

Analisis Karakteristik Elektrik Limbah Kulit Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif Terbarukan untuk Mengisi Baterai Telepon Genggam

IRSAN*, AMIR SUPRIYANTO DAN ARIF SURTONO

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No.1 Gedung Meneng Bandar Lampung 35145
email: irsan.alihsan@gmail.com

ABSTRACT

The electrical characteristics of cassava peeled could be determined by using electrode, a pair of electrode that used in this research is Cu-Zn. The measurement of the electrical characteristics of cassava peeled had been done using a 1.2 Watt LED load and when the load is released. Varieties of cassava which used are White cassava, Genjah Urang cassava and Bassiro cassava. Electrolyte cell that used consists of 20 cells, which were arranged in series with volume 200 ml for one cell. The maximum voltage when the load is removed generated white cassava peeled is 12.38 V, Genjah Urang cassava peel is 14.36 V, and Bassiro cassava peeled is 13.81 V. Type of cassava peeled that has the best electrical characteristics to charge phone battery is Genjah Urang cassava peeled. The test of cell phone battery charging had been done when cell phone was empty or couldn't be turned on and when cell phone battery had charged for two hours, it made the cell phone on for 15 seconds after removed from the circuit.

Keywords: Cassava peel, electrolyte, Cu-Zn electrodes, the electrical characteristics

PENDAHULUAN

Umumnya energi listrik dihasilkan dari tenaga batu bara, gas, minyak bumi, air, dan energi panas bumi. Namun, dalam pengembangannya masih terdapat banyak kendala (KESDM, 2015). Oleh karena itu, diperlukan alternatif lain untuk pengembangan sumber listrik yang terbarukan dengan memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia.

Salah satu cara untuk menghasilkan sumber energi listrik, yaitu dengan cara reaksi elektrokimia, pada reaksi elektrokimia dapat terjadi melalui dua elektroda yang memiliki beda potensial dan terhubung pada bahan elektrolit (Brady, 1999). Jika larutan elektrolit diberikan dua

buah elektroda, maka larutan elektrolit akan menghasilkan ion-ion yang bergerak sehingga terjadi proses transfer elektron dari anoda ke katoda yang menghasilkan keluaran berupa arus dan tegangan (Hendri *et al.*, 2015). Energi listrik yang dihasilkan bergantung pada jenis larutan elektrolit dan elektroda baik jenis material maupun modifikasi dimensi elektroda (Landis, 1909).

Salah satu bahan elektrolit yang melimpah di Indonesia adalah limbah kulit singkong, menurut Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2015 di Indonesia produksi singkong mencapai 21.790.956 ton. Setiap bobot singkong akan dihasilkan limbah kulit singkong sebesar 16% dari bobot

*Penulias korespondensi

tersebut (Hidayat, 2009). Berarti pada tahun 2015 di Indonesia sudah terdapat 3.486.552 ton kulit singkong (BPS, 2016). Hal ini merupakan peluang besar untuk memanfaatkan limbah kulit singkong yang cukup melimpah.

Kulit singkong mengandung asam sianida (HCN) (Rukmana, 1986). HCN merupakan salah satu elektrolit yang dapat menghasilkan arus listrik (Brady, 1999), sehingga sangat memungkinkan bahwa kulit singkong dapat menghasilkan arus listrik.

Analisis karakteristik elektrik elektrolit pada tiga variabel elektroda, yaitu C-Zn, Cu-Al, dan Cu-Zn. Hasilnya, dengan menggunakan elektrolit air laut, pasangan Cu-Zn menghasilkan tegangan yang paling besar dibandingkan pasangan elektroda yang lain seperti C-Zn dan Cu-Al. Sementara, Muhlisin et al. (2015) memanfaatkan baterai bekas dengan cara mengganti pasta batu baterai dengan pasta limbah kulit pisang dan kulit durian, sebagai energi listrik alternatif.

Berdasarkan hal yang disajikan di atas, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik elektrik limbah kulit singkong dengan menggunakan elektroda, berupa tembaga (Cu) dan seng (Zn). Selanjutnya, setelah didapatkan karakteristik elektrik kulit singkong terbaik, akan diuji untuk mengisi baterai telepon genggam.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan terdiri atas tiga tahap, yaitu perancangan serta pembuatan media uji karakteristik elektrik kulit singkong, kedua pengujian karakteristik elektrik kulit singkong dan ketiga pengujian pengisian baterai telepon genggam.

Wadah (sel) dibuat dari bahan akrilik yang dibentuk menjadi kotak persegi

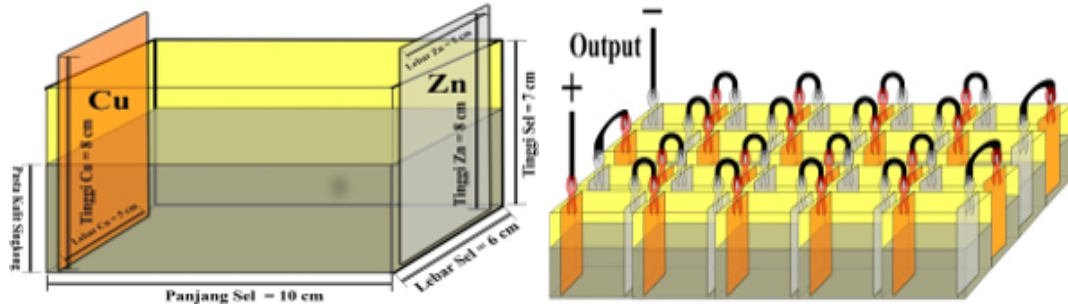
sebagai tempat menampung pasta kulit singkong dengan ukuran panjang 10 cm, lebar 6 cm, dan tinggi 7 cm, yang diberi sepasang elektroda (Cu-Zn) dengan ukuran tinggi 8 cm dan lebar 5 cm. Kemudian, sel yang telah berisi sepasang elektroda tersebut dirangkai seri hingga 20 sel. Desain media tempat uji karakteristik elektrik kulit singkong pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Tahap selanjutnya, yaitu melakukan pengujian karakteristik elektrik kulit singkong. Jenis singkong yang digunakan yaitu singkong Putih, singkong Genjah Urang dan singkong Bassiro. Kulit singkong dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi pasta kulit singkong, selanjutnya pasta kulit singkong dimasukan ke dalam media tempat uji yang telah dibuat sebelumnya, kemudian diuji dengan memberikan beban rangkaian LED 1,2 Watt selama 24 jam dengan rentang pengukuran setiap 2 jam. Pengujian dilakukan dengan mengukur karakteristik elektrik kulit singkong saat beban dilepas (V_{bl}), saat menggunakan beban (V_b) dan arus (I) yang dihasilkan. Selanjutnya, setelah didapatkan karakteristik elektrik kulit singkong terbaik, maka dilakukan pengisian baterai telepon genggam seperti yang ditunjukkan Gambar 2.

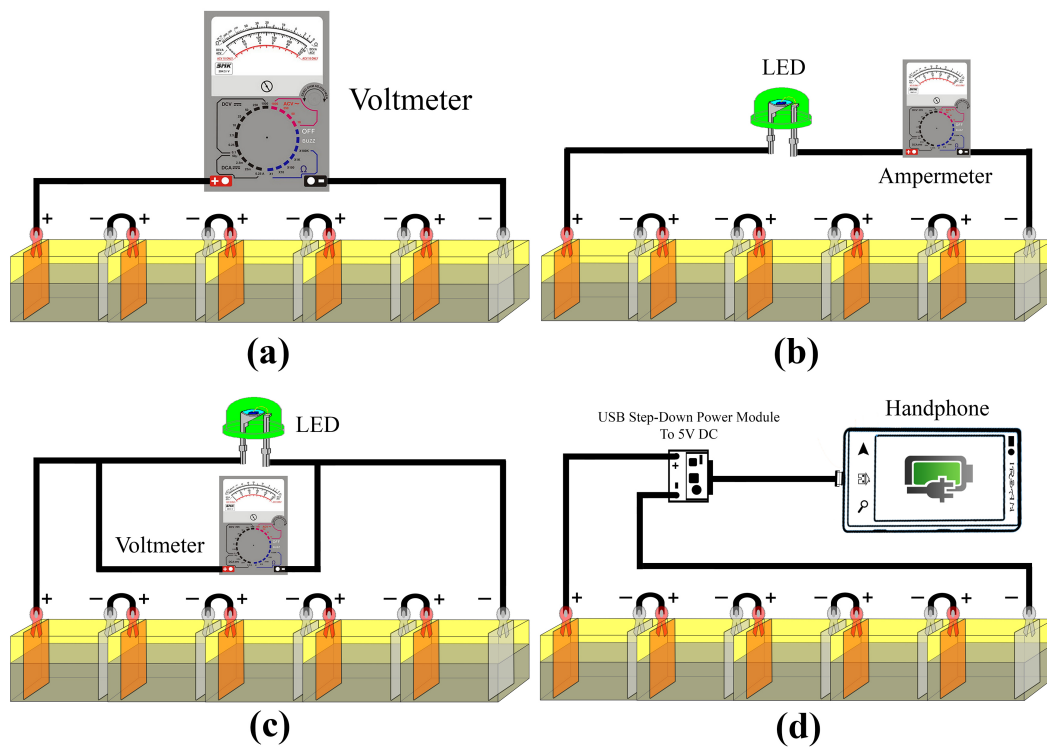
HASIL DAN DISKUSI

Pengujian karakteristik elektrik kulit singkong yang pertama yaitu pengujian karakteristik elektrik tegangan saat beban dilepas (V_{bl}). Hasil pengujian karakteristik elektrik tegangan saat beban dilepas (V_{bl}) dari ketiga jenis kulit singkong tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Gambar 3 merupakan grafik yang menunjukkan bahwa semakin lama kulit singkong diuji, maka karakteristik elektrik



Gambar 1: Desain media tempat uji.



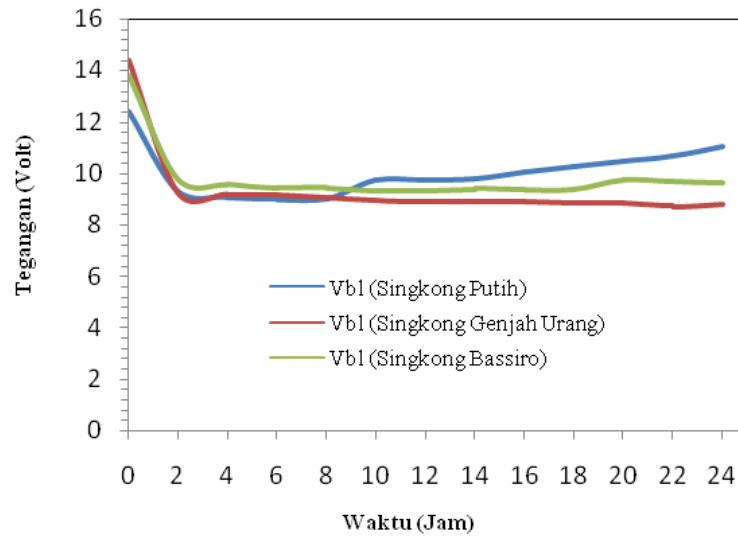
Gambar 2: Desain media tempat uji saat pengujian karakteristik elektrik kulit singkong, (a) Pengukuran tegangan saat beban bilepas (V_{bl}), (b) Pengukuran Arus (I), (c) Pengukuran tegangan saat menggunakan beban (V_b), dan (d) Pengujian saat mengisi baterai telepon genggam.

Tabel 1: V_{bl} pada kulit singkong Putih (I), singkong IR (II) dan singkong Bassiro (III).

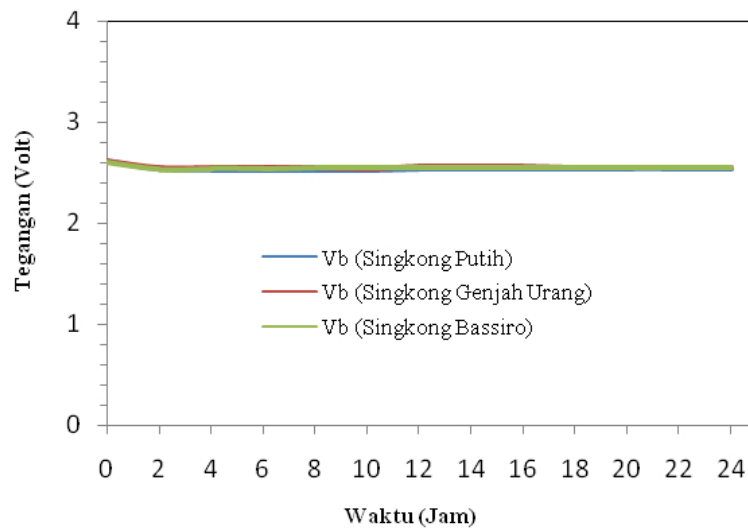
Waktu (Jam)	I	II	III
	V_{bl} (V)	V_{bl} (V)	V_{bl} (V)
0	12,38	14,36	13,81
2	9,32	9,24	9,81
4	9,07	9,17	9,56
6	8,98	9,15	9,43
8	9,01	9,03	9,43
10	9,71	8,93	9,32
12	9,72	8,91	9,34
14	9,77	8,90	9,39
16	10,03	8,90	9,37
18	10,25	8,87	9,39
20	10,49	8,83	9,74
22	10,65	8,72	9,66
24	11,05	8,79	9,63

Tabel 2: V_b pada kulit singkong putih (I), singkong IR (II) dan singkong Bassiro (III).

Waktu (Jam)	I	II	III
	V_b (V)	V_b (V)	V_b (V)
0	2,61	2,61	2,60
2	2,53	2,55	2,53
4	2,52	2,55	2,54
6	2,52	2,55	2,54
8	2,52	2,55	2,55
10	2,52	2,54	2,55
12	2,53	2,56	2,55
14	2,53	2,56	2,55
16	2,53	2,56	2,55
18	2,53	2,55	2,55
20	2,54	2,55	2,55
22	2,54	2,55	2,55
24	2,54	2,55	2,55



Gambar 3: Grafik hubungan V_{b1} terhadap waktu.



Gambar 4: Grafik hubungan V_b terhadap waktu.

tegangan saat beban dilepas ($V_{b/l}$) yang dihasilkan akan menurun. Penurunan paling besar dari jam ke-0 sampai jam ke-2 dan pada jam selanjutnya cukup stabil. Penurunan tegangan yang dihasilkan selama pengujian terjadi karena elektrolit yang digunakan sudah mengalami penurunan ionisasi.

Berdasarkan nilai potensial reduksi deret volta menunjukkan bahwa tembaga memiliki beda potensial sebesar +0,34 V, sedangkan seng memiliki beda potensial sebesar -0,76 V. Oleh karena itu beda potensial yang dihasilkan dari rangkaian kedua elektroda ini adalah sebesar 1,10 V. Sementara, hasil penelitian menghasilkan nilai potensial listrik maksimum rata-rata setiap satu sel pada kulit singkong putih didapatkan sebesar 0,61 V, kulit singkong genjah urang didapatkan sebesar 0,71 V, sedangkan kulit singkong bassiro didapatkan sebesar 0,69 V. Hasil pengujian ketika sel diserikan didapatkan $V_{b/l}$ maksimum pada kulit singkong putih sebesar 12,38 V, pada kulit singkong genjah urang menghasilkan $V_{b/l}$ maksimum sebesar 14,36 V, sedangkan pada kulit singkong bassiro didapatkan $V_{b/l}$ maksimum sebesar 13,81 V. Hal ini sesuai dengan penelitian terkait pemanfaatan elektrolit biomassa sebagai baterai (Sudhakar et al., 2013) yang menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah sel elektrolit biomassa dapat meningkatkan karakteristik elektrik tegangannya.

Selanjutnya pengujian yang kedua, yaitu pengujian karakteristik elektrik kulit singkong saat diberi beban (V_b). Beban yang digunakan dalam pengujian ini adalah LED dengan besar beban 1,2 watt. Hasil pengujian karakteristik elektrik tegangan saat menggunakan beban (V_b) dapat dilihat pada Tabel 2.

Gambar merupakan grafik yang me-

nunjukkan bahwa tegangan saat menggunakan beban (V_b) mengalami penurunan yang cukup stabil. Pengukuran pertama didapatkan V_b maksimum pada kulit Singkong Putih dan Singkong IR sebesar 2,61 V sedangkan pada kulit Singkong Bassiro sebesar 2,60 V. Penurunan tegangan dari jam ke-0 sampai jam ke-24 cukup stabil.

Selanjutnya pengujian karakteristik elektrik arus (I) kulit singkong menggunakan LED 1,2 Watt. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

Gambar 5 merupakan grafik yang menunjukkan bahwa semakin lama kulit singkong diuji maka karakteristik elektrik arus yang dihasilkan akan semakin menurun. Data pengukuran arus menghasilkan nilai arus maksimum pada kulit Singkong Putih sebesar 1,18 mA, pada kulit Singkong IR sebesar 2,87 mA dan pada kulit Singkong Bassiro sebesar 2,04 mA. Penurunan paling besar dari jam ke-0 sampai jam ke-2 dan pada jam selanjutnya penurunan arus cukup stabil. Penurunan arus yang dihasilkan selama pengujian terjadi karena elektrolit yang digunakan sudah mengalami penurunan ionisasi artinya ion-ion pada elektrolit sudah tidak mampu secara maksimal menghantarkan arus listrik. Hal ini mengindikasikan bahwa kulit singkong secara alami mengalami proses peruraian ion-ion yang terkandung didalamnya.

Selanjutnya pengujian karakteristik elektrik hambatan dalam (R_{in}) kulit singkong. R_{in} yang dihasilkan merupakan hasil pengurangan antara tegangan saat beban dilepas dan tegangan menggunakan beban lalu dibagi dengan arus. Hasil pengujian dari hambatan dalam dapat dilihat pada Tabel 4.

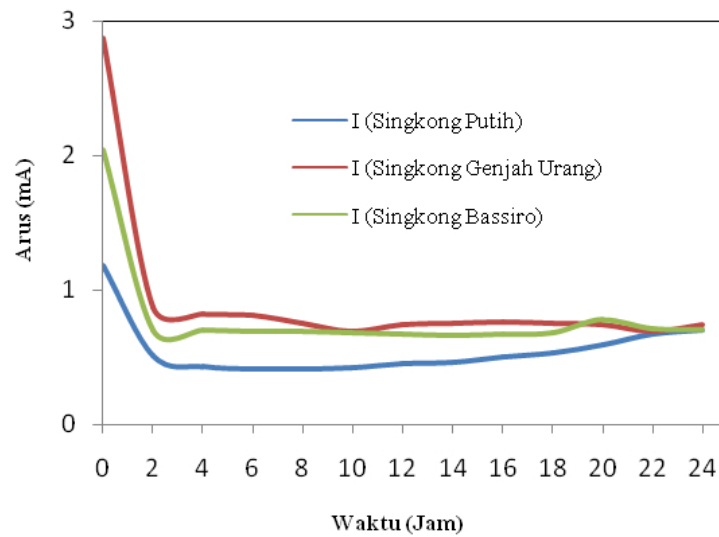
Gambar 6 merupakan grafik yang menunjukkan bahwa semakin lama kulit singkong diuji maka karakteristik elektrik

Tabel 3: Arus pada kulit singkong Putih (I), singkong IR (II) dan singkong Bassiro (III).

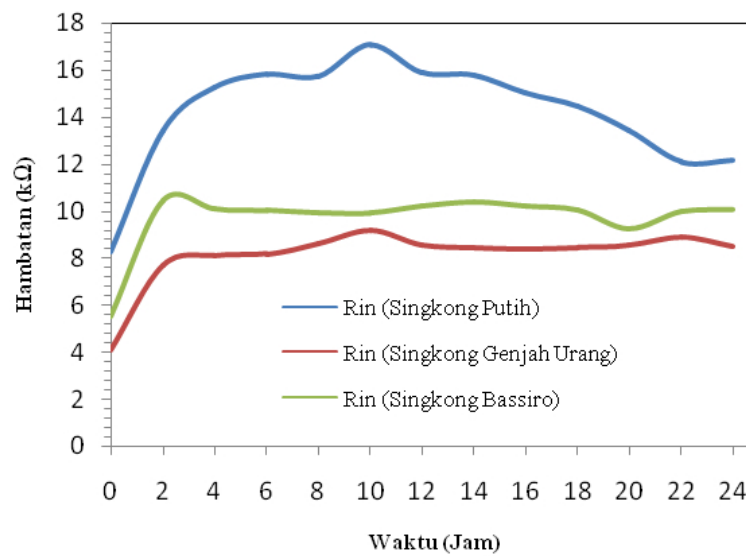
Waktu (Jam)	I	II	III
	I (mA)	I (mA)	I (mA)
0	1,18	2,87	2,04
2	0,51	0,87	0,70
4	0,43	0,82	0,70
6	0,41	0,81	0,69
8	0,41	0,75	0,69
10	0,42	0,69	0,68
12	0,45	0,74	0,67
14	0,46	0,75	0,66
16	0,50	0,76	0,67
18	0,53	0,75	0,68
20	0,59	0,74	0,78
22	0,67	0,69	0,71
24	0,70	0,74	0,70

Tabel 4: R_{in} pPada kulit singkong putih (I), singkong IR (II) dan singkong Bassiro (III).

Waktu (Jam)	I	II	III
	R_{in} (k Ω)	R_{in} (k Ω)	R_{in} (k Ω)
0	8,26	4,09	5,51
2	13,45	7,69	10,45
4	15,25	8,11	10,08
6	15,81	8,18	10,03
8	15,73	8,59	9,95
10	17,07	9,21	9,93
12	15,88	8,56	10,21
14	15,77	8,43	10,39
16	15,01	8,37	10,21
18	14,46	8,46	10,04
20	13,44	8,53	9,26
22	12,08	8,90	9,97
24	12,16	8,48	10,07



Gambar 5: Grafik hubungan I terhadap waktu.



Gambar 6: Grafik hubungan R_{in} terhadap waktu.

hambatan dalam (R_{in}) akan meningkat. Data pengamatan R_{in} pada saat pertama pengujian didapatkan nilai R_{in} kulit Singkong Putih sebesar 8,26 k Ω , pada kulit Singkong IR sebesar 4,09 k Ω dan pada kulit Singkong Bassiro sebesar 5,51 k Ω . Peningkatan R_{in} terbesar, yaitu saat pengujian dari jam ke-0 sampai dengan jam ke-2 pada jam selanjutnya hasil pengujian R_{in} cukup stabil.

Berdasarkan data ketiga jenis singkong tersebut menunjukkan bahwa semakin besar R_{in} , maka arus dan tegangan output rangkaian bila diberi beban akan semakin rendah. Karakteristik elektrik terbaik dari ketiga jenis kulit singkong tersebut adalah kulit Singkong IR yang selanjutnya akan diuji untuk mengisi baterai telepon genggam.

Pengujian saat mengisi baterai telepon genggam menggunakan telepon genggam merek Strawberry tipe ST22. Pengujian menggunakan beberapa metode, metode pertama menggunakan modul rangkaian IC 7805, metode kedua menggunakan modul step-down USB DC 5 V buatan Cina, metode yang ketiga dengan menggunakan rangkaian langsung yaitu langsung menghubungkan keluaran dari sel ke telepon genggam.

Gambar 7 menunjukkan pengisian baterai telepon genggam menggunakan metode yang ketiga, yaitu rangkaian keluaran sel langsung terhubung ke telepon genggam. Pengujian menggunakan metode pertama dan kedua tidak bisa dilakukan karena tegangan yang keluar dari sel, yaitu sebesar ± 15 V tidak bisa diturunkan atau distabilkan oleh modul pada tegangan sebesar 5 V yang merupakan salah satu syarat untuk mengisi baterai telepon genggam, tegangan yang dikeluarkan oleh modul sebesar ± 3 V.

Pengujian dengan menggunakan rangkaian langsung dapat mengisi bate-

rai telepon genggam yang ditandai dengan Bergeraknya gambar proses pengisian pada layar telepon genggam. Pengujian pengisian baterai telepon genggam dilakukan saat baterai telepon genggam kosong atau saat telepon genggam tidak bisa dinyalakan. Pengisian selama dua jam pertama ketika telepon genggam dilepas dari rangkaian sel kulit singkong menghasilkan penambahan nyala telepon genggam selama ± 15 detik. Penambahan nyala telepon genggame sangat sedikit dikarenakan arus maksimum yang masuk saat mengisi batrai telepon genggam tidak terlalu besar yaitu sebesar ± 3 mA sehingga pengisian batrai sangat lama dan penambahan energi listrik sangat sedikit.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa kulit singkong mampu menghasilkan daya listrik dari elektroda Cu-Zn dan mampu menyalakan LED 1,2 Watt. Pengujian saat mengisi baterai telepon genggam didapatkan bertambahnya nyala telepon genggame yang tidak lama dikarenakan arus yang masuk ke telepon genggame sedikit. Hambatan dalam pada sel kulit singkong cukup besar sehingga perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut untuk mengatasi hambatan dalam pada sel kulit singkong tersebut.

REFERENSI

- Badan Pusat Statistik (BPS). 2016. *Produksi Ubi Kayu Menurut Provinsi (ton)*, 1993-2015. (<https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/880>). Diakses pada tanggal 27 April 2016.
- Brady J. E. 1999. *Kimia Universitas Asas dan*



Gambar 7: Uji Pengisian baterai telepon genggam, langsung menghubungkan keluaran sel ke telepon genggam.

Struktur Jilid 1. Diterjemahkan oleh Sukmariah Maun. Binarupa Aksara Publisher. Tangerang.

Hendri, Yasni, Gusnedi & Ratnawulan. 2015. Pengaruh Jenis Kulit Pisang dan Variasi Waktu Fermentasi Terhadap Kelistrikan dari Sel Accu dengan Menggunakan Larutan Kulit Pisang. *Pillar of Physics*. Vol. 6. pp 97-104.

Hidayat C. 2009. *Peluang Penggunaan Kulit Singkong Sebagai Pakan Unggas*. Balai Penelitian Ternak. Bogor.

KESDM. 2015. *Indonesia Energy Outlook 2014*. Kementerian ESDM. Jakarta.

Landis E. H. 1909. Some of the Laws Con-

cerning Voltaic Cells. *The Journal of the Franklin Institute of the State of Pennsylvania*. Vol. CLXVIII. No. 6. pp 399-420.

Muhlisin M., N. Soedjarwanto, & M. Komarudin. 2015. Pemanfaatan Sampah Kulit Pisang Dan Kulit Durian Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Pasta Batu Baterai. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*. Vol. 9. No. 3. pp 137-146.

Rukmana R. 1986. *Ubi Kayu, Budidaya, dan Pasca Panen*. Kanisius. Jakarta.

Sudhakar K., R. Ananthakrishnan, A. Goyal, & H. K. Darji. 2013. A Novel Design Of Multi-Chambered Biomass Battery. *International Journal of Renewable Energy Development (IJRED)*. Vol. 2. No. 1. pp 31-34.