



# PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL HIPI 2013

Peran Teknologi Informasi  
Dalam Menghadapi Pasar Global  
China - ASEAN 2015



09 - 10 Oktober 2013  
Seameo-Biotrop IPB  
Bogor - Jawa Barat



Diterbitkan Oleh : HIPI - ISAI  
Himpunan Informatika Pertanian Indonesia  
Sekretariat : Bagian Teknik Bioinformatika, Departemen TMB, FATETA, IPB

# PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL INFORMATIKA PERTANIAN 2013

### “PERAN TEKNOLOGI INFORMASI DALAM MENGHADAPI PASAR GLOBAL CHINA-ASEAN 2015”

Steering Committee :

Kudang Boro Seminar

Tassim Billah

Edi Abdurrahman

Bambang Pramudya

Setyo Pertiwi

Direktur Biotrop (Bambang Purwantara)

Marimin

Ade Moestangad Kramadibarata

Hartisari

Bayu Mulyana

Lilik Sutiyarso

Sri Nurdiati

Reviewer Paper :

Agus Buono

Hartrisari

Setyo Pertiwi

Yandra Arkeman

Heru Sukoco

Bib Paruhun Silalahi

Wisnu Ananta

Yeni Herdiyeni

Yani Nurhadryani

Mohamad Solahudin

Editor :

Liyantono

Supriyanto



Diterbitkan oleh :

Himpunan Informatika Pertanian Indonesia (HIPI)

Sekretariat :

Bagian Teknik Bioinformatika, Departemen TMB, Fateta, IPB

Kampus IPB Darmaga, Bogor, P.O. Box 220, Bogor 16002

Bogor, INDONESIA

## KATA PENGANTAR

Melanjutkan hasil-hasil pemikiran yang disarikan dari Seminar Nasional HIPI 2011 pada tanggal 21-22 Juli 2011 di Bandung, maka Seminar Nasional (Seminas) HIPI 2013 akan difokuskan pada “Peran Teknologi Informasi dalam Menghadapi Pasar Global China-ASEAN 2015”. Dampak dari Pasar Global 2015, para pelaku agribisnis akan dihadapkan pada persaingan agribisnis yang lebih kompetitif. Sebagai salah satu aktor utama dalam mata rantai agribisnis, petani perlu mendapatkan tempat dan sarana yang mendukung akses langsung terhadap informasi penting terkait dengan usaha pertanian. Mulai dari informasi pemilihan dan pengolahan lahan, teknik dan metoda budidaya, sarana produksi, regulasi pemerintah, aspek permodalan dan informasi pasar untuk pemasaran produk. Dengan demikian petani dapat menjadi pengguna langsung (*direct user*) dari informasi dan sistem informasi untuk mendukung usaha taninya yang lebih baik.

Sebagai salah satu organisasi profesi yang memiliki tanggung jawab moral dan intelektual dalam hasanah keilmuan, HIPI mengajak semua pihak untuk berpartisipasi dalam upaya ekspose hasil riset, penerapan serta kebijakan ICT untuk dimanfaatkan dalam mencari solusi pertanian prima sehingga dapat meningkatkan daya saing serta kesejahteraan bangsa Indonesia yang bertumpu pada kekayaan agraris. Besar harapan kami agar semua pihak dapat mendukung, berpartisipasi, dan berkontribusi aktif dalam membangun pertanian Indonesia yang lebih baik.

Atas perhatian, dukungan dan kerjasama yang baik dari berbagai pihak diucapkan terima kasih.

Ketua HIPI,

Prof. Dr. Ir. Kudang Boro Seminar, M.Sc

# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
PANITIA SEMINAR .....	iv
JADWAL SEMINAR .....	v
KEYNOTE SPEAKER.....	1
INVITED SPEAKERS.....	4
BAGIAN I. KOMPUTASI CERDAS DAN SIMULASI .....	39
Algoritma Identifikasi Telur Tetas Itik Sebelum Inkubasi Menggunakan Segmentasi Warna .....	40
Modifikasi Program Pengolahan Citra Untuk Peningkatan Kapasitas Mesin Grading Tomat TEP-4 .....	50
Penggunaan Teknik <i>Data Mining</i> dalam Pemodelan Resiko Terjadinya Kebakaran Hutan .....	55
Prototipe Sistem Informasi Manajemen Penunjang Pengembangan Usaha Wanatani Dalam Rangka Padat Karya Kehutanan .....	63
Sistem Pakar Diagnosa dan Penanggulangan Hama dan Penyakit Tomat Buah ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) Dataran Tinggi Berbasis Android.....	70
Sistem Penunjang Keputusan Cerdas Perencanaan Produksi Dan Pemasaran Bawang Merah Kabupaten Brebes .....	78
Analisis Model Pengembangan Bisnis UKM Agroindustri Berbasis Pemberdayaan Masyarakat di Jawa Barat.....	85
Potensi Penggunaan Perangkat Lunak Berbasis CFD ( <i>Computational Fluid Dynamic</i> ) untuk Mendukung Pengembangan Pertanian Presisi .....	107
UV Image Texture Analysis as Potential for Early Detection of Chili Pathogen Interaction .....	115
Spektroskopi Impedansi dari Jeruk Garut Sebagai <i>Variability Input</i> dalam Teknologi Pemanenan untuk Mendukung Teknologi Pertanian Presisi .....	119
Prediksi Awal Musim Hujan Menggunakan Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System Pada Studi Kasus Kabupaten Indramayu.....	128
Prediksi Awal Musim Hujan Menggunakan Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System Pada Studi Kasus Kabupaten Indramayu.....	135
BAGIAN II. PENERAPAN TEKNOLOGI INFORMASI DALAM BIDANG PERTANIAN .....	142
Studi Perilaku Ayam Broiler Berbasis Liputan Visual dalam Kandang Tertutup .....	143
Sistem Monitoring Online Kandang Ayam Tipe Tertutup Berbasis Mikrokontroler Arduino .....	158
Penerapan Teknologi Informasi Pada Praktek Pertanian Presisi Berwawasan Lingkungan Di Brasil.....	165
Strategi Penetrasi Penggunaan Internet Pada Usaha Kecil Menengah Agroindustri Dalam Upaya Peningkatan Mutu Pelaksanaan E-commerce (Studi Kasus : AIKMA Kota Bandung) .....	180
Perancangan Stasiun Radio Internet <i>Portable</i> Untuk Mendukung Pengembangan Komunitas Agribisnis Kreatif UKM Bandung Jawa Barat .....	190
Implementasi Layanan Pengadaan Secara Elektronik di Kementerian Pertanian .....	202
Dampak e-Petani Bagi Penyuluh dan Petani .....	208
Perancangan Sistem Pengendali Pintu Pembagi Untuk Mesin <i>Grading</i> Tomat TEP 4 .....	218
Tracking GPS untuk Inventarisasi Jaringan Irigasi .....	223

Pengembangan Sistem Online Cyber Extension untuk Budidaya dan Agribisnis Cabai Merah ( <i>Capsicum Annuum. L</i> ) .....	231
Pelatihan Pemanfaatan GPS .....	238
BAGIAN III. SISTEM INFORMASI DAN BASISDATA.....	242
Standarisasi Template Website Pertanian Berbasis Content Management System (CMS) - Kementerian Pertanian .....	243
Publikasi Data Spasial Gernas Kakao Menggunakan Open Source .....	249
Merancang Model Pengukuran Kinerja Situs Web Pertanian Yang Dikelola Instansi Pemerintah Kab/Kota Jawa Barat Guna Meningkatkan Kontribusi Di Bidang Pertanian .....	256
Rancangan Sistem Informasi Akuntansi Pada UKM Studi Kasus di Koperasi Minyak Atsiri Pelopor Mandiri .....	268
Pengembangan Sistem Konsultasi Agribisnis Cabai ( <i>Capsicum annum. L</i> ) Berbasis Android ..	276
Pengembangan Sistem Pemilihan Varietas Unggul Kedelai .....	268
Sistem Informasi Manajemen Penjualan dan Persediaan Produk Pada IKM Asri Rahayu, Majalengka.....	276
Perancangan Disaster Recovery Planning pada Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian ...	288
Rancang Bangun Sistem Basis Data ( <i>Database</i> ) Usaha Mikro Kecil Menengah(Studi Kasus AIKMA Kota Bandung) .....	301
Perancangan Software Perencanaan dan Pengukuran Ketahanan Pangan Daerah .....	311

# Spektroskopi Impedansi dari Jeruk Garut Sebagai *Variability Input* dalam Teknologi Pemanenan untuk Mendukung Teknologi Pertanian Presisi

J. Juansah<sup>1\*</sup>, I W. Budiastra<sup>2</sup>, K. Dahlan<sup>1</sup>, K. B. Seminar<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bagian Biofisika, Departemen Fisika, FMIPA Institut Pertanian Bogor, Bogor, 16880

<sup>2</sup>Bagian Teknik Biosistem, Departemen Mesin dan Biosistem, FATETA, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 16002.

<sup>3</sup>Bagian Teknik Bioinformatika, Departemen Mesin dan Biosistem, FATETA, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 16002.

\*E-mail: j\_juansah@yahoo.com

## ABSTRACT

The time has now arrived to exploit all modern tools available by bringing information technology and agriculture science together for improved economic and environmentally sustainable crop production. Precision farming is generally defined as an information and technology based farm management system to identify, analyze and manage variability within fields for optimum profitability, sustainability and protection of the land resource. The goal is not new, but new technologies now available allow the concept of precision agriculture to be realized in a practical production setting. Variable rate application is the most widely used precision technologies. Quality of product is one variable concerning in harvesting technology which is supporting the precision agriculture technology. Electrical measurement provides the opportunity for simple, low cost, and quick assessment of product quality. The electrical behavior of Garut citrus fruits have been studied using impedance measurement at various levels of acidity, sweetness, firmness, and frequencies. This research has been done as a step in order to study the quality of citrus that do not damage it. So, the aim of the present study was to investigate the behavior of electrical properties of citrus fruits as variability input in harvesting technology to support the precision agriculture technology. In this research, Garut citrus were analyzed for electrical properties related to qualities. Electrical parameters per unit of weight were used in this study to compensate variations in weight. Electrical impedance, resistance, inductance and reactance per weight of citrus fruits will decrease if the frequency is increased. To indicate the fruit maturity and quality, we used the physicochemical properties, i.e. firmness, total soluble solids, pH, and hydrogen ion concentration. The value of resistance, impedance, inductance, and reactance per weight were declined during citrus fruits maturation. The correlations between electrical and physicochemical properties are investigated too. The highest consistency of correlations is happen at a frequency of 1 MHz.

Keywords-component : Impedance, Spectroscopy, Quality

## I. INTRODUCTION

Pertanian presisi atau precision agriculture merupakan sebuah konsep pengelolaan pertanian secara modern yang bertujuan untuk mengendalikan input dan proses dalam usaha tani sehingga diharapkan diperoleh hasil produksi yang optimal, berkelanjutan, dan menguntungkan. Peningkatan keuntungan diusahakan melalui peningkatan kualitas produk dan penurunan biaya produksi [1]. Sistem pertanian presisi memiliki tujuan utama, yaitu : meningkatkan efisiensi produksi, perbaikan kualitas produksi, penggunaan bahan kimiawi yang lebih efisien, konservasi energi, dan perlindungan tanah dan air tanah.

Dalam meningkatkan efisiensi produksi dan perbaikan kualitas produksi diperlukan kajian yang komprehensif dari mulai penanaman sampai pemanenan. Teknologi pemanenan sangat menentukan dalam hasil produksi maupun kualitas produksi pertanian. Dalam teknologi pemanenan diperlukan suatu teknik yang bisa membedakan kualitas produk sehingga hasilnya optimal dan bisa memberikan keuntungan yang lebih baik. Penerapan teknologi pemanenan sangat luas dalam dunia pertanian, salah satunya adalah pemanenan dalam buah jeruk.

Jeruk merupakan salah satu komoditas buah-buahan yang menjadi andalan sektor pertanian dan mempunyai sekmen konsumen tersendiri yang bisa memberikan kontribusi terhadap perekonomian daerah dan nasional. Lebih jauh, kontribusi komoditas tersebut ikut dalam pembentukan Produk Domestik Bruto dan Produk Domestik Rasio Bruto, penyediaan sumber devisa, penyediaan pangan, pengentasan kemiskinan, penyediaan lapangan kerja dan perbaikan pendapatan [2]. Perbedaan iklim dan faktor lingkungan lainnya menjadikan komoditas ini berkembang menurut kondisi tempat tumbuhnya, punya spesifikasi sendiri dan menjadi terkenal sebagai buahan spesifik daerah

tersebut. Contohnya di Kabupaten Garut dikenal Jeruk Keprok Garut. Keunggulan Jeruk Keprok Garut adalah aromanya yang wangi dan rasanya yang manis. Daging buahnya tebal dan berair, memiliki kandungan vitamin C yang tinggi. Setelah hancur terserang penyakit CVPD lebih dari 20 tahun lalu, Jeruk Keprok Garut mulai digalakkan kembali di Kabupaten Garut. Pada tahun 2007, pemerintah setempat mencanangkan penanaman satu juta pohon jeruk keprok garut dan direncanakan selesai tahun 2012[3].. Walaupun manfaat jeruk sangat banyak dan bisa meningkatkan kesejahteraan petani [4], tetapi hal itu tidak bisa berguna dengan baik jika tidak memperhatikan mutu dari buah jeruk itu sendiri. Buah jeruk yang telah rusak tidak akan bisa meningkatkan kesehatan bahkan bisa menimbulkan penyakit bagi manusia. Begitu juga buah yang tidak bermutu tentunya tidak akan laku di pasaran sehingga bukan keuntungan yang didapat tetapi kerugian yang terjadi.

Mutu buah jeruk tidak hanya disebabkan oleh media tumbuh, pengemasan, pemetikan, dan hama tumbuhan [5], tetapi teknik pemutuan juga ikut berperan. Mutu buah-buahan segar saat ini umumnya masih dievaluasi secara manual yang menggunakan tanda-tanda visual seperti warna kulit. Bahkan Ahmad pada tahun 2008 [6]telah melakukan evaluasi mutu secara visual dengan pemanfaatan teknologi kamera CCD untuk buah jeruk. Hasil evaluasi visual yang hanya menilai sifat fisik bagian luar ini tidak selalu mencerminkan tingkat kematangan dan kerusakan bagian dalam buah.

Bila ingin menentukan mutu bagian dalam buah harus digunakan cara kimia basah seperti HPLC [7] dalam penentuan vitamin C yang bersifat merusak, mahal dan lama. Penentuan mutu bagian dalam buah jeruk secara kimiawi atau destruksi memiliki banyak kelemahan. Jeruk yang sudah diuji

tidak bisa dikemas untuk penjualan, bahkan tidak bisa dikonsumsi. Selain itu pengujian mutunya hanya bisa dilakukan dengan menggunakan teknik pengambilan contoh dari populasi yang ada, sehingga tidak dapat menentukan mutu secara keseluruhan dari populasi tersebut. Sehingga buah yang dikemas masih dipertanyakan mutunya.

Ada juga yang menggunakan teknik yang tidak merusak seperti menggunakan MRI dan NMR pada buah tomat [8], spektroskopi NIR pada jeruk [9], fluoresence pada tomat [10] dan masih banyak lagi teknik lain yang tentunya bersifat mahal. Dalam menanggulangi masalah ini perlu dilakukan suatu penelitian mengenai teknologi tertentu yang dapat dimanfaatkan untuk menentukan mutu bagian dalam buah-buahan secara tidak merusak [11,12] dan relatif murah. Salah satu metode non destruktif yang mempunyai relatif murah dan berpotensi untuk menentukan mutu buah adalah dengan pemanfaatan listrik [13]. Kajian itu merupakan aspek pendekatan interaksi dari pergerakan elektron atau ion dengan produk pertanian.

## II. BAHAN DAN METODE

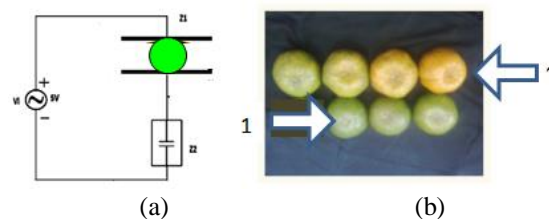
Pengukuran dari semua parameter dilakukan ketika buah masih dalam kondisi segar. Buah yang diukur memiliki tingkat kematangan yang berbeda-beda berdasarkan warna dan ukuran. Berat buah jeruk diukur dengan menggunakan timbangan elektronik (Sartorius ED 822, Goettingen, Jerman). Berat buah ini dipakai untuk mengkompensasi parameter pengukuran listrik seperti yang dilakukan Zachariah dan Erickson [14] pada penentuan kematangan buah alpukat berdasarkan kelistrikan.

Parameter listrik dari buah jeruk diukur dengan menggunakan LCR meter (3532-50 LCR HiTESTER, Hioki, Tokyo, Jepang). Kajian sifat listriknya berdasarkan pada hasil pengukuran kelistrikan untuk kondisi sinyal berupa

arus bolak-balik dan amplitudonya kecil. Frekuensi yang digunakan mulai dari 50 Hz sampai 1 MHz. Setiap pengukuran parameter listrik digunakan teknik penyimpanan data dengan intruksi *average 4 times* pada alat LCR, yang artinya diulangi sebanyak 4 kali dan disimpan data rata-ratanya. Sistem sel pengukuran terbangun atas bahan plastik akrilat yang dilengkapi dengan plat elektroda dari tembaga. Buah ditempatkan di antara dua buah plat elektroda dan diperlakukan sebagai bahan dielektrik. Parameter-parameter listrik ini adalah impedansi listrik, resistansi, reaktansi, kapasitansi, dan induktansi. Jeruk berperan sebagai bahan dielektrik dan ditempatkan di antara dua elektroda plat konduktif dari bahan tembaga seperti pada Gambar 1 [15]. Tegangan sinyal limit sebesar 1 volt (rms) dengan sistem level arus CC 0,5 mA (Gambar 2). Skema komunikasi sistem pengukuran diperlihatkan pula pada Gambar 3.

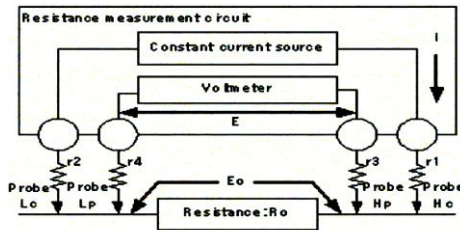
Pada sistem komunikasi antara LCR dengan komputer digunakan bantuan software komunikasi hardware Program National Instrument Labview 7.1.

Dalam studi ini, perilaku kematangan dari buah jeruk ditandai dengan peningkatan pH dan penurunan kekerasan [16]. Kekerasan buah jeruk (Fr) diukur dengan menggunakan sensor gaya (CI-6746, Pasco). Diameter probe sensor gaya adalah 10 mm. Kedalaman penetrasi dari sensor gaya pada buah dibuat konstan yaitu 5 mm. Berat buah jeruk diukur dengan menggunakan timbangan elektronik dengan akurasi 0.01 gram (Sartorius ED 822, Goettingen, Jerman). Keasaman jeruk diukur dengan menggunakan pH meter (YSI Ecosense pH 100, Xilem Inc, USA).

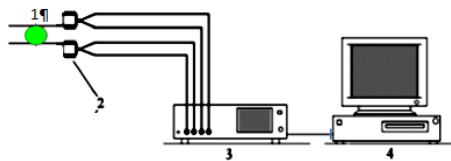




Gambar 1 Skema sistem pengukuran sifat listrik buah jeruk berbasis *capacitive sensing* (a) dan sampel buah jeruk yang diukur (b)



Gambar 2 Skema pengukuran dengan prinsip level arus tetap

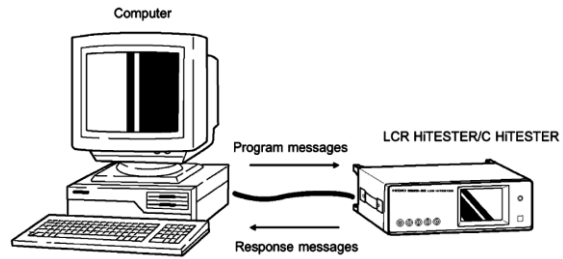


Gambar 3 Skema pengukuran dengan LCR meter dan sistem komunikasinya [17] dengan komputer berbasis program labview-7.1

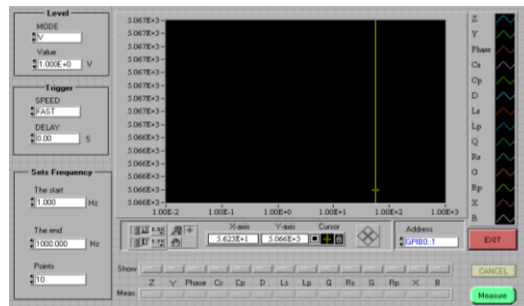
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Sistem Komunikasi dan Data Transfer LCR

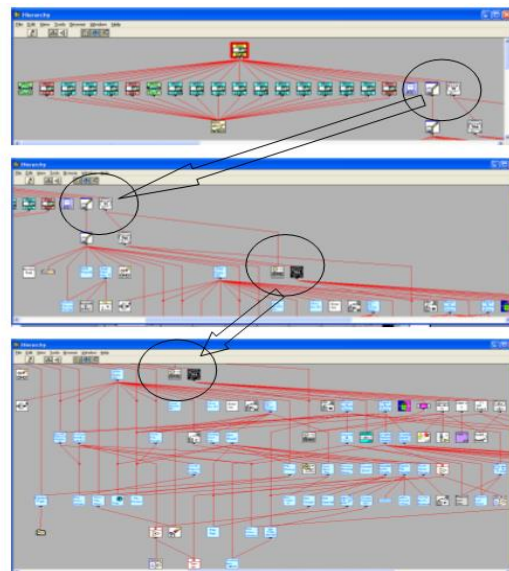
Pembentukan komunikasi antara alat LCR dengan komputer digunakan program labview. Program yang dipakai hasil modifikasi dari program demo dengan sistem komunikasi *program-response message* (Gambar 4 dan 5). Data yang tersimpan berupa text dengan tipe file LVM. Data tersebut bisa diolah dengan program macro pada excel. Selain itu data-datanya bisa ditampilkan langsung dalam bentuk grafik spektrumnya. Hasil perancangan labview dan diagram hierarkinya diperlihatkan pada Gambar 6. Berdasarkan gambar tersebut dilakukan intruksi dari komputer dengan pengiriman parameter-parameter listrik dan frekuensinya ke LCR meter. Setelah itu komputer akan menerima data yang terukur dan frekuensinya dari hasil LCR meter. Data tersebut bisa disimpan dan diolah lebih lanjut.

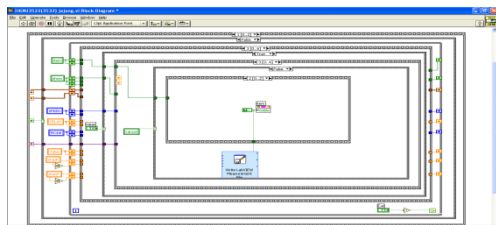


Gambar 4. Sistem tranfer dan komunikasi data pengukuran antara LCR dengan komputer (Hioki, Jepang)



Gambar 5 Program aplikasi Labview untuk komunikasi data pengukuran antara LCR dengan komputer





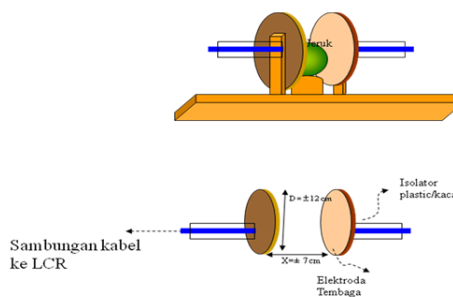
Gambar 6. Hierarchy dan block program Labview untuk komunikasi data pengukuran antara LCR dengan komputer

### Sistem Sensor Impedansi Berbasis Capacitive Sensor

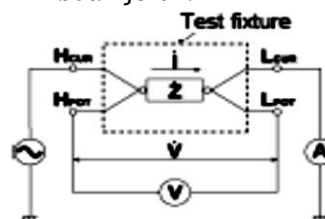
Kapasitansi listrik dari bahan dipengaruhi oleh permitivitas atau sifat dielektriknya. Hal tersebut merupakan konsekuensi dari kemampuan polaritas bahan. Dalam aplikasinya, pengukuran nilai kapasitansi bisa dikorelasikan dengan pengukuran kadar air bahan, kelembaban [18]. Pada perancangan sensor digunakan sensor kapasitif yang telah dilakukan Soltani [19], namun pada penerapan buah jeruk dibuat modifikasi seperti Gambar 7. Hal ini dilakukan berdasarkan beberapa literature penelitian yang telah banyak dilakukan seperti pada telur [20] atau buah apel [21].

Pada sensor kapasitif ini dianalisis kondisi aliran arus dan tegangan yang melewati bahan. Secara umum setiap bahan yang diuji parameter tegangan dan arusnya akan didapat informasi impedansinya. Informasi ini sangat penting untuk menentukan sifat-sifat bahan. Skema analisa aliran arus dan tegangan listrik tersebut diperlihatkan pada Gambar 8. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa dengan memberikan sinyal listrik arus bolak-balik dengan frekuensi tertentu akan muncul aliran arus sehingga besar tegangan yang terjadi pada bahan akan terdeteksi. Dengan bantuan pengukuran besar arus dan tegangan maka didapat nilai impedansi, selain itu beda fasa yang muncul antara arus dan tegangan bisa digunakan pula untuk melengkapi parameter impedansi tersebut.

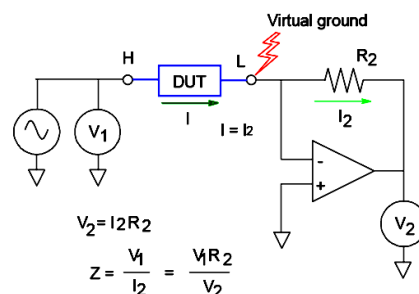
Analisa lebih lanjut pada parameter tegangan dan arus ini diperlihatkan pada Gambar 9. Analisa tersebut merupakan penyederhanaan rangkaian elektronik dengan sistem *auto balance* [22]. Sistem tersebut menggunakan pendekatan *virtual ground* yang menyebabkan besarnya arus pada bahan setara dengan arus pada resistor  $R_2$ . Sehingga dapat ditentukan nilai impedansinya dengan cara menentukan besarnya nilai  $R_2$ .



Gambar 7. Sistem sensir kapasitif yang dibangun dalam pengujian buah jeruk.



Gambar 8. Skema aliran arus dan tegangan pada uji impedansi listrik dari bahan uji, jeruk.

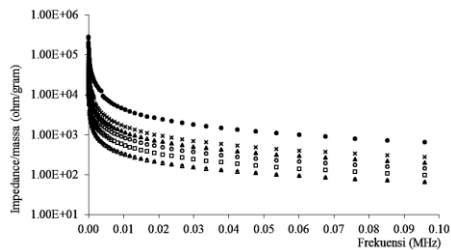


Gambar 9. Analisa rangkaian elektronik untuk penentuan impedansi dari arus dan tegangan pada bahan, jeruk.

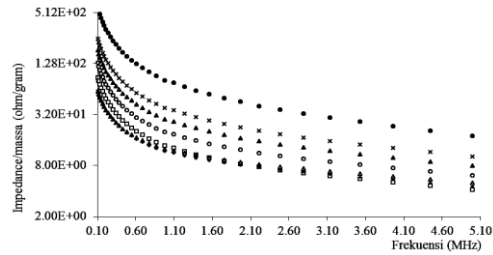
**Pendugaan korelasi variabel mutu berbasis impedansi**

Setiap interaksi sistem elektroda-bahan dalam sel pengukuran memiliki kapasitansi yang terpengaruhi oleh faktor geometris. Selain itu ada resistansi *Bulk* yang terangkai secara paralel. Impedansi listrik (*Z*) didefinisikan oleh kuantitas bilangan kompleks dalam komponen resistif (*R*) dan komponen kapasitif (*C*) sebagai bentuk  $|Z| = \sqrt{(Z')^2 + (Z'')^2}$ , dimana  $Z'' = [\omega C(\omega)]^{-1}$  dan  $Z' = R$ . Nilainya hanya komponen real saja jika ketika  $\omega = 0$  dan  $Z = Z'$ . Hasil ini terjadi hanya untuk bahan yang bersifat resistif murni.

Dalam kasus ini impedansi benar-benar tidak bergantung frekuensi atau dikenal *frequency-independent*. Ketika  $Z'$  ditemukan menjadi fungsi variabel frekuensi ( $Z'(\omega) = R(\omega)$ ) yang holistik menghubungkan bagian-bagian nyata dan imajiner dengan satu sama lain.  $Z''$  tidak mungkin nol untuk semua frekuensi tetapi harus bervariasi dengan frekuensi juga [23].



(a)



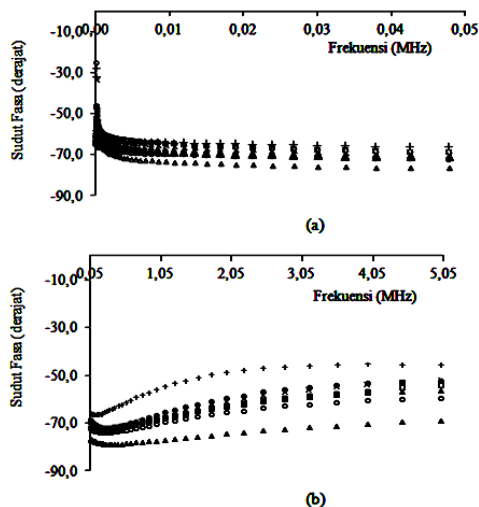
(b)

Gambar 10. Spektrum impedansi buah Jeruk Garut pada berbagai tingkat mutu keasaman: pH (●) 2.86, (×) 3.15, (▲) 3.34, (□) 3.96, (o) 4.15, (+) 4.18, dan (△) 4.6; (a) frekuensi 50 Hz - 0.1MHz dan (b) 0.1-5.0 MHz

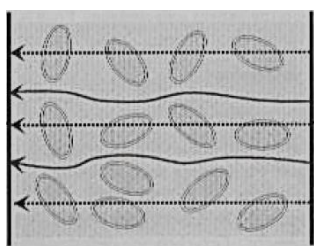
Hasil pengukuran impedansi listrik buah jeruk diperlihatkan pada Gambar 10. Impedansi yang terukur ini merupakan harga mutlaknya atau besarnya saja. Nilai impedansi buah jeruk mengalami penurunan jika frekuensinya ditingkatkan. Penurunannya tidak terjadi secara linier. Maka untuk menganalisa lebih jauh diperlukan pengukuran beda fasenya. Hasil pengukuran beda fase diperlihatkan pada Gambar 11.

Perubahan frekuensi akan mempengaruhi kondisi ion dalam bahan. *ionic loss* berbanding terbalik dengan frekuensi dan menjadi kritis ketika frekuensi yang lebih rendah. Sementara disipasi energi dipol pada frekuensi yang lebih tinggi kurang dominan dan *ionic loss* menjadi hampir tidak terjadi [24]. Pada daerah *β-dispersion*, jika bagian frekuensi yang tinggi dipilih maka arus bisa mengalir dalam sel. Namun jika frekuensi yang rendah dipilih maka arus hanya dapat lewat pada daerah extracellular [25]. Hal ini cocok dengan ilustrasi jalur arus dari Grimnes dan Martinsen [26] pada Gambar 12. Garis putus-putus merupakan jalur arus frekuensi tinggi, garis kontinyu merupakan jalan arus pada frekuensi rendah. Dengan meninjau sudut fasa yang bernilai

negatif pada bahan tersebut dapat diartikan reaktansi kapasitif lebih besar daripada reaktansi induktif [27]. Dengan demikian, maka faktor berpengaruh pada reaktansi adalah reaktansi kapasitif.



Gambar 11. Spektrum beda fase buah Jeruk Garut pada berbagai tingkat mutu



Gambar 12. Pengaruh frekuensi rendah dan tinggi terhadap jalur arus dalam jaringan [26]

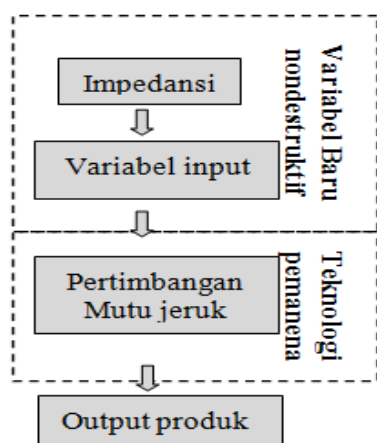
Jalur arus pada kasus frekuensi yang berbeda diilustrasikan pada Gambar 12. Impedansi jaringan bahan biologi pada frekuensi rendah hampir tidak dipengaruhi oleh membran sel dan internal resistivitasnya [28] yang disebabkan oleh membran sel berperan sebagai kapasitor. Membran sel menjadi rangkaian terbuka pada frekuensi sangat rendah, sehingga impedansi hanya diberikan oleh resistif murni. Membran sel berperan dalam kondisi rangkaian tertutup jika pada frekuensi tinggi.

Penentuan mutu secara standar di Indonesia adalah berdasarkan SNI 3165 tahun 2009 yang memuat tentang batasan mutu jeruk keprok. Pada SNI tersebut buah matang dibatasi minimal TPT bernilai 8% Brix. Selain itu kelas terbagi atas tiga yaitu mutu super, kelas A dan kelas B. Selain itu ada kode yang standar ukuran diameter yaitu kode-1 berdiameter lebih dari 7 cm, kode-2 antara 6.1-7.0 cm, kode-3 antara 5.1-6.0 cm dan kode-4 berdiameter 4.0 - 5.0 cm. Parameter mutu tersebut terlalu luas jangkauannya, sehingga diperlukan variabel yang lebih banyak karena kehomogenan buah sangatlah sulit. Parameter kualitas yang dipakai adalah parameter fisiko kimia yang menandakan tingkat kematangan buah. Parameter itu adalah nilai pH, nilai perbandingan TPT (TSS) terhadap keasaman dalam hal ini keasaman diwakili oleh kandungan ion hidrogen. Pada penelitian ini untuk acuan pengelompokan berdasarkan tingkat kematangan berdasarkan warna dan ukuran dengan harapan banyak variasi atau pengelompokan yang bisa diambil. Pada penelitian untuk pendugaan mutu ini buah Jeruk Keprok Garut diambil dengan diameter rata-rata dari 5.12 cm sampai tertinggi 8.19 cm. Nilai TPT berkisar dari 6.9 sampai 11.0. Massa satu buah rata-rata berkisar dari 67.46 g sampai 217.56 g. Buah semuanya dalam kondisi layak secara visual oleh mata telanjang langsung. Hasil korelasi terbaik pada frekuensi 1 MHz diperlihatkan pada persamaan 1 sampai 5.

$$\begin{aligned} Z_{wgt} &= 0.0952 Fr^2 - 2.3442 Fr + 26.981 R^2 - 0.9169 & (1) \\ Z_{wgt} &= (1604.2) \exp(-1.11 \text{ pH}) & R^2 - 0.9184 & (2) \\ Z_{wgt} &= (11916) TPT^{-2.926} & R^2 - 0.4719 & (3) \\ Z_{wgt} &= 47415 [H^+] + 13.928 & R^2 - 0.9515 & (4) \\ Z_{wgt} &= 2772.8 \{TSS/[H^+]\}^{-0.438} & R^2 - 0.9164 & (5) \end{aligned}$$

Hasil pembentukan persamaan - persamaan ini bisa dijadikan suatu variabel input dalam pemanfaatan dan tinjauan teknologi pemanenan. Dengan menambah variabel input berbasis impedansi listrik akan menambah keuntungan terutama sifat dari pengujian ini yang nondestruktif.

Sehingga bisa dimanfaatkan secara *real time* dan *online*. Gambaran ilustrasi pemanfaatan variabel impedansi ini diperlihatkan pada Gambar 13. Pada gambar tersebut terlihat jelas bahwa Impedansi menjadi suatu tambahan variabel inputan yang tidak merusak untuk pertimbangan pemanenan buah jeruk.



Gambar 13. Ilustrasi variabel inputan berbasis impedansi listrik untuk pemanenan.

#### IV. SIMPULAN

Penggunaan teknologi komputer mampu mengoptimalkan alat ukur berbasis sensor elektronik untuk penentuan spektrum impedansi buah jeruk Garut. Dengan berbantuan program Labview maka komunikasi dan transfer data antara alat pengukur impedansi dengan komputer telah berhasil dibangun. Hal ini bisa lebih memudahkan dalam pengukuran impedansi listrik. Pemanfaatan karakteristik sifat listrik yang berbasis impedansi per massa buah berkorelasi baik dengan parameter kualitas buah Jeruk Keprok Garut yang ditandai dengan parameter keasaman, kekerasan, dan rasio kemanisan terhadap keasaman. Pembentukan persamaan korelasi ini bisa dijadikan suatu pertimbangan *variability input* dalam teknologi pemanenan buah Jeruk Garut. Hal ini juga bisa dijadikan pertimbangan lebih jauh untuk mendukung dalam teknologi pertanian presisi, terutama dalam

variabel baru yang nondestruktif untuk pemutuan buah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Manurung R V. Debararaja A, dan Hiskia. 2011 MAKARA, TEKNOLOGI, vol 15, no. 1, hal: 39-44
- [2] Badan Pertanian dan Hortikultura Sumatra Barat. 2008. Profil peluang investasi komoditas jeruk Sumatra Barat. [http://www.sumbarprov.go.id, diakses pada Oktober 2010]
- [3] Dinas Tanaman Pangan Dan Hortikultura Kabupaten Garut. 2009. Temu Pokja Jeruk Keprok Garut dan launching agroklirik Hortikultura, [http://hortikultura-garut. com diakses pada 20 Oktober 2010].
- [4] Primawati N. 1988. Perbandingan karakteristik sosial ekonomi petani jeruk pengadopsi dan bukan pengadopsi teknologi infus antibiotika di WKBPP Wanaraja, kabutane garut Jawa Barat. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor.
- [5] Sarwono B. 1994. Jeruk dan Kerabatnya. Penebar Swadaya. Jakarta.
- [6] Ahmad U, Tjahjohutom R, Mardison S. 2007. Pengembangan mesin sortasi dan pemutuan buah jeruk dengan sensor kamera CCD. Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian Yogyakarta, 18-19 November 2008.
- [7] Odriozola-Serrano I, Hernáandez-Jover T, Martí'n-Belloso O. 2007. Comparative evaluation of UV-HPLC methods and reducing agents to determine vitamin C in fruits. Food Chemistry. 105 :1151-1158
- [8] Musse M, Quellec S, Cambert M, Marie-Franc, Devaux O, Lahaye M, Mariette FO. 2009. Monitoring the postharvest ripening of tomato fruit using quantitative MRI and NMR relaxometry. Postharvest Biology and Technology 53 : 22-35.
- [9] Liu Y, Sun X, Zhang H, Aiguo O. 2010. Nondestructive measurement of internal quality

- of Nanfeng mandarin fruit by charge coupled device near infrared spectroscopy, *Computers and Electronics in Agriculture* 71: 10-14.
- [10] Lai A, Santangelo E, Soressi GP, Fantoni R. 2007. Analysis of the main secondary metabolites produced in tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) epicarp tissue during fruit ripening using fluorescence techniques, *Postharvest Biology and Technology* 43 :335-342.
- [11] Kawano S. 1993. Non destructive quality evaluation of food. *Food preservation and distribution*, 40(5).
- [12] Rejo A. 2002. Aplikasi jaringan syaraf tiruan untuk menentukan tingkat ketuaan dan kematangan buah durian dengan metode destruktif dan non-destruktif. IPB: Disertasi.
- [13] Soltani M, Alimardani R, Omid M, 2011. Evaluating banana ripening status from measuring dielectric properties. *Journal of Food Engineering*. 105: 625-631.
- [14] Zachariah G, Erickson LC. 1965. Evaluation of some physical methods for determining avocado maturity. *California Avocado Society. Yearbook*. 49: 110-115.
- [15] Soltani M, Alimardani R, Omid M. 2010. Prediction of banana quality during ripening stage using capacitance sensing system. *AJCS*. 4(6): 443-447.
- [16] Ladaniya MS. 2008. *Citrus Fruit, Biology, Technology and Evaluation*. Elsevier Inc. USA.
- [17] Wu L, Ogawa Y, Tagawa A. 2008. Electrical impedance spectroscopy analysis of eggplant pulp and effects of drying and freezing-thawing treatments on its impedance characteristics. *Journal of Food Engineering*. 87: 274-280
- [18] Figura LO, Teixeira AA. 2007. *Food Physics: Physical Properties Measurement and Applications*, Springer, Berlin. Jerman.
- [19] Soltani M, Alimardani R, Omid M. 2011. Use of dielectric properties in quality measurement of agricultural products. *Nature and Science*. 9(4): 57-61.
- [20] Ragni L, Gradari P, Berardinelli A, Giunchi A, Guarnieri A. 2006. Predicting quality parameters of shell eggs using a simple technique based on the dielectric properties. *Biosystems Engineering*. 94 (2): 255-262.
- [21] Massah J, Hajiheydari F. 2011. Study of electrical resistance on apples. *Proceedings. 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture*. Opatija. Croatia:1031-1035.
- [22] Agilent Technologies Co. 2000. *The Impedance Measurement handbook - A Guide to Measurement Technologies and Techniques*. Jepang.
- [23] Barsoukov E, Macdonald JR. 2005. *Impedance Spectroscopy: Theory, Experiment, and Applications*. John Wiley and Sons Inc. USA.
- [24] Singh SP, Kumar P, Manohar R, Shukla JP. 2010. Dielectric properties of some oil seeds at different concentration of moisture contents and micro-fertilizer. *International Journal of Agricultural Research*. 5(8): 678-689.
- [25] Schwan HP. 1994. Electrical properties of tissues and cell suspensions: mechanisms and models. In : *Proceedings of the 16th Annual International Conference of the IEEE*. Baltimore. MD. USA. A70 - A71 vol .1.
- [26] Grimnes S, Martinsen QG. 2000. *Bioimpedance and Bioelectricity Basics* Academic Press, London.
- [27] Halliday D, Resnick R. 1978. *Physics*. John Wiley & Sons. Inc
- Cole KS, Curtis HJ. 1950. Bioelectricity: Electric Physiology. In: Glasser, O., (Ed.), *Medical Physics*, Vol. 2. The Year Book Publisher INC., Chicago. pp. 82-90.