

**PENGARUH PENAMBAHAN AQUADEST DAN AIR ACCU (H_2SO_4 30%)
TERHADAP ARUS DAN TEGANGAN DARI SEL ACCU DENGAN
MENGUNAKAN AIR SINGKONG KARET (*Manihot glaziovii* M.A)**

SKRIPSI

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains



YUNI SATRIA NINGSIH

01959

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2013**

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Yuni Satria Ningsih
NIM : 01959
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan judul

**PENGARUH PENAMBAHAN AQUADEST DAN AIR ACCU (H_2SO_4 30%)
TERHADAP ARUS DAN TEGANGAN DARI SEL ACCU DENGAN
MENGUNAKAN AIR SINGKONG KARET (*Manihot glaziovii* M.A)**

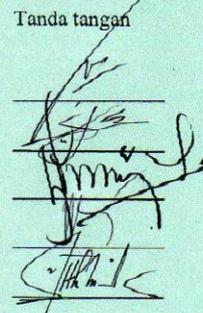
Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Padang

Padang, 16 Agustus 2013

Tim Penguji

	Nama	Tanda tangan
Ketua	: Drs. Gusnedi, M.Si	
Sekretaris	: Dra. Yenni Darvina, M.Si	
Anggota	: Dr. Hj. Djusmaini Djamal, M.Si	
Anggota	: Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si	
Anggota	: Zulhendri Kamus, S.Pd, M.Si	



SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata cara penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 16 Agustus 2013
Yang menyatakan,

Yuni Satria Ningsih
Nim. 01959

ABSTRAK

Yuni Satria Ningsih : Pengaruh Penambahan Aquadest dan H₂SO₄ 30% Terhadap Arus dan Tegangan dari Sel Accu dengan Menggunakan Air Singkong Karet (*Manihot glaziovii* M.A

Belum dimanfaatkannya limbah padat dan limbah cair hasil samping dari produksi tepung tapioka yang berbahan dasar Singkong Karet (*Manihot glaziovii*. M.A.) secara optimal dalam masyarakat. Limbah padat dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik, akan tetapi untuk limbah cair masih belum dimanfaatkan secara optimal. Sementara, limbah cair selain mengandung karbohidrat dan glukosa juga mengandung senyawa sianida sebesar 8,27 mg/L. Asam sianida yang terkandung dalam limbah cair merupakan suatu asam lemah organik yang bersifat toxic apabila mencemari sumber mata air masyarakat jika tidak ditangani dengan baik. Namun limbah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai larutan elektrolit pengganti air aki yang tidak berbahaya dan lebih ramah lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai arus dan tegangan dari air singkong karet dengan menggunakan sel aki.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Material dan Biofisika Jurusan Fisika UNP. Variabel-variabel dalam penelitian ini yaitu air singkong karet murni (ASK), air singkong karet dengan variasi penambahan aquadest (ASK:Aq = 70:30, 65:35 dan 60:40)% dan air singkong karet dengan variasi penambahan air accu H₂SO₄ 30% (ASK:Ac = 70:30, 65:35 dan 60:40)% dan waktu pengujian sebagai variabel bebas. Variabel kontrol yaitu larutan singkong karet. Variabel terikat yaitu nilai arus (I), tegangan (V), dan nilai derajat keasaman (pH).

Hasil pengukuran nilai kuat arus (I) dan tegangan (V) untuk masing-masing variasi larutan didapatkan sebagai berikut: untuk larutan uji ASK sebesar 1A;3V, untuk larutan ASK:Aq (70:30 = 1A;2,6V), (65:35 = 1A;2,4V), (60:40 = 1A;2,2V) dan untuk larutan ASK:Ac (70:30 = 1A;4,4V), (65:35 = 1A;4,7V), (60:40 = 1A;4,8V). Air *accu* murni memiliki (I) dan (V) sebesar 1A;6V. Selanjutnya pada pengukuran nilai derajat keasaman (pH) larutan uji ASK:Aq memiliki pH >5, untuk ASK murni pH = 4,69, sedangkan untuk ASK:Ac pH <3,5. I dan V tertinggi dihasilkan oleh ASK:Ac. Jadi hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa air singkong karet memiliki potensi yang cukup besar sebagai larutan aki yang lebih ramah lingkungan dan tidak berbahaya.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kehadirat Allah Subhaanahuwata'ala atas segala nikmat, hidayah dan inayah-Nya yang selalu dilimpahkan kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul "Pengaruh Penambahan Aquadest dan Air Accu (H_2SO_4 30%) Terhadap Arus dan Tegangan dari Sel Accu dengan Menggunakan Air Singkong Karet (*Manihot glaziovii* M.A.)". Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada tokoh intelektual legendaris dunia, Rasulullah SAW yang diutus kemuka bumi ini sebagai penyempurna akhlak yang sholeh.

Skripsi ini tersusun berkat bimbingan, bantuan dan dukungan yang diberikan oleh berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua, kakak dan adik yang selalu memberikan motivasi dan semangat untuk selalu berkarya. Selanjutnya penulis juga mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Drs. Gusnedi, M.Si dan Ibu Dra. Yenni Darvina, M.Si selaku Pembimbing I dan Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam penelitian dan penulisan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Hj. Djusmaini Djamas, M.Si, Ibu Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si dan Bapak Zuhendri Kamus, S.Pd, M.Si selaku tim penguji.
3. Pembimbing Akademik, Bapak Muhamad Irvan, M.Si yang selalu membantu dan memotivasi penulis selama kuliah.

4. Bapak Drs. Akmam, M.Si sebagai Ketua Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
5. Ibu Dra. Yurnetti, M.Pd sebagai Sekretaris Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Padang.
6. Ibu Dra. Hidayati, M.Si sebagai Ketua Prodi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Padang
7. Staf dan dosen pengajar Jurusan Fisika yang telah banyak memberikan ilmunya kepada penulis.
8. So'im Pandiana, S.Si, yang selalu membantu penulis selama melakukan penelitian di Laboratorium Material dan Kimia Organik Bahan Alam, FMIPA, Universitas Andalas serta selama proses penulisan skripsi.
9. Keluarga Besar Jurusan Fisika, terutama teman-teman angkatan 2008 yang telah banyak membantu.
10. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Menyadari keterbatasan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak berharap kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini nantinya.

Padang, Agustus 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal.
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Perumusan Masalah.....	7
C. Batasan Masalah.....	7
D. Pertanyaan Penelitian.....	8
E. Tujuan Penelitian.....	8
F. Kontribusi Penelitian.....	9
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	10
A. Jenis Tanaman Singkong.....	10
B. Singkong Karet (<i>Manihot glaziovii</i> M.A).....	13
C. Asam Organik Hidrosianat (HCN).....	15
D. Sel Volta / Sel Galvani.....	17
1. Sel Kimia dengan <i>transference</i>	19

2. Sel Kimia tanpa <i>transference</i>	19
a) Sel Accu.....	19
b) Sel <i>Leclanche</i> (Sel Kering).....	23
E. Komponen Utama Sel Volta.....	23
1. Elektroda.....	23
2. Larutan Elektrolit.....	25
F. Derajat Keasaman (pH).....	28
G. Arus dan Tegangan Listrik.....	29
1. Pengertian Arus Listrik (<i>Electric Current</i>).....	29
2. Pengertian Tegangan Listrik (<i>Voltage</i>).....	31
H. Pengaruh Jenis Asam Organik Terhadap Arus dan Tegangan Listrik....	32
1. Asam Kuat.....	32
2. Asam Lemah.....	33
BAB III. METODE PENELITIAN.....	35
A. Jenis Penelitian.....	35
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	35
C. Variabel Penelitian.....	36
D. Alat dan Bahan Penelitian.....	36
1. Alat yang digunakan.....	36
2. Bahan yang digunakan.....	39
E. Prosedur Penelitian.....	43
1. Cara Pembuatan Sampel.....	43
2. Skema Kerja Penelitian.....	46

F. Pengumpulan Data.....	48
G. Teknik Analisa Data.....	48
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	49
A. Deskripsi Data.....	49
B. Analisis Data.....	53
C. Pembahasan.....	60
BAB V. PENUTUP.....	65
A. Kesimpulan.....	65
B. Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA.....	67
LAMPIRAN.....	70

DAFTAR TABEL

Tabel.	Halaman.
1. Kandungan Gizi dalam tiap 100 g Singkong.....	11
2. Perbedaan larutan elektrolit kuat dan elektrolit lemah.....	27
3. Jenis dan Kode serta Persen Perbandingan Larutan Uji.....	45
4. Data Arus dan Tegangan terhadap waktu dari ASK, Aq dan Ac.....	49
5. Data Arus dan Tegangan dari Larutan Uji Air Singkong Karet (ASK) dengan Aquadest (Aq).....	50
6. Data Arus dan Tegangan dari Larutan Uji Air Singkong Karet (ASK) dengan Air Accu (Ac).....	51
7. Data Hasil Pengukuran Nilai pH dari masing-masing Larutan uji.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar.	Halaman.
1. Buah dan Tanaman Singkong Karet.....	13
2. Sel Volta	18
3. Rangkaian sel Volta dengan <i>transference</i> menggunakan <i>liquid junction</i> NaNO ₂	19
4. Kontruksi <i>accumulator</i> 12 volt	22
5. Skala pH untuk beberapa zat sehari-hari.....	28
6. Multimeter Digital “Fuke”	36
7. Kabel penjepit	37
8. pH meter-827 pH Lab ”Metrohm” dan pH-Fix 0-14 “Macherey-Nageli”	37
9. Parutan.....	37
10. Saringan.....	38
11. Pisan dan Cutter	38
12. Gelas Ukur 25 mL	38
13. Injeksi	39
14. Pipet Tetes	39
15. Singkong Karet (<i>Manihot glaziovii</i> M.A.)	39
16. Wadah Accu “GS”	40
17. Wadah Gelas	40
18. Botol 100 mL	40
19. Tissue atau Serbet.....	41
20. Corong Pisah	41

21. AFO.....	41
22. Aquadest.....	42
23. Air Accu GS (H ₂ SO ₄ 30%)	42
24. Lampu LED dan Lampu Senter.....	42
25. Grafik Variasi Arus terhadap Waktu dari ASK, Aq dan Ac murni.....	54
26. Grafik Variasi Tegangan terhadap Waktu dari ASK, Aq dan Ac murni.....	55
27. Grafik Variasi Arus terhadap Waktu dari ASK dengan campuran Aq	56
28. Grafik Variasi Tegangan terhadap Waktu dari ASK dengan campuran Aq ..	56
29. Grafik Variasi Arus terhadap Waktu dari ASK dengan campuran Ac.....	57
30. Grafik Variasi Tegangan terhadap Waktu dari ASK dengan campuran Ac..	58
31. Grafik Perbandingan antara Larutan Uji dengan pH.....	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran.	Halaman.
1. Proses Pengolahan Singkong Karet.....	70
2. Proses Pembuatan Larutan Singkong Karet sebagai Larutan Uji	71
3. Proses Pengukuran nilai arus (I), tegangan (V) dan pH dari Larutan Uji menggunakan Multimeter Digital "Fuke" dan pH meter-827 pH Lab "Metrohm" dan Kertas pH-Fix 0-14 "Macherey-Nageli"	72

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan suatu negara yang kaya akan sumber daya alam hayatnya, terutama pada hasil pertanian. Dimana hasil pertanian tersebut diantaranya berasal dari perkebunan, sawah dan ladang. 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*). Penanganan untuk kedua jenis limbah tersebut di Indonesia masih tergolong kurang memenuhi aturan Standar Pengolahan Limbah yang terdapat dalam peraturan perundangan yang melandasi air limbah di Indonesia. 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 (Habibi, 2012).

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. Kurangnya efisiensi dalam pengolahan limbah cair dari industri tepung tapioka tersebut tidak terlepas dari bahan utama yang digunakan dalam produksi tersebut, dimana bahan utama yang digunakan dalam produksi tepung tapioka tersebut adalah ubi singkong jenis Singkong Karet (*Manihot glaziovii*. M.A).

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 (<http://www.itb.ac.id>). 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 (Sari. N.K., 2010). 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.

Kandungan asam sianida yang terdapat pada limbah cair pada dasarnya akan memberikan dampak buruk bagi sumber daya air yang ada, karena asam sianida merupakan golongan asam lemah organik yang mudah diserap tanah. Namun asam sianida tersebut merupakan asam yang bersifat racun apabila

mencemari sumber mata air yang digunakan oleh masyarakat. 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 (Sunarto, 2002). HCN adalah racun yang dapat menghambat kerja enzim pernafasan sehingga terjadi gangguan pernafasan yang dapat menyebabkan sakit sampai kematian. Apabila dicerna, hidrogen sianida sangat cepat terserap oleh alat pencernaan dan masuk ke dalam aliran darah. 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 (Hazlinurdin, 2012).

Pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 16/PRT/M/2008 tentang Kebijakan Strategi Air Limbah dan Undang-undang nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan, bahwa limbah cair dari hasil sampingan produksi pengolahan industri hasil pertanian dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif lain sesuai dengan kajian kegunaannya. Maka disini akan dilakukan kajian tentang pengolahan dan pemanfaatan limbah cair hasil sampingan produksi pengolahan tepung tapioka yang berbahan dasar singkong karet terhadap ilmu fisika dalam bidang biofisika.

Selama ini sudah ada kajian pengolahan dan pemanfaatan limbah cair dari produksi tepung tapioka sebagai bahan pembuatan etanol secara biologi, namun pelaksanaannya masih belum terealisasi secara sempurna. Maka dari itu, berdasarkan kajian ilmu biofisika bahwa limbah cair hasil sampingan produksi tepung tapioka yang memiliki kandungan HCN yang tinggi dapat

diolah dan dijadikan sebagai larutan elektrolit sumber energi alternatif yang tidak berbahaya dan ramah lingkungan.

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 (Suyani. H.,2010).

Limbah cair hasil sampingan produksi tepung tapioka yang mengandung HCN cukup tinggi dapat diolah dan dimanfaatkan sebagai larutan elektrolit. Dimana kandungan HCN ini merupakan sumber energi listrik alternatif yang tidak berbahaya dan lebih ramah lingkungan. Sebab larutan elektrolit yang banyak digunakan pada saat ini adalah jenis larutan elektrolit yang berasal dari golongan asam kuat atau asam anorganik, seperti halnya air aki atau *accu*. Secara umum larutan aki yang digunakan pada saat ini didalam kehidupan sehari-hari adalah larutan asam sulfat (H_2SO_4 30%), dimana larutan tersebut merupakan larutan yang tidak ramah lingkungan dan cukup berbahaya walaupun digunakan dengan konsentrasi yang rendah.

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 (Suyani. H., 2010). Maka perlu juga dicari solusi aman untuk menggantikan larutan yang lebih aman, efisien, ekonomis dan pastinya ramah lingkungan.

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. Ulfa M.F dkk (2012) telah melakukan penelitian tentang pemanfaatan buah Nanas (*Ananas Comosus L. Merr*) sebagai sel volta dengan menggunakan elektroda Cu dan Zn. Penelitian lain juga telah dilakukan oleh Daniel J.S dan Charlotte M (1998) tentang penggunaan sel Lemon (*Citrus limon L.*) untuk menghidupkan kalkulator menggunakan pasangan elektroda Zn/Cu, Zn/C, Mg/Cu dan Mg/C. Kulit Pisang, buah Jeruk dan kulit Durian juga telah diketahui kegunaannya sebagai pengganti tenaga batu baterai (Mashur, 2011). Dari beberapa percobaan-percobaan sederhana yang telah dilakukan sebelumnya, bahwa pengujian terhadap Kentang, Belimbing wuluh dan Talas dapat berfungsi sebagai sumber energi listrik. 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 (Utami. B., 2011). 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 (Suyani, H., 2010).

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. Larutan elektrolit ini digunakan sebagai pengganti larutan air aki (H_2SO_4 30%) yang ekonomis terlebih lagi ramah lingkungan dan juga tidak berbahaya dengan judul "Pengaruh Penambahan Aquadest Dan Air *Accu* (H_2SO_4 30%) Terhadap Arus dan Tegangan Dari Sel *Accu* Dengan Menggunakan Air Singkong Karet (*Manihot glaziovii* M.A)".

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, perumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh cairan elektrolit murni dari singkong karet (*Manihot glaziovii* M.A), aquadest dan air accu (H_2SO_4 30%) terhadap arus dan tegangan listrik yang dihasilkan.
2. Bagaimana pengaruh penambahan variasi Aquadest pada Air Singkong Karet (*Manihot glaziovii* M.A) terhadap arus dan tegangan listrik yang dihasilkan.
3. Bagaimana pengaruh penambahan Air Accu (H_2SO_4 30%) pada Air Singkong Karet (*Manihot glaziovii* M.A) terhadap arus dan tegangan listrik yang dihasilkan.
4. Bagaimana pengaruh penambahan variasi Aquadest dan Air Accu (H_2SO_4 30%) pada Singkong Karet (*Manihot glaziovii* M.A) terhadap nilai pH yang dihasilkan.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Singkong yang digunakan adalah singkong karet yang diperoleh dari daerah Kuamang Kuning, Kabupaten Muara Bungo, Jambi.
2. Variasi jenis air singkong karet, air singkong karet ditambah aquadest dan air singkong karet ditambahkan dengan air accu (H_2SO_4 30%) dengan perbandingan 70:30, 65:35 dan 60:40.

D. Pertanyaan Penelitian

Adapun pertanyaan dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh jenis cairan elektrolit murni dari singkong karet (*Manihot glaziovii* M.A), aquadest dan air accu (H_2SO_4 30%) terhadap arus dan tegangan listrik yang dihasilkan?
2. Bagaimana pengaruh penambahan variasi Aquadest pada Air Singkong Karet (*Manihot glaziovii* M.A) terhadap arus dan tegangan listrik yang dihasilkan?
3. Bagaimana pengaruh penambahan Air Accu (H_2SO_4 30%) pada Air Singkong Karet (*Manihot glaziovii* M.A) terhadap arus dan tegangan listrik yang dihasilkan?
4. Bagaimana pengaruh penambahan variasi Aquadest dan Air Accu (H_2SO_4 30%) pada Singkong Karet (*Manihot glaziovii* M.A) terhadap nilai pH yang dihasilkan?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menyelidiki pengaruh jenis cairan elektrolit murni dari air singkong karet (*Manihot glaziovii* M.A), aquadest dan air accu (H_2SO_4 30%) terhadap arus dan tegangan listrik yang dihasilkan?
2. Menyelidiki pengaruh penambahan variasi Aquadest pada Air Singkong Karet (*Manihot glaziovii* M.A) terhadap arus dan tegangan listrik yang dihasilkan.

3. Menyelidiki pengaruh penambahan Air Accu (H_2SO_4 30%) pada Air Singkong Karet (*Manihot glaziovii* M.A) terhadap arus dan tegangan listrik yang dihasilkan.
4. Menyelidiki pengaruh penambahan variasi Aquadest dan Air Accu (H_2SO_4 30%) pada Singkong Karet (*Manihot glaziovii* M.A) terhadap nilai pH yang dihasilkan.

F. Kontribusi Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi, diantaranya :

1. Dapat memberikan informasi kepada masyarakat tentang manfaat singkong sebagai bahan penghasil arus listrik dan juga dapat meningkatkan kualitas singkong selain dari bahan pangan.
2. Bagi penulis merupakan salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi Strata-1 (satu) Material Program Studi Fisika di FMIPA Universitas Negeri Padang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Jenis Tanaman Singkong

Tanaman singkong berasal dari daratan Amerika Serikat, tumbuh sebagai tanaman berbatang tegak dan ditandai oleh adanya bekas-bekas daun. Tingginya dapat mencapai 2,75 m dengan daun berbentuk jari dan berwarna hijau. Tanaman singkong dapat tumbuh dengan baik pada daerah yang memiliki ketinggian sampai dengan 2.500 m dari permukaan laut. Penyebaran tanaman ini sudah begitu meluas hampir di sebagian besar belahan bumi.

Di Indonesia, tanaman ini sangat memasyarakat. Selain daunnya, umbinya pun banyak dikonsumsi sebagai makanan pokok atau makanan jajanan (Novary, 1997). 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. Singkong dapat dibedakan menurut warna, rasa, umur dan kandungan asam sianidanya (HCN), bila rasanya pahit maka kandungan sianidanya tinggi (Winarno F.G, 2008).

Kandungan gizi didalam singkong sudah dikenal sejak dulu. Umbi singkong merupakan sumber energi yang kaya karbohidrat namun miskin protein. Selain itu umbi singkong banyak mengandung glukosa dan dapat dimakan mentah. Ubi singkong yang biasanya ditandai dengan adanya rasa manis, merupakan ubi kayu yang layak dan aman dikonsumsi ataupun diolah sebagai bahan makanan secara langsung (Sunarto, 2002). Tanaman ini

didalam masyarakat telah banyak dilakukan pengolahannya menjadi makanan, baik dalam olahan basah maupun kering, seperti keripik, tape singkong dan lain-lain. Bahkan dari salah satu jenis singkong ini sudah sejak lama digunakan dalam masyarakat sebagai sumber utama tepung tapioka.

Singkong memiliki kandungan gizi yang sangat bermanfaat bagi tubuh.

Adapun kandungan gizi dari tanaman singkong dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Gizi dalam tiap 100 g Singkong

No.	Kandungan Gizi	Singkong Putih	Singkong Kuning
1.	Kalori (Kal)	146,00	157,00
2.	Protein (g)	1,20	0,80
3.	Lemak (g)	0,30	0,30
4.	Karbohidrat (g)	34,70	37,90
5.	Kalsium (mg)	33,00	33,00
6.	Fosfor (mg)	40,00	40,00
7.	Zat Besi (mg)	0,70	0,70
8.	Vitamin A (SI)	0	385,00
9.	Vitamin B1 (mg)	0,06	0,06
10.	Vitamin C (mg)	30,0	30,0
11.	Air (g)	62,50	60,00
12.	Bagian yang dapat dimakan (%)	75,00	75,00

Sumber : Direktorat Gizi, Depkes R.I., 1981 (Sunarto, 2002).

Selain dari kandungan gizi di atas, singkong juga mengandung racun yang dalam jumlah besar cukup berbahaya. Racun singkong yang selama ini kita kenal adalah 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 (Sosrosoedirdjo, 1993).

Menurut Departemen Perindustrian (1999), berdasarkan kadar HCN dalam umbi, singkong atau yang sering disebut ketela pohon dibedakan menjadi empat kelompok, yaitu :

- a. Ketela Pohon Manis
Ketela pohon manis banyak dikonsumsi secara langsung atau digunakan untuk jajanan tradisional, misalnya gethuk, sawut, utri (lemet), dan lain- lain. Rasa manis ketela pohon disebabkan oleh kandungan asam sianida yang sangat rendah, hanya sebesar 0,04% atau 40mg HCN/ kg ketela pohon. Jenis ketela pohon manis antara lain adalah Gading, Adira I, Mangi, Betawi, Mentega, Randu Ranting, dan Kaliki.
- b. Ketela Pohon Agak Beracun
Jenis ketela pohon agak beracun memiliki kandungan HCN antara 0,05 - 0,08% atau 50 – 80 mg HCN / kg ketela pohon.
- c. Ketela Pohon Beracun
Ketela pohon beracun, kandungan HCN antara 0,08 - 0,10% atau 80 – 100 mg HCN / kg ketela pohon.
- d. Ketela Pohon Sangat Beracun
Ketela pohon termasuk kategori sangat beracun apabila mengandung HCN lebih dari 0,1 % atau 100 mg/kg ketela pohon. Jenis ketela pohon sangat beracun antara lain adalah Bogor, SPP, dan Adira.

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 sebagai bahan pangan langsung harus memenuhi syarat utama, yaitu tidak mengandung racun HCN (< 50 mg/kg umbi basah) (Kenneth, 2012). Besarnya racun dalam singkong setiap varietas tidak konstan dan dapat berubah. Oleh sebab itu jenis singkong yang memiliki kandungan HCN yang cukup tinggi adalah dari jenis singkong karet (*Manihot glaziovii* M.A).

B. Singkong karet (*Manihot glaziovii* M.A)

Klasifikasi dari tanaman singkong karet adalah sebagai berikut (Mus, C. 2012):

Kingdom	: Plantae (Tumbuhan)
Subkingdom	: Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	: Spermatophyta (Menghasilkan biji)
Divisi	: Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Kelas	: Magnoliopsida (berkeping dua / dikotil)
Sub Kelas	: Rosidae
Ordo	: Euphorbiales
Famili	: <u>Euphorbiaceae</u>
Genus	: <u>Manihot</u>
Spesies	: <i>Manihot glaziovii</i> M.A
Sinonim	: Singkong pahit, Singkong racun, Ubi kayu racun dan Ketela pohon racun.



Gambar 1. Buah dan Tanaman Singkong Karet

Singkong karet memiliki umbi atau akar pohon yang panjang dengan diameter dan tinggi batang yang beragam tergantung dari varietasnya. Tumbuhan yang termasuk kelas Dicotyledonae ini baik didalam daun, umbi dan kulitnya mengandung zat glikosida sianogenik dimana zat ini dapat menghasilkan asam sianida (HCN) atau senyawa asam biru yang dalam jumlah besar bersifat racun. Konsentrasi asam hidrosianat (HCN) dalam umbi

singkong karet bervariasi tergantung pada jenis spesiesnya (Departemen Perindustrian, 1999). Hal ini disebabkan adanya beberapa faktor yang mempengaruhinya yaitu antara lain: keadaan iklim, keadaan tanah, cara pemupukan dan cara budidayanya.

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 industry makanan. Salah satu penyebabnya adalah tingginya kandungan HCN yang dapat menyebabkan keracunan bagi konsumen, baik hewan maupun manusia. Dalam sel-sel singkong terdapat 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.

Sementara itu, umbi kayu untuk bahan baku industri sebaiknya memiliki kandungan protein rendah dan kandungan HCN (asam sianida) yang tinggi (Purwono, 2007). 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.

Semakin tinggi kadar HCN yang terkandung didalam jenis singkong maka akan semakin baik apabila jenis spesies singkong tersebut dimanfaatkan dan ditingkatkan kegunaannya sebagai suatu bahan yang berfungsi sebagai sumber energi listrik dimasa mendatang. Karena kandungan senyawa HCN

dalam singkong tersebut yang nantinya akan berperan penting dalam proses pembentukan aliran elektron (e^-) dalam bentuk ion-ionnya yang mana dalam proses tersebut juga merupakan reaksi pembentukan aliran energi listrik.

C. Asam Organik Hidrosianat (HCN)

Asam sianida disebut juga Hidrogen sianida (HCN), biasanya terdapat dalam bentuk gas atau larutan dan terdapat pula dalam bentuk garam-garam alkali seperti potasium sianida. Sifat-sifat HCN murni mempunyai sifat tidak berwarna, mudah menguap pada suhu kamar dan mempunyai bau khas. HCN mempunyai berat molekul yang ringan, sukar terionisasi, mudah berdifusi dan lekas diserap melalui paru-paru, saluran cerna dan kulit (Dep Kes RI, 1987). Adapun rumus struktur dari senyawa Hidrogen sianida tersebut adalah (Suyani, H., 2010):



Dan adapun reaksi penguraian (pengionan) adalah sebagai berikut:



Glikosida sianogenetik terdapat pada berbagai tanaman dengan nama senyawa yang berbeda seperti amigladin pada biji almonds, aprikot dari apel, dhurin pada biji shorgum, dan linamarin pada kara (lima bean) dan singkong. Nama kimia bagi amigladin adalah glukosida benzaldehida sianohidrin; dhurin; glukosida p-hidroksida-benzaldehida sianohidrin; linamarin; glukosida aseton sianohidrin (Winarno, F.G., 2008).

HCN dikenal sebagai racun yang mematikan. HCN akan menyerang langsung dan menghambat sistem antar ruang sel, yaitu menghambat sistem

cytochrome oxidase dalam sel-sel, hal ini menyebabkan zat pembakaran (oksigen) tidak dapat beredar tiap-tiap jaringan sel-sel dalam tubuh. Dengan sistem keracunan ini maka menimbulkan tekanan dari alat-alat pernafasan yang menyebabkan kegagalan pernafasan, menghentikan pernafasan dan jika tidak tertolong akan menyebabkan kematian. Bila dicerna, HCN sangat cepat terserap oleh alat pencernaan masuk ke dalam saluran darah. Tergantung jumlahnya HCN dapat menyebabkan sakit hingga kematian (dosis yang mematikan 0,5 - 3,5 mg HCN/kg berat badan) (Winarno, F.G., 2008).

Efek yang ditimbulkan dari senyawa kimia organik HCN tersebut dapat terlihat secara langsung dengan jelas bagi penderitanya. Hal tersebut terjadi karena senyawa HCN didalam tubuh dapat terurai dan diserap dengan baik oleh tubuh. Sehingga sangat berbahaya untuk mengkonsumsi bahan pangan yang memiliki kadar tinggi senyawa kimia Hydro Cyanat tersebut. Oleh karena itu jenis tanaman singkong karet (*Manihot glaziovii* M.A) terutama bagian umbinya yang memiliki kandungan senyawa HCN yang sangat tinggi oleh badan kesehatan sangat dilarang untuk dikonsumsi.

Umbi tanaman singkong karet (*Manihot glaziovii* M.A) yang terkenal sangat beracun akibat kandungan HCN yang tinggi ini memiliki potensi yang sangat tinggi. Dimana kandungan senyawa kimia asam sianida (HCN) tersebut dapat dialih fungsikan sebagai suatu senyawa yang dapat terion dan bergerak bebas dalam larutan air singkong karet apabila digunakan sebagai bahan utama dalam larutan sel volta didalam Accu (Aki). Larutan HCN hasil perasan umbi singkong karet dapat digunakan sebagai pengganti larutan aki

yang sudah biasa digunakan. Namun larutan HCN yang merupakan golongan asam lemah tersebut lebih ramah lingkungan dan tidak berbahaya dalam penggunaannya dibandingkan dengan larutan aki yang biasa digunakan yaitu asam sulfat (H_2SO_4) yang merupakan asam kuat dan tidak ramah lingkungan.

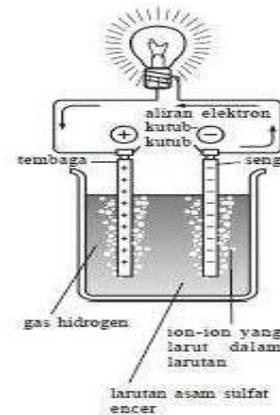
Larutan hasil dari perasan umbi singkong karet yang mengandung senyawa HCN yang tinggi tersebut dapat diaplikasikan sebagai suatu larutan pengganti air accu yang lebih ramah lingkungan dan pastinya tidak berbahaya. Pengaplikasian larutan ubi singkong karet tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan sebuah bentuk rangkaian sel kimia, salah satu diantaranya adalah dari jenis sel Volta/sel Galvani yaitu Sel Accu (Aki).

D. Sel Volta / Sel Galvani

Rangkaian sel elektrokimia pertama kali dipelajari oleh **Luigi Galvani** (1780) dan **Alessandro Volta** (1800). Sehingga disebut sel Galvani atau sel Volta. Keduanya menemukan adanya pembentukan energi dari reaksi kimia tersebut. Pada elektrolisis, energi listrik diubah menjadi energi kimia. Pada sel galvani terjadi sebaliknya, yaitu energi kimia diubah menjadi energi listrik. Sel *Galvani* disebut juga sel kimia. Sel *Galvani* dipakai sebagai sumber listrik untuk penerangan, pemanasan, menjalankan motor, dan sebagainya.

Dalam sel tersebut terjadi perubahan dari reaksi redoks menghasilkan arus listrik. Sel Volta terdiri atas elektroda (logam seng dan tembaga) larutan elektrolit (ZnSO_4 dan CuSO_4), dan jembatan garam (agar-agar yang mengandung KCl). Logam seng dan tembaga bertindak sebagai elektroda.

Keduanya dihubungkan melalui sebuah voltmeter. Elektroda tempat berlangsungnya oksidasi disebut Anoda (elektroda negatif), sedangkan elektroda tempat berlangsungnya reduksi disebut Katoda (elektroda positif). Berikut adalah gambar rangkaian dari sel volta.



Gambar 2. Sel Volta (Andriani, D. 2013)

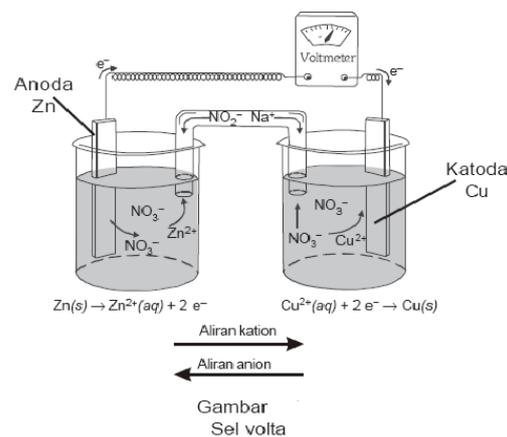
Prinsip kerja sel Volta adalah sebagai berikut (Andriani, D. 2013) :

1. Energi hasil dari reaksi ini dirubah menjadi energi listrik.
2. Reaksi yang berlangsung adalah reaksi redoks.
3. Pada katoda terjadi reduksi dan merupakan kutub positif.
4. Pada anoda terjadi oksidasi dan merupakan kutub negatif.

Sel Volta (*Galvani*) atau sel kimia dapat dibedakan menjadi sel kimia dengan *transference* dan sel kimia tanpa *transference* (Susiloatmadja, 2005).

1. Sel kimia dengan *transference*

Sel kimia dengan *transference* contohnya sel *Daniell*. Sel *Daniell* terdiri atas batang Zn dalam larutan ZnSO_4 , dan batang Cu dalam larutan CuSO_4 pekat. Di antara kedua larutan yang terpisah tersebut terdapat penghubung atau *transference* yang berupa *liquid junction* atau jembatan garam (*salt bridge*). Jika elektroda Zn dan Cu dihubungkan, maka terjadi arus listrik akibat reaksi oksidasi Zn dan reduksi ion Cu^{2+} dalam larutan. Potensial listrik atau voltage (V) yang dihasilkan 1,1 volt.



Gambar 3. Rangkaian sel Volta dengan *transference* menggunakan *liquid junction* NaNO_2 (Andriani, D. 2013)

2. Sel kimia tanpa *transference*

Sel kimia tanpa *transference* contohnya sel *accu* (Aki), sel *Leclanche*,

a) Sel Accu

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 PbO_2 , dan elektrolitnya adalah larutan H_2SO_4 30%. Lempeng timbal dioksida dan timbal murni disusun saling bersisipan akan membentuk satu pasang sel akumulator yang saling berdekatan dan dipisahkan oleh bahan penyekat berupa isolator. Setiap pasang sel menghasilkan Voltage (V) sebesar ± 2 volt (Susiloatmadja, 2005).

Dalam kehidupan sehari-hari jenis kapasitas aki yang sering digunakan diantaranya 6 volt dan 12 volt, hal tersebut tergantung dari tujuan penggunaannya. Sepertihalnya aki yang berkapasitas 12 volt yang tersusun atas 6 pasang sel aki yang disusun seri. Kemampuan aki dalam mengalirkan arus listrik disebut kapasitas aki yang dinyatakan dengan satuan Ampere Hour (Ah). Kapasitas aki 50 Ah artinya aki mampu mengalirkan arus listrik sebesar 1 ampere yang dapat bertahan selama 50 jam tanpa pengisian (setrum) kembali.

Kapasitas aki adalah jumlah ampere/ jam (Ah), maka:

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

Artinya aki dapat memberikan/ menyuplai sejumlah isinya secara rata-rata sebelum tiap selnya menyentuh tegangan/ voltase turun (*drop voltage*) yaitu sebesar 1,75 V (ingat, tiap sel memiliki tegangan sebesar 2 V jika dipakai maka tegangan akan terus turun dan kapasitas efektif dikatakan sudah terpakai semuanya bila tegangan sel telah menyentuh 1,75 V). Misal, aki 12 V 75 Ah, aki ini bisa memberikan kuat arus sebesar 1

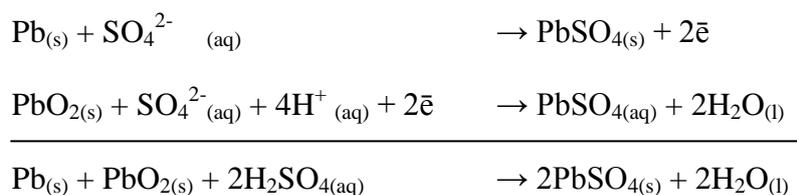
Ampere selama 75 jam artinya memberikan daya rata-rata sebesar 900 Watt.

$$\text{(Watt = V x I = Voltase x Ampere = 12 V x 75 A)}$$

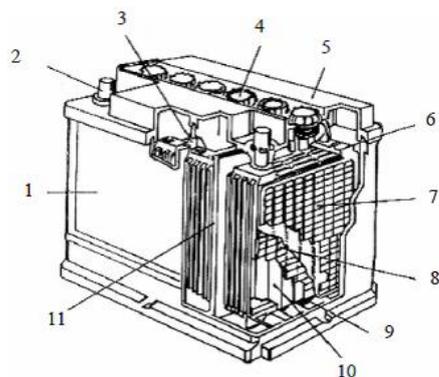
Secara hitungan kasar dapat menyuplai alat berdaya 900 Watt selama satu jam atau alat berdaya 90 Watt selama 10 jam (Rochman, F., 2008)

Aki dapat di isi kembali (disetrum) karena hasil-hasil reaksi pemakaian aki tetap melekat pada kedua elektroda. Pengisian aki dilakukan dengan membalikkan arah aliran elektron pada kedua elektroda (proses reaksi elektrolisis). Pada pemakaian aki, anoda (Pb) mengirim elektron pada katoda, sebaliknya pada pengisian aki elektroda Pb dihubungkan dengan kutub negatif sumber arus sehingga PbSO_4 yang terdapat pada elektroda Pb itu direduksi. Sementara itu PbSO_4 yang terdapat pada elektroda PbO_2 mengalami reaksi oksidasi membentuk PbO_2 .

Adapun reaksi dari sel accu adalah (Susiloatmadja, 2005) :



Adapun gambar konstruksi dari *accumulator* atau aki tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Konstruksi *accumulator* 12 volt (Tim Fakultas Teknik, 2003)

Bagian-bagian akumulator timah hitam dan fungsinya sebagai berikut (Tim Fakultas Teknik, 2003) :

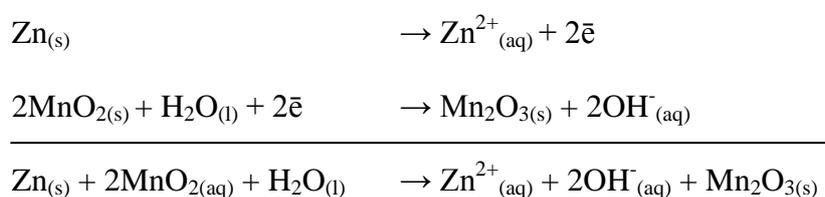
1. Rangka, berfungsi sebagai rumah akumulator.
2. Kepala kutub positif, berfungsi sebagai terminal kutub positif.
3. Penghubung sel, berfungsi untuk menghubungkan sel-sel.
4. Tutup Ventilasi, berfungsi menutup lubang sel..
5. Penutup, berfungsi untuk menutup bagian atas akumulator.
6. Plat-plat, berfungsi sebagai bidang pereaktor.
7. Plat negatif, terbuat dari Pb, berfungsi sebagai bahan aktif akumulator.
8. Plat positif, terbuat dari PbO₂, berfungsi sebagai bahan aktif akumulator.
9. Ruang sedimen, berfungsi untuk menampung kotoran.
10. Plastik pemisah, berfungsi untuk memisahkan plat positif dan negatif.
11. Sel-sel.

Dapat diketahui bahwa penggunaan dari suatu zat/ bahan kimia seperti asam kuat yaitu asam sulfat dalam jangka waktu lama akan menyebabkan resiko terhadap penggunaannya walaupun dengan konsentrasi yang rendah. Oleh sebab itu untuk menghindari efek berbahaya yang dapat ditimbulkan dari zat/ bahan kimia seperti asam sulfat (H₂SO₄) tersebut maka dapat digunakan suatu zat/ larutan yang memiliki fungsi yang hampir sama namun tidak berbahaya dan ramah lingkungan.

b) Sel Leclanche (Sel Kering)

Sel *Leclanche* contohnya batu baterai. Pada baterai sebagai kutub negatif adalah logam Zn, kutub positif adalah batang grafit (C) dibungkus MnO_2 , dan elektrolitnya adalah pasta NH_4Cl dan ZnCl_2 . Potensial listrik (voltage) yang dihasilkan $\pm 1,5$ volt.

Reaksi dari sel kering adalah :



E. Komponen Utama sel Volta

Sel volta terdiri dari elektroda dan larutan elektrolit yang merupakan komponen utama yang sangat penting.

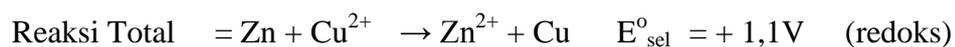
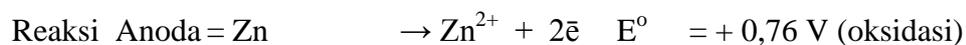
1. Elektroda

Elektroda adalah suatu bahan konduktor yang digunakan untuk bersentuhan dengan bagian atau media non-logam dari sebuah sirkuit (misal semikonduktor, elektrolit atau vakum). Dimana elektroda dalam sebuah rangkaian listrik berfungsi sebagai katoda dan anoda yang nantinya akan menentukan arah aliran listrik berjalan.

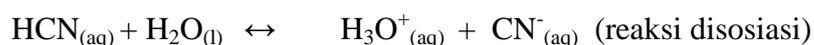
Pada aliran listrik searah (DC) seperti elemen volta, baterai dan aki yang digunakan sebagai kutub positif disebut katoda dan pada kutub negatif disebut anoda. Dimana pada bagian katoda memiliki potensial yang tinggi dan pada anoda memiliki potensial yang rendah. Sehingga arah aliran arus listrik atau aliran elektron mengalir dari anoda menuju katoda.

Akibatnya, **anoda** akan menarik **kation** yang akan **teroksidasi** menjadi gas. Sebaliknya, **katoda** juga akan menarik **anion** yang akan **tereduksi** menjadi endapan logam (Pangganti, 2011). Didalam elemen volta pasangan elektroda yang digunakan adalah Cu dan Zn, pada baterai digunakan pasangan elektroda C dan Zn, sedangkan pada aki digunakan pasangan elektroda PbO₂ dan Pb. Anoda ini didefinisikan sebagai elektroda di mana elektron datang dari sel elektrokimia dan oksidasi terjadi, dan katoda didefinisikan sebagai elektroda di mana elektron memasuki sel elektrokimia dan reduksi terjadi.

Adapun reaksi yang terjadi pada anoda dan katoda secara umum dengan nilai total $E^{\circ}_{sel} = + 1,1$ Volt adalah (Susiloatmadja, 2005):



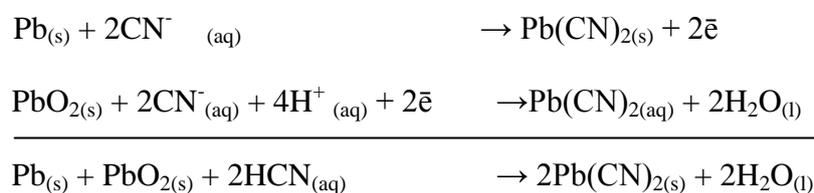
Dari reaksi anoda dan katoda diatas, harga potensial reduksi-oksidasi biasanya dinyatakan sebagai potensial reduksi standar. Jika potensial reduksi positif berarti mudah tereduksi, tetapi jika negatif berarti sukar tereduksi (artinya mudah teroksidasi). Reaksi penguraian (disosiasi) yang terjadi didalam cairan singkong karet adalah (Anonim. 2004) :



Reaksi penguraian asam hidrosianat membentuk ion H₃O⁺ dan ion CN⁻ yang terjadi didalam larutan singkong karet tersebut nantinya akan

mengalami proses reaksi redoks (Reduksi-Oksidasi). Dimana reaksi redoks tersebut terjadi setelah diberikannya beda potensial sehingga terdapat aliran elektron pada kedua elektroda yang nantinya akan menghasilkan arus listrik.

Reaksi reduksi-oksidasi antara asam hidrosianat dengan elektroda yang terjadi didalam larutan singkong karet adalah sebagai berikut (Susiloatmadja, 2005):



Dari reaksi diatas terlihat bahwa terdapat aliran perpindahan elektron sebesar ($2\bar{e}$). Mengalirnya elektron dari elektroda Pb ke elektroda PbO_2 menunjukkan bahwa Pb lebih mudah teroksidasi sehingga menyebabkan terjadinya beda potensial listrik antara Pb dengan PbO_2 yang mendorong elektron mengalir. Sehingga dari reaksi diatas dapat dilihat bahwa larutan singkong karet dapat menghantarkan arus listrik.

2. Larutan Elektrolit

Larutan adalah campuran homogen dalam molekul, atom atau ion dari 2 zat atau lebih. Larutan terdiri atas zat yang dilarutkan atau solute dan pelarut atau solvent. Sifat larutan terdiri atas homogen dan heterogen. Larutan homogen merupakan larutan yang susunannya serapan sehingga tidak dapat diamati adanya bagian-bagian yang berlainan. Sedangkan heterogen pada permukaan tertentu dapat dideteksi antara fasa-fasa yang

terpisah. Komponen yang paling banyak dalam larutan disebut pelarut (solvent) dan komposisi yang kuantitasnya lebih kecil yang disebut zat terlarut (solute).

Berdasarkan keterangan diatas, maka larutan dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

1. Larutan yang dapat menghantarkan arus listrik, disebut larutan elektrolit.

Contoh: Larutan asam sulfat, Natrium hidroksida, Garam dapur, Asam cuka dan Amonium hidroksida.

2. Larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik, disebut larutan non elektrolit.

Contoh: Larutan gula dan larutan urea.

Elektrolit adalah suatu senyawa yang bila dilarutkan dalam pelarut (misalnya air) akan menghasilkan larutan yang dapat menghantarkan arus listrik. Larutan elektrolit mengandung partikel-partikel yang bermuatan (kation dan anion). Elektrolit sering kali di klasifikasikan berdasarkan kemampuannya dalam menghantarkan arus listrik (Utomo, 2008). Larutan elektrolit dapat menghantarkan arus listrik karena di dalam larutan terkandung atom-atom atau kumpulan atom yang bermuatan listrik yang bergerak bebas. Atom atau kumpulan atom yang bermuatan listrik disebut ion. Ion yang bermuatan positif disebut kation dan ion yang bermuatan negatif dinamakan anion. Peristiwa terurainya suatu elektrolit menjadi ion-ionnya disebut proses ionisasi. Proses ionisasi merupakan salah satu cara

menunjukkan pembentukan ion-ion, umumnya ditulis tanpa melibatkan molekul air atau pelarut, namun terkadang molekul air dituliskan juga. Ion-ion inilah yang akan menghasilkan arus listrik ketika diberi beda potensial.

Berdasarkan kuat-lemahnya daya hantar listrik, larutan elektrolit dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu (Utami, B. 2011):

- a). Larutan elektrolit kuat, yaitu larutan elektrolit yang mengalami ionisasi sempurna. Indikator pengamatan: Lampu menyala terang dan timbul gelembung gas pada elektroda.

Contoh: larutan H_2SO_4 , larutan NaOH , dan larutan NaCl .

- b). Larutan elektrolit lemah, yaitu larutan elektrolit yang mengalami sedikit ionisasi (terion tidak sempurna). Indikator pengamatan: lampu tidak menyala atau menyala redup dan timbul gelembung gas pada elektroda.

Contoh: larutan CH_3COOH dan larutan NH_4OH .

Secara umum, perbedaan antara larutan elektrolit kuat dan elektrolit lemah dapat disimpulkan dalam Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Perbedaan Larutan Elektrolit Kuat dan Elektrolit Lemah

No.	Elektrolit Kuat	Elektrolit Lemah
1.	Dalam larutan terionisasi sempurna	Dalam larutan terionisasi sebagian
2.	Jumlah ion dalam larutan sangat banyak	Jumlah ion dalam larutan sedikit
3.	Menunjukkan daya hantar listrik yang kuat	Menunjukkan daya hantar listrik yang lemah
4.	Derajat ionisasi mendekati 1 ($\alpha=1$)	Derajat ionisasi kurang dari 1 ($\alpha < 1$)

F. Derajat Keasaman (pH)

pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasamaan atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. pH normal memiliki nilai 7 sementara bila nilai $\text{pH} > 7$ menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai $\text{pH} < 7$ menunjukkan keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan tertinggi. Umumnya indicator sederhana yang digunakan adalah kertas lakmus yang berubah menjadi merah bila keasamannya tinggi dan biru bila keasamannya rendah. Untuk menentukan asam dan basa dapat digunakan skala pH sebagai berikut:

1/10,000,000	14	Liquid drain cleaner, Caustic soda
1/1,000,000	13	bleaches, oven cleaner
1/100,000	12	Soapy water
1/10,000	11	Household Ammonia (11.9)
1/1,000	10	Milk of magnesium (10.5)
1/100	9	Toothpaste (9.9)
1/10	8	Baking soda (8.4), Seawater, Eggs
0	7	"Pure" water (7)
10	6	Urine (6) Milk (6.6)
100	5	Acid rain (5.6) Black coffee (5)
1,000	4	Tomato juice (4.1)
10,000	3	Grapefruit & Orange juice, Soft drink
100,000	2	Lemon juice (2.3) Vinegar (2.9)
1,000,000	1	Hydrochloric acid secreted from the stomach lining (1)
10,000,000	0	Battery Acid

Gambar 5. Skala pH untuk beberapa zat sehari-hari (Hartas, H.S., 2008)

Selain menggunakan kertas lakmus, indicator asam basa dapat diukur dengan pH meter yang bekerja berdasarkan prinsip elektrolit/konduktivitas suatu larutan. Sistem pengukuran pH mempunyai tiga bagian yaitu elektroda

pengukuran pH, elektroda referensi dan alat pengukur impedansi tinggi. Istilah pH berasal dari "p", lambang matematika dari negatif logaritma, dan "H", lambang kimia untuk unsur Hidrogen. Defenisi yang formal tentang pH adalah negatif logaritma dari aktivitas ion Hidrogen. pH adalah singkatan dari power of Hidrogen.

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

Banyaknya larutan yang terurai menjadi ion dinamakan derajat ionisasi. Besarnya berkisar antara 0 sampai 1. Suatu elektrolit yang derajat ionisasinya besar, mendekati 1 disebut elektrolit kuat, sedangkan yang derajat ionisasinya kecil mendekati 0 dinamakan elektrolit lemah. Ionisasi mempunyai tetapan kesetimbangan (K). Misal untuk air, kesetimbangannya dapat dihitung dengan rumus:

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

G. Arus dan Tegangan Listrik

1. Pengertian Arus Listrik (*Electrical Current*)

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 (-). Arah elektron adalah muatan negatif (-) dari potensial rendah ke potensial tinggi. Syarat adanya arus listrik mengalir di antaranya harus ada beda potensial (sumber tegangan) dan ada penghantar (kabel/kawat) yang menghubungkan beda potensial. Banyaknya muatan listrik yang mengalir dalam satu satuan

waktu (sekon) disebut kuat arus listrik. Arus listrik terjadi karena adanya aliran elektron dimana setiap elektron mempunyai muatan yang besarnya sama. Jika kita mempunyai benda bermuatan negatif berarti benda tersebut mempunyai kelebihan elektron. Derajat termuatnya benda tersebut diukur dengan jumlah kelebihan elektron yang ada. Muatan sebuah elektron, sering dinyatakan dengan simbol q atau e , dinyatakan dengan satuan coulomb, yaitu sebesar.

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

Dapat dicontohkan dengan sepotong kawat tembaga yang biasanya digunakan sebagai penghantar listrik dengan alasan harganya relatif murah, kuat dan tahan terhadap korosi. Besarnya hantaran pada kawat tersebut hanya tergantung pada adanya elektron bebas (dari elektron valensi), karena muatan inti dan elektron pada lintasan dalam terikat erat pada struktur kristal.

Pada dasarnya dalam kawat penghantar terdapat aliran elektron dalam jumlah yang sangat besar, jika jumlah elektron yang bergerak ke kanan dan ke kiri sama besar maka seolah-olah tidak terjadi apa-apa. Namun jika ujung sebelah kanan kawat menarik elektron sedangkan ujung sebelah kiri melepaskannya maka akan terjadi aliran elektron ke kanan (dalam hal ini disepakati bahwa arah arus ke kiri). Aliran elektron inilah yang selanjutnya disebut arus listrik. Besarnya arus listrik diukur dengan satuan banyaknya elektron per detik, namun demikian ini bukan satuan

yang praktis karena harganya terlalu kecil. Satuan yang dipakai adalah ampere (Arsvida, 2009).

2. Pengertian Tegangan (*Voltage*)

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. Terjadinya aliran tersebut dapat dipahami dengan konsep energi potensial. Konsep yang sama akan berlaku untuk aliran elektron pada suatu penghantar. Jadi untuk sebuah konduktor semakin besar beda potensial akan semakin besar pula arus 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.

Hubungan arus yang mengalir 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 (Giancoli, 2001):

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

dimana:

V= tegangan listrik (Volt)

I = kuat arus (Ampere)

R= tahanan listrik (Ohm)

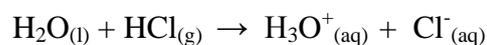
H. Pengaruh Jenis Asam Organik Terhadap Arus dan Tegangan Listrik

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 (Purnomo,H. 2010).

Secara umum asam dapat dibedakan menjadi 2, yaitu (Utami, B. 2011) :

1. Asam kuat

Asam kuat adalah asam yang dapat terionisasi sempurna atau 100% dalam larutan, seperti HCl, HClO₃, H₂SO₄ dan HNO₃. Contoh reaksi asam kuat adalah sebagai berikut:



Dari reaksi diatas dapat dilihat bahwa asam kuat ini biasanya ditandai dengan panah searah yang menunjukkan bahwa reaksi hanya dapat terjadi dalam satu arah.

Apabila asam kuat digunakan sebagai suatu sumber arus listrik, maka konsentrasi dari asam kuat dalam suatu larutan itu sendiri tidak mempengaruhi jumlah nilai arus listrik yang dihasilkan. Sehingga banyak atau sedikitnya jumlah asam per mol dalam larutan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap arus listrik.

2. Asam lemah

Asam lemah adalah asam yang tidak terionisasi seluruhnya ketika asam lemah tersebut dilarutkan dalam air, seperti CH_3COOH , HCN , H_2CO_3 dan H_2S . Adapun contoh reaksi asam lemah adalah sebagai berikut:



Dari reaksi diatas terlihat bahwa reaksi pada asam lemah biasanya ditandai dengan panah bolak-balik yang menunjukkan tidak terjadi reaksi secara keseluruhan.

Berbeda dengan asam kuat dimana apabila asam lemah digunakan sebagai sumber arus listrik, konsentrasi pada asam lemah sangat mempengaruhi nilai arus dan tegangan listrik yang akan dihasilkan. Sehingga semakin besar jumlah asam per mol dalam larutan maka semakin besar pula arus dan tegangan listrik yang akan dihasilkan.

Oleh karena HCN merupakan kandungan dari singkong karet yang termasuk kedalam golongan asam lemah, hal ini dikarenakan HCN adalah

jenis asam yang berasal dari asam organik yang mana asam-asam organik adalah anggota terbesar dari asam lemah. Dimana konsentrasi HCN dalam sampel sangat berpengaruh terhadap nilai arus dan tegangan listrik yang dihasilkan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dalam penelitian ini:

1. Data hasil 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 (H_2SO_4 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 (H_2SO_4 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. 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.

B. Saran

Adapun saran pada penelitian ini:

1. Perlu dilakukan lagi pengujian terhadap beberapa jenis spesies singkong karet yang memiliki kandungan HCN lebih tinggi dengan melakukan penambahan larutan elektrolit lain yang bersifat ramah lingkungan.
2. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan agar dapat melakukan pemisahan/ filtrasi antara air singkong karet dengan pati, koagulan dan zat lain yang terkandung didalamnya dengan baik agar nantinya zat-zat tersebut tidak mengganggu dalam proses reaksi redoks pada saat pemakaian accu.
3. Kepada penelitian lanjutan agar dapat dilakukannya proses elektrolisis terhadap accu berbahan dasar ASK untuk lebih meningkatkan daya tahan arus dan tegangan yang dihasilkan serta meningkatkan kualitas accu berbahan dasar ASK untuk digunakan dalam kehidupan sehari-hari.