

**PENGARUH PENAMBAHAN AQUADEST DAN AIR ACCU (H₂SO₄ 30%)
TERHADAP ARUS DAN TEGANGAN DARI SEL ACCU DENGAN
MENGUNAKAN AIR SINGKONG KARET
(MANIHOT GLAZIOVII. M.A)**

Yuni Satria Ningsih^{*} ,Gusnedi^{} dan Yenni Darvina^{**}**

^{*}Mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UNP

^{**}Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA UNP

email:yunisatriansih@yahoo.com

ABSTRACT

The waste produced by the tapioca flour that made from Manihot glaziovii.M.A it is divide into two types, namely, solid waste and liquid waste. Solid waste can be used as organic fertilizer, but for liquid waste is not optimally utilized. Liquid waste is contain cyanide compounds by 8,27 mg/L that can generate electric current and potentially as an electrolyte solution. After that the writer analyze this research on liquid waste from Manihot glaziovii M.A water. The purpose of this research is to know the current and voltage value of the manihot glaziovii M.A with water that uses the cell battery. From this research the writer find the results obtained the value of current (I) and voltage (V) for each variation of the solution as follows: test solution to ASK for 1A; 3V, to ASK solution: Aq (70: 30 = 1A; 2 .6V), (65: 35 = 1A; 2, 4V), (60: 40 = 1A; 2, 2V) and ASK for a solution: Ac (70: 30 = 1A; 4, 4V), (65: 35 = 1A; 4, 7V), (60: 40 = 1A, 28V; 4). Water accu has (I) and (V) of 1A; .6V. Next on the measurement value of degree on acidity (pH) of the test solutionASK: Aq has a pH of 5, to ASK > pure pH = 4,69, while to ASK: Ac pH 3.5 <. I and V highest produced by ASK: air conditioning. So the results of this research is indicate that Manihot glaziovii.M.A has the potential as a solution of accu is more environmentally friendly and not harmful.

Keywords: Manihot glaziovii M.A, Cell Accumulator, Current (I), Voltage (V), and pH

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan suatu negara yang kaya akan sumber daya alam hayatinya, terutama pada hasil pertanian. Hampir dari sebagian hasil pertanian tersebut dapat langsung dipasarkan, sedangkan sebagiannya lagi biasanya akan di alokasikan kepada pengolahan industri baik dalam skala besar maupun skala industri rumahan. Pengolahan industri dari semua jenis produk hasil pertanian biasanya selalu menghasilkan produk sampingan (Limbah). Dimana secara umum limbah yang dihasilkan terbagi atas 2 jenis, yaitu Limbah Cair (*Liquid Waste*) dan Limbah Padat (*Solid Waste*)^[1]. Limbah yang dihasilkan dapat merugikan masyarakat, salah satunya adalah limbah cair. Limbah cair yang tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan dampak yang luar biasa pada perairan, khususnya sumber daya air.

Salah satu jenis pabrik industri produk hasil dari pertanian yang menghasilkan limbah cair adalah industri tepung tapioka. Dimana limbah cair yang dihasilkan dari pengolahannya tersebut masih kurang efektif dalam penanganannya. Berbeda dengan limbah padatnya, sebab limbah padat hasil sampingan dari produksi tepung tapioka dapat digunakan sebagai bahan pupuk organik.

Limbah cair hasil sampingan industri tepung tapioka memiliki kandungan bahan organik yang tinggi, selain itu juga mengandung senyawa sianida yang bersifat toxic. Didalam limbah cair industri tepung tapioka konsentrasi senyawa sianida yang terukur adalah 8,27 mg/L. Singkong karet atau sering juga disebut ubi racun digunakan sebagai bahan utama dalam produksi pembuatan tepung tapioka dikarenakan memiliki kandungan pati dan asam biru atau asam sianida (Hidro Sianat) yang cukup tinggi jika dibandingkan dengan jenis singkong biasa. Kandungan HCN yang tinggi dalam singkong karet sangat menentukan jumlah kandungan pati (amilum) dalam umbi singkong tersebut^[2]. Sebab kandungan pati tersebut yang nantinya akan mengendap dan menjadi tepung kanji (tapioka). Maka dari itu limbah cair dari hasil sampingan produksi tepung tapioka mengandung asam sianida yang tinggi.

Racun yang ditimbulkan oleh asam sianida tersebut apabila dikonsumsi oleh manusia maka akan mengakibatkan terjadinya mual-mual, sakit perut, muntah, pusing bahkan dapat menyebabkan kematian^[3]. Didalam darah HCN akan terurai menjadi ion H⁺ dan CN⁻ dan terlepas dari glukosida oleh suatu enzim. Penguraian senyawa sianida

tersebut yang dapat menyebabkan seseorang keracunan^[4].

Limbah cair produksi tepung tapioka tersebut memiliki kandungan HCN yang tinggi, dimana HCN merupakan asam lemah organik yang apabila terdisosiasi membentuk ion-ion dalam sebuah cairan akan menghasilkan larutan elektrolit. Didalam bidang ilmu fisika-kimia larutan elektrolit merupakan suatu larutan yang dapat digunakan sebagai sumber penghasil energi listrik dengan menggunakan suatu rangkaian sel^[5].

Secara teori semua jenis larutan elektrolit kuat berasal dari golongan asam kuat, yang mana pada golongan asam ini memiliki sifat korosi yang besar terhadap bahan-bahan lain. Selain itu asam kuat juga bersifat mudah terbakar, mudah meledak yang semua itu merupakan sifat berbahaya dan tidak ramah lingkungan^[5]. Penggunaan limbah cair tersebut pastinya akan melalui beberapa tahapan sebelum dapat digunakan, salah satunya adalah tahapan pemurnian larutan HCN. Selanjutnya larutan elektrolit hasil pemurnian tersebut digunakan sebagai larutan elektrolit pada sel *Accumulator* (sel aki) sebagai pengganti larutan elektrolit kuat yang tidak ramah lingkungan dan juga berbahaya untuk selanjutnya diukur nilai arus (I) dan tegangan (V) yang dihasilkan.

Berdasarkan penelusuran literatur sebelumnya bahwa sudah banyak penelitian tentang sumber energi listrik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Salah satunya Kenneth O.I (2012) telah melakukan penelitian tentang pembuatan baterai kering primer dari ekstrak jus singkong. Dari hasil penelitian-penelitian tersebut menunjukkan adanya arus listrik yang dihasilkan selalu berbeda-beda. Dimana arus listrik yang dihasilkan tersebut terjadi karena buah-buahan tersebut mengandung larutan elektrolit alami seperti CH_3COOH , H_2CO_3 , HCN dan H_2S yang terlarut dalam air^[6]. Sehingga apabila pada buah ataupun cairan buah tersebut diberikan dua buah elektroda yang memiliki beda potensial maka asam yang terkandung didalamnya akan terdisosiasi dan mengalami proses reaksi elektrolitik. Dimana proses elektrolitik dapat mengakibatkan adanya pertukaran ion yang nantinya akan terjadi sebuah aliran elektron dari beda potensial, yang mana pada proses reaksi tersebut akan menghasilkan tegangan dan arus listrik^[5].

Berdasarkan kajian ilmu dalam bidang biofisika dapat terlihat bahwa limbah cair hasil produksi tepung tapioka bisa dimanfaatkan sebagai larutan elektrolit pada sel aki (*Accumulator*) pengganti larutan elektrolit kuat yang tidak ramah lingkungan dan juga berbahaya. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah cair singkong karet (*Manihot glaziovii* M.A) sebagai larutan elektrolit yang ramah lingkungan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan aquadest dan air *accu* terhadap arus dan tegangan listrik dengan menggunakan air singkong karet (*Manihot glaziovii* M.A).

Tanaman singkong berasal dari daratan Amerika Serikat, tumbuh sebagai tanaman yang memiliki bekas-bekas daun dan Tinggi mencapai hingga 2,75 m dengan daun berbentuk jari. Tanaman singkong tumbuh dengan baik pada daerah yang memiliki ketinggian sampai dengan 2.500 m dari permukaan laut^[7].

Singkong memiliki umbi atau akar pohon yang panjang dengan diameter dan tinggi batang yang beragam tergantung dari varietasnya. Daging umbinya berwarna putih kekuning-kuningan. Umbi singkong tidak tahan disimpan lama meskipun di dalam lemari pendingin.

Karbohidrat yang terkandung dalam umbi singkong merupakan sumber energi. Selain itu umbi singkong banyak mengandung glukosa dan dapat dimakan mentah. Ubi singkong yang manis, merupakan ubi kayu yang aman dikonsumsi dan dapat diolah secara langsung sebagai bahan makanan^[3]. Selain dari kandungan gizi di atas, singkong mengandung racun yang apabila terdapat dalam jumlah besar cukup berbahaya. Racun singkong ini dikenal sebagai Asam biru atau Asam Sianida (HCN). Baik daun maupun umbinya mengandung suatu glikosida cyanogenik, artinya suatu ikatan organik yang dapat menghasilkan racun biru atau senyawa HCN yang dalam jumlah besar dapat bersifat sangat toksik^[8].

Singkong atau ketela pohon dapat dikelompokkan menjadi dua bagian berdasarkan jenis dan kegunaan, yaitu sebagai pangan langsung dan bahan baku utama pembuatan tepung tapioka atau tepung kanji. Singkong digunakan untuk bahan pangan langsung harus memenuhi syarat, yaitu tidak mengandung racun HCN (< 50 mg/kg umbi basah)^[9]. Oleh sebab itu jenis singkong yang memiliki kandungan HCN yang cukup tinggi adalah dari jenis singkong karet (*Manihot glaziovii* M.A).

Klasifikasi dari tanaman singkong karet adalah sebagai berikut^[10]:

Kingdom	:Plantae
Subkingdom	:Tracheobionta
Super Divisi	:Spermatophyta
Divisi	:Magnoliophyta
Kelas	:Magnoliopsida
Sub Kelas	:Rosidae
Ordo	:Euphorbiales
Famili	:Euphorbiaceae
Genus	:Manihot
Spesies	: <i>Manihot glaziovii</i> M.A
Sinonim	: Singkong pahit, Singkong racun, Ubi kayu racun dan Ketela pohon racun.

Menurut Kuncoro (1993), salah satu jenis singkong yang mengandung senyawa beracun HCN yang cukup tinggi adalah singkong karet atau ketela karet (*Manihot glaziovii* M.A). Penggunaan singkong karet masih sangat kurang, baik didalam masyarakat maupun industri makanan. Salah satu penyebabnya adalah tingginya kandungan HCN yang dapat menyebabkan keracunan bagi konsumen, baik hewan maupun manusia. Singkong memiliki enzim yang dapat memecah glikosida sianogenik menghasilkan HCN (Hidrogen Sianida) bebas dan bersifat sangat beracun. Racun ini biasanya banyak terkandung dalam singkong yang rasanya pahit.

Umbi kayu untuk bahan baku industri memiliki kandungan protein rendah dan HCN (asam sianida) yang tinggi^[11]. Hal tersebut berhubungan erat antara besarnya jumlah kandungan HCN dengan produksi tapioka yang dihasilkan. Karena semakin besar jumlah kandungan asam sianida didalam suatu jenis umbi singkong tersebut maka semakin besar pula kandungan pati yang didapatkan.

Adapun rumus struktur dari senyawa Hidrogen sianida tersebut adalah ^[5].



Dan adapun reaksi penguraian (pengionan) adalah sebagai berikut:



Accumulator atau yang sering disebut aki adalah suatu jenis battery yang banyak digunakan untuk kendaraan bermotor. Pada sel aki, baik anoda ataupun katodanya sama-sama terbuat dari timbal bahan (Pb) berpori. Namun yang digunakan sebagai kutub negatif adalah logam Pb murni dan kutub positif adalah logam Pb yang dilapisi PbO₂, dan elektrolitnya adalah larutan H₂SO₄ 30%. Timbal dioksida dan timbal murni disusun bersisipan dan membentuk satu pasang sel akumulator yang berdekatan dan dipisahkan oleh bahan penyekat berupa isolator. Setiap pasang sel menghasilkan Voltage (V) sebesar ± 2 volt^[12].

Kemampuan aki dalam mengalirkan arus listrik disebut kapasitas aki yang dinyatakan dengan satuan Ampere Hour (Ah). Kapasitas aki 75 Ah artinya aki dapat mengalirkan arus listrik sebesar 1 ampere yang mampu bertahan selama 75 jam tanpa pengisian (setrum) kembali. Kapasitas aki adalah jumlah ampere/ jam (Ah), maka:

$$(\text{Ah} = \text{Kuat Arus(ampere)} \times \text{waktu (Hour)})$$

Elektrolit merupakan suatu senyawa yang apabila dilarutkan dalam pelarut (misalnya air) akan menghasilkan larutan yang dapat menghantarkan arus listrik. Larutan elektrolit yang dapat menghantarkan arus listrik karena terkandung atom-atom atau kumpulan atom yang bergerak bebas. Atom yang bermuatan listrik disebut ion. Ion

yang bermuatan positif disebut kation dan ion yang bermuatan negatif dinamakan anion. Peristiwa terurainya elektrolit menjadi ion-ion disebut proses ionisasi^[13].

Arus listrik ialah sebagai laju aliran muatan listrik yang melalui suatu luasan penampang lintang. Arah arus listrik adalah aliran muatan dari potensial tinggi (+) ke potensial rendah (-). Syarat arus listrik mengalir adalah terdapatnya beda potensial (sumber tegangan) dan ada penghantar (kabel/kawat) yang menghubungkan beda potensial. Muatan listrik yang mengalir dalam satu satuan waktu (sekon) disebut kuat arus listrik. Arus listrik terjadi, itu dikarenakan adanya aliran elektron dimana setiap elektron mempunyai muatan yang besarnya sama.. Muatan sebuah elektron, sering dinyatakan dengan simbol *q* atau *e*, dinyatakan dengan satuan coulomb, yaitu sebesar^[14].

$$q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ coulomb}$$

Tegangan atau sering disebut voltase adalah beda potensial listrik yang terdapat diantara kedua titik dalam sebuah rangkaian listrik, dimana besarnya beda potensial tersebut akan menentukan besar kecilnya arus listrik yang mengalir. Untuk menentukan nilai beda potensial dalam suatu rangkaian listrik maka dapat diukur antara ujung-ujung suatu konduktor. Jadi beda potensial dalam suatu rangkaian listrik sangat mempengaruhi jumlah aliran arus listrik yang mengalir^[14].

Hubungan arus dengan potensial diatur oleh Hukum Ohm yang berbunyi, kuat arus di dalam suatu penghantar berbanding lurus dengan beda potensial antara kedua ujung penghantar dan berbanding terbalik dengan tahanan penghantar. Pada sebuah rangkaian, besar energi potensial yang ada untuk menggerakkan elektron pada titik satu dengan titik yang lainnya merupakan jumlah tegangan. Besarnya arus yang mengalir dan beda potensial mempunyai hubungan linier, dituliskan sebagai berikut^[15].

$$V = IR \text{ atau } R = \frac{V}{I}$$

dimana:

V = tegangan listrik (Volt)

I = kuat arus (Ampere)

R = tahanan listrik (Ohm)

Sumber listrik yang berasal dari suatu tanaman disebabkan oleh adanya kandungan kimia yang terdapat didalamnya. Salah satu kandungan kimia yang berpotensi untuk menimbulkan arus listrik adalah asam. Dimana asam yang terdapat didalam suatu tanaman tersebut dapat mengalami proses ionisasi. Didalam tanaman juga mengandung air yang berfungsi sebagai media mobilisasi ion-ion untuk dapat bergerak bebas. Asam terdiri dari asam kuat yang menghasilkan banyak ion dan asam lemah menghasilkan sedikit ion dimana semakin kuat suatu

larutan maka makin kecil nilai pH-nya demikian pula semakin lemah tingkat keasaman suatu larutan maka pH-nya makin besar^[7].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Fisika yaitu Laboratorium Fisika Material dan Biofisika FMIPA Universitas Negeri Padang.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah multimeter digital, kabel penjepit, parutan, pH meter, gelas ukur, kertas saring, plat tetes, AFO, Accu, tissue, aquadest, air aki dan corong pisah.

Sampel pada penelitian ini adalah Singkong Karet (*Manihot glaziovii* M.A) yang diambil dari daerah Muara Bungo, Jambi.

Prosedur Penelitian

Cara pembuatan sampel

1. Mempersiapkan Pembuatan Larutan Air Singkong karet (*Manihot glaziovii* M.A).

a. Singkong karet disiapkan sebanyak 10 Kg, lalu kulit dikupas, setelah itu dicuci dan dibersihkan dari kotoran. Kemudian singkong karet diparut menjadi bubur, dan bubur singkong yang telah diparut diperas dengan menggunakan saringan sampai larutan terpisah dengan ampasnya.

b. Larutan singkong karet dimasukkan kedalam wadah gelas setelah itu dibiarkan selama 2 jam, lalu volume larutan singkong diukur dengan menggunakan gelas ukur. Setelah itu dilakukan kembali proses pengendapan untuk memisahkan koagulan (gumpalan berwarna coklat) selama 24 jam. Larutan bening dengan koagulan dipisahkan menggunakan corong pisah lalu mengukur volume air singkong karet yang didapatkan.

2. Mengukur Arus dan Tegangan terhadap Larutan Air Singkong Karet (*Manihot glaziovii* M.A).

Larutan air singkong karet dimasukkan kedalam wadah aki yang memiliki 3 sel (@ 48 mL) dengan menggunakan injeksi (suntikan), ini digunakan agar dapat memasukkan larutan dengan mudah dan tidak tertumpah. Setelah itu ditutup rapat lubang pengisian dan membersihkan permukaan wadah dengan menggunakan tissue atau serbet lalu mengukur arus dan tegangan dengan menggunakan multimeter digital dan juga melakukan uji nyala lampu dengan menggunakan lampu senter dan lampu LED. Pengukuran dilakukan setiap 1 jam sekali selama 5 jam. Data yang diperoleh dimasukkan kedalam tabel.

3. Membuat campuran larutan sampel dan Mengukur Arus dan Tegangan.

a. Membuat campuran perbandingan larutan air singkong karet dengan variasi penambahan volume aquadest masing-masing sebanyak 30%, 35% dan 40%. Memasukkan masing-masing penambahan kedalam wadah aki dengan menggunakan injeksi (suntikan), setelah itu menutup rapat lubang pengisian dan membersihkan permukaannya dengan menggunakan tissue atau serbet. Lalu mengukur arus dan tegangan dengan menggunakan multimeter digital dan juga melakukan uji nyala lampu dengan menggunakan lampu senter dan lampu LED yang dilukur selama 1 jam sekali selama 5 jam. Data yang didapatkan dimasukkan kedalam tabel.

b. Membuat perbandingan campuran larutan air singkong karet dengan variasi penambahan volume air accu (H_2SO_4 30%) masing-masing sebanyak 30%, 35% dan 40%. Memasukkan masing-masing penambahan kedalam wadah aki dengan menggunakan injeksi (suntikan), setelah itu menutup rapat lubang pengisian dan membersihkan permukaannya dengan menggunakan tissue atau serbet. Lalu mengukur arus dan tegangan dengan menggunakan multimeter digital dan juga melakukan uji nyala lampu dengan menggunakan lampu senter dan lampu LED, pengukuran dilakukan 1 jam sekali selama 5 jam. Data yang didapatkan dimasukkan kedalam tabel.

4. Mengukur nilai pH larutan-larutan uji .

Larutan-larutan uji dimasukkan kedalam wadah gelas yang telah disiapkan, lalu diukur nilai pH dengan menggunakan pH meter. Data yang diperoleh dimasukkan kedalam tabel.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan secara langsung. Data yang diperoleh secara langsung ini berupa arus, tegangan dan pH. Untuk mengukur arus dan tegangan dari sampel digunakan multimeter digital dan pengukuran pH dengan menggunakan pH meter.

Teknik Pengolahan Data

Teknik analisa data dilakukan dengan memplot grafik hubungan antara variabel bebas yaitu waktu pengujian pada sumbu X dengan variabel terikat yaitu nilai arus dan tegangan serta nilai pH pada sumbu Y.

HASIL PENELITIAN

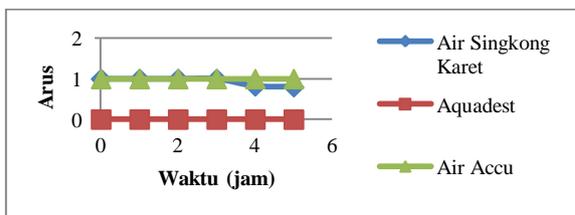
1. Pengukuran Arus dan Tegangan Larutan Uji

Data yang didapatkan setelah dilakukan pengukuran nilai arus dan tegangan dengan menggunakan Multimeter Digital dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.

Tabel 1.Data Arus dan Tegangan terhadap waktu dari ASK, Aq dan Ac Murni

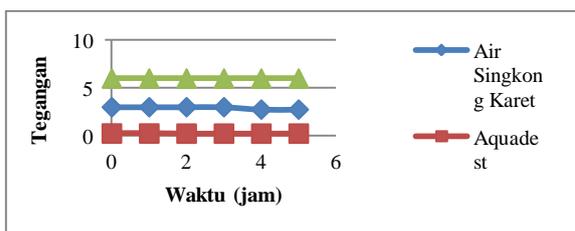
No.	Jenis Larutan	Pengukuran Arus dan Tegangan	Variasi nilai I dan V terhadap t (waktu/ jam)					
			0	1	2	3	4	5
1.	ASK	I (A)	1	1	1	1	0,82	0,80
		V (V)	3	3	3	3	2,75	2,75
2.	Aquadest	I (A)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		V (V)	0,25	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23
3.	Accu	I (A)	1	1	1	1	1	1
		V (V)	6	6	6	6	6	6

Pada Tabel 1 dapat terlihat data nilai arus dan tegangan dari masing-masing larutan murni ASK, Aq dan Ac. Arus dan tegangan dari ASK selama 3 jam selalu konstan dan setelah itu mengalami penurunan. Pada Aq memperlihatkan nilai arus dan tegangan yang sangat kecil sekali. Sedangkan pada ac menunjukkan nilai arus dan tegangan yang sangat tinggi.



Gambar 1. Grafik Variasi Arus terhadap Waktu dari ASK, Aq dan Ac murni

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa hubungan antara waktu dengan arus listrik yang didapatkan dari larutan uji sampel ASK adalah berbanding terbalik, semakin banyak penambahan waktu yang digunakan maka akan semakin kecil arus listrik yang dihasilkan.



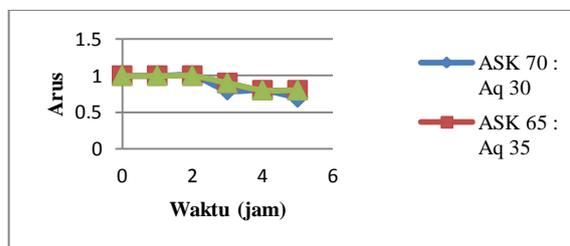
Gambar 2. Grafik Variasi Tegangan terhadap Waktu dari ASK, Aq dan Ac murni

Gambar 2 merupakan grafik hubungan antara lamanya waktu pengujian dengan tegangan listrik yang dihasilkan dari percobaan. Karena dari grafik di atas juga terlihat bahwa waktu pengujian berbanding terbalik dengan besarnya tegangan yang didapatkan. Semakin banyak waktu pengujian yang dilakukan maka semakin kecil tegangan yang dihasilkan.

Tabel 2.Data Arus dan Tegangan dari Larutan Uji Air Singkong Karet (ASK) dengan Aquadest (Aq).

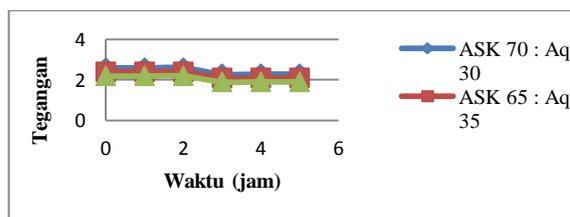
No.	Jenis Perbandingan Larutan (%)	Pengukuran Arus dan Tegangan	Variasi nilai I dan V terhadap t (waktu)					
			0	1	2	3	4	5
1.	ASK 70 : Aq 30	I (A)	1	1	1	0,8	0,8	0,7
		V (V)	2,6	2,6	2,6	2,3	2,3	2,3
2.	ASK 65 : Aq 35	I (A)	1	1	1	0,9	0,9	0,8
		V (V)	2,4	2,4	2,4	2,1	2,1	2,1
3.	ASK 60 : Aq 40	I (A)	1	1	1	0,9	0,8	0,8
		V (V)	2,2	2,2	2,2	1,9	1,9	1,9

Pada Tabel 2 dapat dijelaskan bahwa nilai arus dan tegangan mengalami penurunan sebesar 0,25 V ditiap larutan. Dari ke 3 jenis larutan, semakin banyak penambahan aquadest maka nilai arus dan tegangan yang didapat semakin menurun.



Gambar 3. Grafik Variasi Arus terhadap Waktu dari ASK dengan campuran Aq

Pada Gambar 3 terlihat bahwa hubungan nilai arus dan waktu berbanding terbalik. Semakin banyak waktu pengujian maka nilai arus pun menurun. Pada ketiga larutan uji ini memiliki nilai arus konstan pada waktu uji ke 2 sebesar 1A setelah itu mengalami penurunan pada waktu uji ke 3 sekitar 0,9.



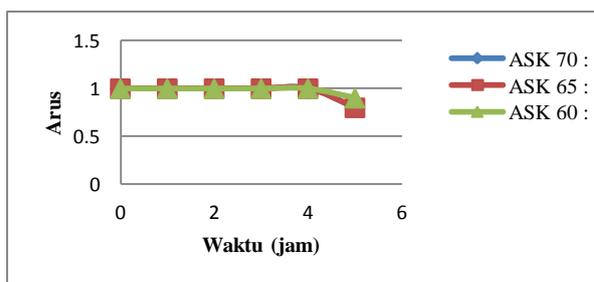
Gambar 4. Grafik Variasi Tegangan terhadap Waktu dari ASK dengan Campuran Aq

Pada Gambar 4 terlihat bahwa nilai tegangan ASK 70 : Aq 30 lebih tinggi dibandingkan nilai tegangan dari ASK 65 : Aq 35 dan ASK 60 : Aq 40. Semakin banyak waktu pengujian maka nilai tegangan mengalami penurunan. Nilai tegangan dari masing-masing larutan uji tetap atau konstan pada pengujian ke 2 dan menurun pada waktu ke 3. Dari ketiga larutan uji nilai tegangan yang besar terdapat pada larutan uji ASK 70 : Aq 30, yaitu sebesar 2,6 V.

Tabel 6. Data Arus dan Tegangan dari Larutan Uji Air Singkong Karet (ASK) dengan Air Accu (H_2SO_4 30%).

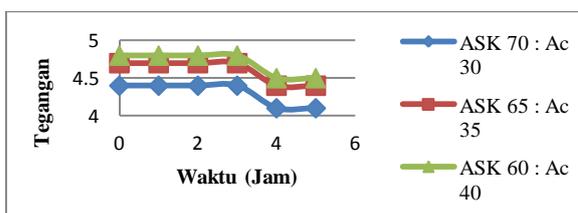
No.	Jenis Perbandingan Larutan (%)	Pengukuran Arus dan Tegangan	Variasi nilai I dan V terhadap t (waktu)					
			0	1	2	3	4	5
1.	ASK 70 : Ac 30	I (A)	1	1	1	1	1	0,8
		V (V)	4,4	4,4	4,4	4,4	4,1	4,1
2.	ASK 65 : Ac 35	I (A)	1	1	1	1	1	0,8
		V (V)	4,7	4,7	4,7	4,7	4,4	4,4
3.	ASK 60 : Ac 40	I (A)	1	1	1	1	1	0,9
		V (V)	4,8	4,8	4,8	4,8	4,5	4,5

Pada Tabel 3 dapat dilihat nilai arus dari masing-masing larutan tetap konstan pada waktu pengujian jam ke 4 setelah mengalami penurunan. Sedangkan nilai tegangan dari masing-masing larutan berbeda-beda, ini dikarenakan adanya penambahan air accu sebesar 30%, 35% dan 40%. Semakin banyak penambahan Ac maka nilai yang didapat semakin tinggi.



Gambar 5. Grafik Variasi Arus terhadap Tegangan dari ASK dengan campuran Ac

Pada Gambar 5 terlihat bahwa larutan uji ASK dan Ac memiliki nilai arus yang lebih besar dibandingkan dengan nilai larutan uji ASK dan Aq. Nilai tegangan ASK : Ac konstan pada waktu pengujian ke 4 dan turun pada waktu pengujian ke 5.



Gambar 6. Grafik Variasi Tegangan terhadap Waktu dari ASK dengan campuran Ac

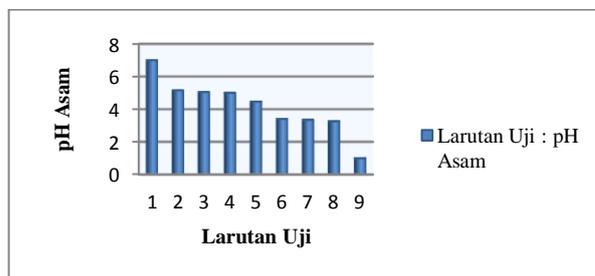
Dari Gambar 6 di atas dapat dilihat bahwa nilai tegangan dari ASK : Ac memiliki nilai tegangan yang cukup tinggi. Semakin banyak penambahan air *accu* maka semakin besar nilai tegangan yang didapat, begitu pula sebaliknya semakin sedikit penambahan air *accu* maka semakin rendah nilai tegangan yang dihasilkan.

2. Pengukuran pH (Derajat Keasaman)

Tabel 4.Data Hasil Pengukuran Nilai pH dari masing-masing Larutan Uji

No.	Perbandingan Volume Elektrolit (mL) [$V_{Tot} : 145$]			pH	I (A)	V (V)
	ASK	Aq	Ac			
1.	-	145	-	7	0	0,25
2.	90	55	-	5,15	1	2,2
3.	95	50	-	5,05	1	2,4
4.	100	45	-	5,00	1	2,6
5.	145	-	-	4,69	1	3
6.	100	-	45	3,40	1	4,8
7.	95	-	50	3,35	1	4,7
8.	90	-	55	3,26	1	4,4
9.	-	-	145	1	1	6

Data pengukuran nilai derajat keasaman (pH) yang dilakukan terhadap larutan-larutan uji pada Tabel 7 di atas menyatakan bahwa pH dari air singkong karet (ASK) yaitu 4,69 I:1A, V:3V berada diantara pH kedua larutan uji yang di variasikan dengan cairan accu H_2SO_4 30% (Ac) dan aquadest (Aq). Dimana pH untuk larutan campuran (ASK) dengan (Ac) berada pada kisaran pH 3, sedangkan larutan campuran antara (ASK) dengan (Aq) berada pada kisaran pH 5. Nilai pH untuk cairan accu H_2SO_4 30% (Ac) murni berada pada pH 1 dan pH untuk aquadest berada pada pH netral (pH 7).



Gambar 7. Grafik Perbandingan antara Larutan Uji dengan pH

Pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa hubungan antara larutan uji dengan nilai pH asam berbanding lurus. Semakin besar nilai arus dan tegangan dari larutan uji berdasarkan pengukuran maka semakin besar pula nilai pH asam yang diperoleh. Dari grafik tersebut dapat dijelaskan bahwa urutan nilai arus dan tegangan dari larutan uji semakin besar (1 sampai 9) maka semakin besar pula arus dan tegangannya berdasarkan dari data pengukuran nilai arus dan tegangan sebelumnya, sedangkan untuk nilai pH asam sudah diketahui bahwa semakin kecil dari pH 7 (pH netral) maka semakin tinggi nilai derajat keasaman atau pH asamnya.

PEMBAHASAN

Nilai tegangan yang didapatkan dari penelitian ini pada larutan uji sampel air singkong karet adalah sebesar 3,06 volt atau sekitar 3 volt dan nilai arus yang dihasilkan sebesar 1A. Maka nilai tersebut setengah dari nilai tegangan aki yang menggunakan asam sulfat 30% sebesar 6 volt. Jadi nilai selnya masing-masing sebesar 1 volt dengan nilai kapasitas daya tahannya sebesar 3 Ah. Sedangkan untuk nilai tegangan listrik dari aquadest masih sangat terlalu kecil yaitu berkisar diantara 0,238 volt.

Larutan uji pembanding yaitu untuk aquadest memperlihatkan nilai arus dan tegangan yang sangat kecil sekali. Hal tersebut terjadi bahwa didalam aquadest sudah tidak ada lagi kandungan ion-ion yang dapat mengalirkan elektron sebagai sumber aliran listrik. Ion-ion didalam aquadest menghilang karena aquadest merupakan suatu jenis air murni yang telah dilakukan proses destilasi pada temperature titik didihnya, maka residu dari uap-uap H₂O murni yang terkumpul menjadi aquadest.

Selanjutnya untuk larutan uji pembanding air accu (H₂SO₄ 30%) menunjukkan nilai arus dan tegangan yang sangat tinggi. Nilai arus dan tegangan dari air aki tersebut memang sudah diketahui, sehingga nilai kapasitas dari air aki menggunakan sel accumulator 6 volt adalah sebesar 6Ah. Dimana sel accu dengan air aki dapat bertahan arusnya sebesar 1A selama 6 jam tanpa pengisian ulang (*Stroom*)

Nilai arus dan tegangan listrik dari larutan uji dengan penambahan Aquadest dan Air Accu, dimana pada waktu pengukuran awal nilai yang didapatkan 1A, akan tetapi nilai tegangan yang dihasilkan menunjukkan nilai yang berbeda-beda sekitar 2V untuk penambahan aquadest dan 4V untuk penambahan air aki. Dimana aquadest merupakan air murni hasil destilasi yang bebas dari kandungan ion sehingga pada saat dicampur dengan ASK konsentrasi ion menjadi rendah. Rendahnya konsentrasi ion menyebabkan proses pengionan dan reaksi redoks hanya berjalan sangat rendah dan tidak dapat berlangsung lama. Air aki merupakan larutan elektrolit kuat yang pada saat dicampur dengan elektrolit lemah yaitu ASK mengalami proses reaksi redoks yang berjalan sangat tinggi dan juga berlangsung cukup lama. Sehingga semakin banyak penambahan aquadest pada air singkong karet maka semakin kecil pula nilai arus dan tegangan yang dihasilkan, namun apabila semakin banyak penambahan air aki maka makin besar nilai arus dan tegangan yang dihasilkan.

Sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa semakin besar nilai pH asam dari suatu larutan elektrolit maka nilai arus dan tegangan listrik yang dihasilkan akan semakin besar pula. Hal ini berhubungan dengan kandungan dari larutan elektrolit tersebut. Semakin besar nilai pH (derajat keasaman) dari suatu larutan maka semakin besar

kemungkinan terjadinya proses ionisasi yang berlangsung^[19]. Besarnya proses ionisasi (pengionan) dari suatu larutan tersebut yang nantinya akan mengakibatkan tingginya aliran elektron yang dihasilkan. Oleh sebab itu semakin besar aliran elektron yang terjadi, maka semakin besar pula arus dan tegangan listrik yang dihasilkan dari suatu rangkaian sel kimia.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengukuran nilai arus dan tegangan listrik dari air singkong karet (ASK) 100% menggunakan sel aki adalah sebesar 1A;3V dengan kapasitas 3Ah sedangkan air aki (H₂SO₄ 30%) 100% memiliki nilai sebesar 1A;6V dengan kapasitas 6 Ah. Jadi air singkong karet 100% memiliki nilai tegangan setengah dari nilai tegangan air aki.
2. Larutan uji air singkong karet yang ditambahkan aquadest dengan variasi penambahan sebanyak 45, 50 dan 55 mL memberikan pengaruh terhadap nilai arus dan tegangan listrik masing-masingnya adalah sebesar 1A;2.6V, 1A;2.4V dan 1A;2.2V. Nilai tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara volume penambahan aquadest terhadap arus dan tegangan yang dihasilkan berbanding terbalik, dimana semakin besar penambahan volume aquadest maka nilai arus dan tegangan listrik yang dihasilkan semakin kecil.
3. Larutan uji air singkong karet yang ditambahkan air accu (H₂SO₄ 30%) dengan variasi penambahan sebanyak 45, 50 dan 55 mL memberikan pengaruh terhadap nilai arus dan tegangan listrik masing-masingnya adalah sebesar 1A;4.4V, 1A;4.7V dan 1A;4.8V. Nilai tersebut membuktikan bahwa hubungan antara volume penambahan air accu terhadap arus dan tegangan yang dihasilkan berbanding lurus, dimana semakin besar penambahan volume air accu maka nilai arus dan tegangan listrik yang dihasilkan akan semakin besar.
4. Hubungan nilai pH terhadap nilai arus dan tegangan listrik yang dihasilkan sangat besar. Semakin tinggi tingkat keasaman dari larutan uji maka nilai tegangan yang dihasilkan semakin besar, begitu pula sebaliknya semakin rendah tingkat keasaman dari larutan uji maka nilai tegangan yang dihasilkan kecil.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih disampaikan kepada Bapak Drs. Gusnedi, M.Si dan ibu Dra. Yenni Darvina, M.Si atas ilmu dan bimbingannya dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- [1]Habibi, I. 2012. Tinjauan Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Tekstil PT. Sukun Tekstil Kudus. UNY: Yogyakarta
- [2]Novary, Ety Widayati. 1997. Penanganan dan Pengolahan Sayuran Segar. Cetakan I. Penerbit PT. Penebar Swadaya: Jakarta
- [3]Sunarto.2002. Membuat Kerupuk Singkong dan Keripik Kedelai. Penerbit Kanisius: Yogyakarta
- [4]Hazlinurdin. 2012. Toksikologi Bahan Makanan. Kimia Organik Bahan Alam. FMIPA. Univesitas Andalas: Padang
- [5]Suyani, H. 2010. Kimia Dasar I untuk Universitas. Kimia – FMIPA. Universitas Andalas: Padang
- [6]Utami, B. 2011.Kesetimbangan Asam dan Basa.Situs Kimia Indonesia.www.chem-istry.org
- [7]Purnomo, H. 2010. Pengaruh Keasaman Buah Jeruk Terhadap Konduktivitas Listrik. Teknik Elektro Politeknik Semarang: Semarang
- [8]Sosrosoedirdjo, R.S. 1993. Bercocok Tanam Ketela Pohon. Jakarta: CV. Yasaguna
- [9]Kenneth. O.I.. 2012. Construction of a Primary Dry Cell Battery from Cassava Juice Extracts (The Cassava Battery Cell). Journal of Educational and Social Research. University of The Gambia, Brikama, Gambia. Vol 2.
- [10]Mus, C. 2012.Singkong Karet (*Manihot glaziovii* M.A) .Situs Dunia Tumbuhan.www.plantamor.com
- [11]Purwono. 2007. Budidaya 8 Jenis Tanaman Pangan Unggul. Penebar Swadaya: Bogor
- [12]Susiloatmadja, Romdhoni. 2005. Elektrokimia. Universitas Gunadarma: Depok. <http://romdhoni.staff.gunadarma.ac.id>
- [13]Utomo, B. 2008.Larutan Elektrolit dan Larutan Non Elektrolit.<http://kimia.edu.upi/>
- [14]Ahmad, Jayadin. 2007. Elektronika Dasar (ELDAS)-Ilmu Elektronika. Electric Book.
- [15] Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika*. Erlangga: Jakarta