



**ANALISIS KELISTRIKAN YANG DIHASILKAN LIMBAH BUAH  
DAN SAYURAN SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF  
BIO-BATERAI**

**SKRIPSI**

Oleh

**Wira Dian Jauharah  
NIM 081810201021**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2013**



**ANALISIS KELISTRIKAN YANG DIHASILKAN LIMBAH BUAH  
DAN SAYURAN SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF  
BIO-BATERAI**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Fisika (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**Wira Dian Jauharah  
NIM 081810201021**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2013**

## PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah SWT. yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang serta shalawat senantiasa terhaturkan kepada Nabi Muhammad SAW. dengan segala kerendahan hati dan rasa syukur mengucapkan Alhamdulillah, Tugas Akhir/ Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta Drs. Achmad Tontowi Djauhari dan Dra. Rodliana, terima kasih atas do`a, cinta, kasih sayang, perhatian dan pengorbanan yang telah diberikan, semoga Allah SWT melimpahkan kasih sayang-Nya;
2. Adik tersayang Vannisa Aviana Melinda dan Citra Agaditya Rahma yang selalu memberi semangat dan keceriaan dalam hidup ini;
3. Kakanda Panji Pulanjiwo S.T., yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini;
4. Dosen pembimbing yang senantiasa membimbing dan membantu dalam menyelesaikan skripsi, Drs.Yuda CahyoArgo Ph.d.,M.Sc dan Dra. Arry Nurhayati, terima kasih untuk waktu, bimbingan, nasihat dan doanya;
5. Seluruh Bapak/Ibu Guru dan Dosen-dosen, terimakasih telah memberikan ilmu, dukungan dan bimbingan dengan penuh kesabaran;
6. Teman-teman lab. Biofisika, terimakasih atas motivasi dan persaudaraanya;
7. Teman-teman seperjuangan angkatan 2008 tersayang, terima kasih yang tak terhingga untuk semua kasih sayang, dukungan, motivasi, ilmu dan semangat persaudaraan serta doanya;
8. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

## MOTO

“.....Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap “  
(terjemahan Surat *Asy-Syarah* ayat 4-8) \*)

“Ada dua cara menjalani kehidupan ini. Satu, menjalani hidup serasa tidak ada keajaiban dalam hidup ini. Yang kedua, adalah menjalani hidup seolah-olah segala sesuatunya adalah keajaiban, mukjizat ada di mana-mana” \*\*)

“Dunia ini terkutuk apa-apa di dalamnya, kecuali mengingat Allah dan apa-apa yang menyertainya, serta penyebar ilmu dan penuntut ilmu” \*\*\*)

---

\*) Tim Penyusun. 2012. *Al-Qur'an Cordoba*. Bandung: PT. Cordoba Internasional Jakarta

\*\*) Albert Einstein

\*\*\*) HR Tirmidz

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wira Dian Jauharah

NIM : 081810201021

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: *Analisis Kelistrikan yang dihasilkan Limbah Buah dan Sayuran sebagai Energi Alternatif Bio-bataerai* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Mei 2013

Yang menyatakan,

( Wira Dian Jauharah )

NIM 081810201021

**SKRIPSI**

**ANALISIS KELISTRIKAN YANG DIHASILKAN LIMBAH BUAH DAN  
SAYURAN SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF BIO-BATERAI**



**Oleh**

**Wira Dian Jauharah  
NIM 081810201021**

**Pembimbing**

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, Msc., Ph.D

Dosen Pembimbing Anggota : Dra. Arry Yuariatun Nurhayati

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Analisis Kelistrikan yang dihasilkan Limbah Buah dan Sayuran sebagai Energi Alternatif Bio-baterai*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

Hari :

Tanggal :

Tempat : Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Jember.

Tim Penguji:

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Drs. Yuda C. Hariadi, M.Sc., Ph.D  
NIP 196203111987021001

Dra. Arry Yuariatun Nurhayati  
NIP 196109091986012001

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Dr. Edy Supriyanto, S.Si., M.Si  
NIP 196712151998021001

Puguh Hiskiawan, S.Si., M.Si  
NIP 197412152002121001

Mengesahkan  
Dekan Fakultas MIPA,

Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D  
NIP 196101081986021001

## RINGKASAN

**Analisis Kelistrikan yang dihasilkan Limbah Buah dan Sayuran sebagai Energi Alternatif Bio-baterai;** Wira Dian Jauharah; 081810201021; 2013: 51 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Limbah buah-buahan dan sayur-sayuran yang sudah membusuk banyak terlihat di pasar sayur dan buah. Limbah buah dan sayur yang membusuk mengalami proses kimia yang dikenal sebagai fermentasi. Selama proses ini, buah-buahan dan sayuran menghasilkan asam lebih yang akan meningkatkan kekuatan elektrolit dalam buah dan sayuran. Sehingga, jus dari buah dan sayuran yang tua atau busuk menjadi lebih reaktif dengan elektroda dan menghasilkan tegangan yang lebih tinggi daripada jus buah atau sayur yang segar. Dari sifat kelistrikan yang mengandung banyak elektrolit dari limbah buah-buahan dan sayur-sayuran tersebut, peneliti bertujuan untuk mengetahui nilai kuat arus dan tegangan yang dihasilkan oleh bio-baterai limbah buah jeruk, pisang, tomat, cabai dan wortel guna untuk membuat bio-baterai yang optimal

Penelitian dilakukan dalam empat tahap. Tahap pertama untuk mengetahui pengaruh jarak antar elektroda terhadap kuat arus dan tegangan yang dihasilkan oleh bio-baterai tunggal limbah buah dan sayuran. Jarak antar elektroda yang digunakan adalah 2 cm, 4 cm, 6 cm, 8 cm dan 10 cm dengan menggunakan elektroda Cu sebagai anoda dan Zn sebagai katoda. Luas elektroda yang digunakan (6 x 4) cm yang dicelupkan pada wadah bio-baterai dengan volume elektrolit 750 ml. Tahap kedua untuk mengetahui nilai kuat arus dan tegangan yang dihasilkan bio-baterai seri-pararel. Elektroda yang digunakan lempengan Cu dan Zn masing-masing 6 buah dengan 6 wadah bio-baterai yang akan disusun secara seri-pararel dan diukur kuat arus dan tegangan. Tahap ketiga adalah untuk mengetahui bio-baterai limbah buah



dan sayuran mana yang dapat menyalakan lampu led yang paling lama. Dan tahap terakhir adalah mengukur hubungan kuat arus dan tegangan dengan pH.

Mengacu pada hasil dan analisis secara keseluruhan didapatkan hasil bahwa perubahan variasi jarak, hambatan dan pH akan memberikan nilai kuat arus dan tegangan yang berbeda. Semakin dekat jarak antar elektroda, semakin besar nilai arus dan tegangan, dan semakin besar nilai hambatan, kuat arus semakin kecil dan tegangan semakin besar. Begitu juga semakin besar nilai pH maka semakin kecil kuat arus dan tegangan yang dihasilkan dan sebaliknya.

Nilai pH terkecil dihasilkan oleh bio-baterai Limbah buah Jeruk dengan nilai pH 4,03. Bio-baterai tunggal yang menghasilkan nilai kuat arus dan tegangan yang besar pada seluruh bio-baterai tunggal dimiliki oleh bio-baterai dengan jarak antar elektroda terdekat 2 cm. Bio-baterai limbah buah dan sayuran yang menghasilkan nilai kuat arus dan tegangan terbesar baik bio-baterai tunggal maupun bio-baterai seri-pararel dimiliki oleh bio-baterai limbah buah jeruk dengan nilai kuat arus pada bio-baterai seri-pararel 0,93 mA dan nilai tegangan 2,72 volt. Bio-baterai yang mampu menyalakan lampu LED terlama adalah bio-baterai limbah buah Jeruk dengan lama waktu 75 jam.

## PRAKATA

Segala puji milik Allah SWT penggendang alam semesta, yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *"Analisis Kelistrikan yang dihasilkan Limbah Buah dan Sayuran sebagai Energi Alternatif Bio-baterai"*, sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan program strata satu (S1) Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama sekaligus Dosen Pembimbing Akademik, Dra. Arry Yuariatun Nurhayati, selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, perhatian, bimbingan dalam masa kuliah dan penulisan skripsi ini;
2. Dr. Edy Supriyanto S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji I, Puguh Hiskiawan, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktu, pikiran, perhatian, bimbingan, kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
3. Aisyah Noor Imamah dan teman-teman lab.Biofisika
4. seluruh dosen dan staf Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember terima kasih atas didikan dan bantuan hingga saat ini;
5. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Skripsi ini sangat jauh dari kesempurnaan, penulis menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.4 Tujuan</b> .....	3
<b>1.5 Manfaat</b> .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
<b>2.1 Energi</b> .....	6
<b>2.2 Kelistrikan</b> .....	6
<b>2.2.1 Konduktivitas Listrik</b> .....	7

2.2.2 Daya Listrik.....	7
2.2.3 Besaran-besaran Daya Listrik.....	7
2.2.4 Metode Pengukuran Daya Listrik .....	8
<b>2.3 Elektrokimia.....</b>	<b>9</b>
2.3.1 Reaksi oksidasi-reduksi.....	10
2.3.2 Elektroda-elektroda.....	10
2.3.3 Jenis-jenis sel elektrokimia .....	10
<b>2.4 Sel Galvanik .....</b>	<b>11</b>
<b>2.5 Baterai .....</b>	<b>13</b>
2.5.1 Jenis-jenis Baterai .....	13
2.5.2 Karakteristik Baterai .....	14
<b>2.6 Logam.....</b>	<b>14</b>
<b>2.7 Derajat Keasaman .....</b>	<b>15</b>
2.7.1 Hubungan Tingkat Keasaman dengan Ph.....	16
<b>2.8 Kelistrikan buah dan sayuran .....</b>	<b>17</b>
<b>2.9 Buah dan Sayuran .....</b>	<b>19</b>
2.9.1 Jeruk .....	19
2.9.2 Tomat .....	19
2.9.3 Wortel .....	20
2.9.4 Pisang .....	20
2.9.5 Cabai .....	21
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....</b>	<b>23</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan.....</b>	<b>23</b>
3.2.1 Alat .....	23
3.2.2 Bahan .....	23
<b>3.3 Tahap Penelitian.....</b>	<b>24</b>
3.3.1 Persiapan .....	25

3.3.2 Pengambilan data.....	27
3.3.3 Analisa Data.....	30
3.3.4 Kesimpulan dan Saran .....	30
3.3.5 Laporan .....	30
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>31</b>
<b>4.1 Hasil dan Analisis Data Penelitian.....</b>	<b>31</b>
4.1.1 Hasil dan Analisis Data Pengukuran Nilai Kuat Arus dan Tegangan pada Bio-baterai Tunggal .....	31
4.1.2 Hasil dan Analisis Data Pengukuran Kuat Arus dan Tegangan pada Limbah Buah dan Sayuran pada Bio-baterai Seri-Pararel.....	41
4.1.3 Hasil dan Analisis Data Tegangan dan Lama Nyala waktu LED pada bio-baterai Limbah Buah dan Sayuran.....	44
4.1.4 Pengukuran pH pada Bio-baterai berbagai Limbah Buah dan Sayuran.....	46
<b>4.2 Pembahasan.....</b>	<b>46</b>
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	<b>51</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>51</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>51</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Daftar Tegangan per-sel.....	14
2.2 Tegangan Rata-rata dari berbagai macam Buah.....	17
2.3 Komposisi Wortel tiap 100 gram Bahan yang dapat dimakan .....	20
2.4 Komposisi Zat Gizi Pisang Tiap 100 gram Bahan.....	21
2.5 Kandungan Zat Gizi Buah Cabai (DepkesRI.1989).....	22
4.1 Nilai pH, standar deviasi, dan standar <i>error</i> bio-baterai pada berbagai macam limbah buah dan sayuran (n = 3).....	50

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Arah elektron dan ion dalam sel galvani.....	12
2.2 Skala pH dari 0 sampai 14 .....	16
2.3 Lama Umur dibanding tegangan dari Buah dan Sayuran.....	18
3.1 Bagan Tahapan Penelitian.....	23
3.2 Wadah prototipe bio-baterai I.....	25
3.3 Wadah prototipe bio-baterai II.....	26
3.4 Rangkaian Biobaterai Tunggal.....	28
3.5 Rangkaian seri-pararel biobaterai buah dan sayuran.....	28
3.6 Rangkaian seri-pararel biobaterai buah dan sayuran menggunakan lampu LED.....	29
4.1 Grafik hubungan kuat arus dan hambatan dengan berbagai jarak antar elektroda pada bio-baterai tunggal limbah jeruk.....	32
4.2 Grafik hubungan tegangan dan hambatan dengan berbagai jarak antar elektroda pada bio-baterai tunggal limbah jeruk.....	32
4.3 Grafik hubungan kuat arus dan hambatan dengan berbagai jarak antar elektroda pada bio-baterai tunggal limbah tomat.....	34
4.4 Grafik hubungan tegangan dan hambatan dengan berbagai jarak antar elektroda pada bio-baterai tunggal limbah buah tomat.....	34
4.5 Grafik hubungan kuat arus dan hambatan dengan berbagai jarak antar elektroda pada bio-baterai tunggal limbah cabai.....	36
4.6 Grafik hubungan tegangan dan hambatan dengan berbagai jarak antar elektroda pada bio-baterai limbah tunggal cabai.....	36

4.7	Grafik hubungan kuat arus dan hambatan dengan berbagai jarak antar elektroda pada bio-baterai tunggal limbah wortel.....	38
4.8	Grafik hubungan tegangan dan hambatan dengan berbagai jarak antar elektroda pada bio-baterai tunggal limbah wortel.....	38
4.9	Grafik hubungan kuat arus dan hambatan dengan berbagai jarak antar elektroda pada bio-baterai tunggal limbah pisang.....	40
4.10	Grafik hubungan tegangan dan hambatan dengan berbagai jarak antar elektroda pada bio-baterai tunggal limbah pisang.....	40
4.11	Grafik hubungan kuat arus dan hambatan pada bio-baterai seri-pararel pada berbagai limbah buah dan sayuran.....	42
4.12	Grafik hubungan tegangan dan hambatan pada bio-baterai seri-pararel pada berbagai limbah buah dan sayuran.....	42
4.13	Grafik Tegangan awal rata-rata pada berbagai macam bio-baterai limbah buah dan sayuran.....	45
4.14	Grafik lama waktu nyala LED pada berbagai macam bio-baterai limbah buah dan sayuran.....	45
4.15	Grafik hubungan nilai pH dan tegangan pada berbagai macam bio-baterai limbah buah dan sayuran.....	46



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Alat dan Bahan Penelitian.....	55
B. Tabel Hasil Pengukuran Arus dan Tegangan pada Bio-baterai Tunggal.....	57
C. Tabel Hasil Pengukuran Arus dan Tegangan pada Bio-baterai Seri-paralel.....	68
D. Tabel Hasil Pengukuran Bio-baterai Seri-Pararel untuk Lama Waktu Nyala LED.....	70
E. Nilai pH dan Tegangan Bio-baterai Tunggal.....	72