM, Che Man, YB, Peiris TSG, Lai OM. 2005. Distinguishing lard from other animal fats in admixtures of some vegetable oils using liquid chromatographic data coupled with multivariate data analysis. *Food Chem.* 91:5-14.
- [15] Indrasti D, Che Man YB, Mustafa S, Hashim D M. 2010. Lard detection based on fatty acids profile using comprehensive gas chromatography hyphenated with time-of-flight mass spectrometry. *Food Chem.* 122:1273-1277.
- [16] Rohman A, Che Man YB. 2010. FTIR spectroscopy combined with chemometrics for analysis of lard in the mixtures with body fats of lamb, cow, and chicken. *Int Food Res J.* 17:519-526.
- [17] Juansah J, Irmansyah, Kusnadi. 2009. Sifat listrik telur ayam kampung selama penyimpanan. *Med Pet.* 32(1):22-30.

DISKUSI

Nama Penanya : Dian
Instansi : BBT PPI (Semarang)
Pertanyaan dan saran :

1. Frekuensi 3,8 – 5.00 MHz, apakah sudah dianalisis secara kuantitatif? Bagaimanakah dengan lemak total?

Jawaban :

Yang dilakukan hanya untuk mengetahui sifat listriknya dari lemak babi dan belum dilakukan secara kuantitatif. Dan lemak yang digunakan adalah lemak murni yang belum dicampur.

Nama Penanya : Dwi Mandaris
Instansi : P2SMTP LIPI
Pertanyaan dan saran :

1. Pemilihan frekuensi dasarnya apa? Apakah ada referensinya?

Jawaban :

Referensi yang pertama yaitu frekuensi rendah, sedangkan yang kedua adalah frekuensi tinggi, hal ini seperti yang dilakukan oleh Toyota di Jepang, dan berdasarkan referensi dari berbagai riset yang sudah dilakukan oleh peneliti.