

**PROTOTYPE SEL VOLTA SEBAGAI PEMANFAATAN ENERGI
TERBARUKAN LIMBAH KULIT PISANG**



TUGAS AKHIR

Disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan

Program Studi Strata Satu Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin

Makassar

Disusun Oleh :

MUHAMMAD SAYYID GHULAM RASYIQ

D411 15 020

DEPARTEMEN ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2019



LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
PROTOTYPE SEL VOLTA SEBAGAI PEMANFAATAN ENERGI
TERABARUKAN LIMBAH KULIT PISANG

Di Susun Oleh :

MUHAMMAD SAYYID GHULAM RASYIQ

D411 15 020

Tugas akhir ini telah diterima dan disahkan sebagai kurikulum untuk memenuhi persyaratan
guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada

Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin

Gowa, 23 Mei 2019

Disahkan Oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II



Ardiaty Arief, ST., MTM., Ph.D

NIP. 19780424 200112 2 001



Muh. Bachtiar Nappu, ST., MT., M.Phil., Ph.D

NIP. 19760406 200312 1 002

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Ir. H. Salama Manjang, MT.

NIP. 19621231 199003 1 024



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar adalah hasil karya saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa pernyataan saya ini tidak benar, maka skripsi dan gelar yang diperoleh, batal demi hukum.

Makassar, Mei 2019

Yang menyatakan,

Muhammad Sayyid Ghulam Rasyiq

D411 15 020



UCAPAN TERIMA KASIH

Syukur *Alhamdulillah Rabiil'alamiin* segala puji bagi Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan dan merampungkan skripsi ini sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar sarjana di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini banyak kesulitan yang dihadapi, dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dukungan dari berbagai pihak. Peneliti banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada Ayahanda tercinta Sumariyono dan Ibunda tercinta Siti Arfah yang telah membesarkan dan mendidik penulis dengan kasih sayang yang begitu tulus serta senantiasa mengirimkan do'a sehingga penulis bisa seperti sekarang ini. Rasa syukur, ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Salama Manjang, M.T selaku Ketua Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
2. Ibu Ardiaty Arief, ST., MTM., Ph.D selaku pembimbing utama dan Bapak Muh. Bachtiar Nappu, ST., MT., M.Phil., Ph.D atas keikhlasan dan kesabaran dalam meluangkan waktu dan pikirannya serta memberikan pengarahan, bimbingan, saran, nasehat serta dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Prof. DR. Muhammad Arief, DIPL.ING dan ibu Ir. Hj. Zaenab Muslimin M.T selaku penguji yang telah memberikan banyak saran dan nasehat dalam menyelesaikan skripsi ini.

Dosen, dan Pegawai Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik



Universitas Hasanuddin atas bantuan serta motivasi-motivasi yang diberikan selama perkuliahan hingga penelitian selesai.

5. Teman seperjuangan selama penyusunan proposal penelitian hingga penyusunan skripsi, terima kasih kepada Nursilatus Solichin, Muhammad Ihtisan, Yogi Fahrezi, Dwi Hartini Nur dan Ainun Maulidah atas segala bantuan dan semangat yang diberikan kepada penulis.
6. Sahabat terdekat penulis Siska Desiana Sultan, Khadiyan Ulil Azmi, Kiki Syam, Umy Husniati, Dwiki Taufik Wicaksono, Muhammad Surya Abdi, Fajrinsyah Nur Husain, Nur Annisa Fadhillah, serta teman-teman THYR1STOR atas segala bantuan, dukungan, semangat, kebahagiaan, waktu, dan menjadi tempat keluh kesah penulis.
7. Tim *Laboratorium Kestabilan dan Sistem Tenaga* atas kritik dan saran yang telah diberikan sehingga penulis dapat memperbaiki kekeliruan dari penelitian ini.
8. Pihak yang tidak sempat disebut namanya satu persatu. Penulis menghaturkan terima kasih secara tulus.

Penulis menyadari akan segala keterbatasan yang penulis miliki sehingga skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan di dalamnya. Oleh karena itu, penulis mengarapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi kesempurnaan skripsi ini dan untuk menciptakan karya yang lebih baik kedepannya. Dengan demikian penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan. *Aamiin yaa Rabbal'alaamiin.*

Makassar, Mei 2019

Muhammad Sayyid Ghulam Rasyiq



ABSTRAK

MUHAMMAD SAYYID GHULAM RASYIQ *PROTOTYPE SEL VOLTA SEBAGAI PEMANFAATAN ENERGI TERBARUKAN LIMBAH KULIT PISANG*

(dibimbing oleh Ardiaty Arief dan Muhammad Bachtiar Nappu)

Kebutuhan akan energi semakin meningkat dimana energi fosil berperan besar pada saat ini. Energi terbarukan menjadi solusi untuk persediaan energi yang ramah lingkungan. Kulit pisang mengandung unsur kalium yang dapat menjadi larutan elektrolit dengan menggunakan tambahan elektroda positif serta negatif yaitu tembaga dan aluminium, dengan memanfaatkan limbah kulit pisang yang dihaluskan kemudian elektroda dari tembaga dan aluminium dapat dibuat sel Volta sederhana yang menghasilkan listrik. Penelitian ini bertujuan untuk melihat berapa besar tegangan serta arus yang dihasilkan dari sel Volta limbah kulit pisang dengan melihat pengaruhnya terhadap massa kulit pisang, ukuran elektroda, jarak antara elektroda dan waktu lamanya sel. Metode penelitian yang dilakukan untuk hubungan massa kulit pisang terhadap arus dan tegangan yaitu menggunakan 4 sampel sel yang massanya dirubah rubah kemudian diukur arus dan tegangannya. Serta mencari tahu kapasitas baterai dari masing-masing elektrolit limbah kulit pisang yang berbeda Percobaan pada pengaruh luas permukaan elektroda menggunakan 5 sampel ukuran elektroda yang berbeda kemudian diukur arus dan tegangannya. Ketebalan elektroda menggunakan 5 sampel ketebalan yang berbeda beda kemudian masing-masing sampel diukur tegangan dan arus. Setelah itu dibuat 6 sampel sel dengan massa dan ukuran elektroda yang sama kemudian dilakukan pengukuran tegangan dan arus setiap hari hingga didapatkan titik maksimal dari arus dan tegangan. Semua pengukuran menggunakan multimeter. Hasil penelitian terhadap Massa kulit pisang berpengaruh terhadap arus yang dihasilkan, dimana semakin berat massa kulit pisang maka arus yang dihasilkan akan semakin besar. Arus juga berpengaruh terhadap ukuran elektroda, saat ukuran elektroda semakin luas maka arus yang mengalir akan semakin besar. Jarak antara elektroda akan memperlambat arus, saat jarak antara elektroda positif dan negatif semakin tebal maka arus yang mengalir akan semakin kecil. Arus juga akan semakin besar seiring berjalannya waktu hingga hari ke-4 arus akan mengalami penurunan kembali. Pengujian dilakukan dengan 5 sampel elektrolit, yaitu elektrolit kulit Pisang Raja, Kulit Pisang Keppo, Kulit Pisang Unyil, Kulit Pisang Susu, Kulit Pisang Campur dan didapatkan kapasitas baterai sebesar 12,96 mAh, 8,4 mAh, 21,6 mAh, 14,28 mAh dan 35,64 mAh. Serta dilakukan pula pengukuran terhadap sampel yang dihaluskan dengan cara ditumbuk dan dihaluskan dengan menggunakan blender.

an hasil tegangan dan arus yang lebih baik terhadap sampel dengan ehalusan tinggi.

nci : Kulit Pisang, Elektroda, Sel Volta, Elektrolit, Energi Terbarukan, Tembaga, Aluminium, Kapasitas Baterai





MUHAMMAD SAYYID GHULAM RASYIQ VOLTA CELL PROTOTYPE FOR RENEWABLE ENERGY FROM BANANA PEEL

(supervised by Ardiaty Arief and Muhammad Bachtiar Nappu)

The need for energy is increasing where fossil energy plays a big role at this time. Renewable energy is a solution for environmentally friendly energy supplies. Banana Peel contains potassium elements which can be an electrolyte solution using additional positive and negative electrodes, copper and aluminum, by utilizing crushed banana peel waste then copper and aluminum electrodes can be made simple Volta cells that produce electricity. This study aims to see how much voltage and current produced from Volta cell waste of Banana Peel by looking at its effect on the mass of Banana Peel, the size of the electrode, the distance between the electrode and the length of time the cell. The research method is carried out to relate the mass of Banana Peel to current and voltage, that is to use 4 cell samples whose mass is changed by changes then the current and voltage are measured. As well as finding out the battery capacity of each different electrolyte of banana peel waste Experiments on the effect of the electrode surface area using 5 samples of different electrode sizes were then measured for current and voltage. The thickness of the electrode uses 5 different thickness samples, then each voltage and current are measured. After that 6 sample cells were made with the same mass and size of the electrodes and then measured voltage and current every day until the maximum point of current and voltage was obtained. All measurements use a multimeter. The results of the study on the mass of Banana Peel affect the current produced, where the heavier the mass of the Banana Peel, the greater the current produced. The current also affects the size of the electrode, as the size of the electrode becomes wider, the current flowing will be even greater. The distance between the electrodes will inhibit the current, when the distance between the positive and negative electrodes gets thicker, the current that flows will be smaller. The flow will also get bigger as time goes by until the 4th day the current will decrease again. Tests were carried out with 5 electrolyte samples, namely Raja Banana Peel electrolyte, Keppo Banana Peel, Unyil Banana Peel, Banana Milk Skin, Mixed Banana Peel and obtained a battery capacity of 12.96 mAh, 8.4 mAh, 21.6 mAh, 14, 28 mAh and 35.64 mAh. And measurements are also made on mashed samples by pounding and mashing using a blender. Better voltage and current results are obtained for samples with high smoothness.

Keyword : Banana Peel, Electrode, Volta Cell, Electrolyte, Renewable Energy, Pottasium, Copper, Aluminium



DAFTAR ISI

| | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR | Error! Bookmark not defined. |
| UCAPAN TERIMA KASIH | iii |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| I. 1 Latar Belakang | 1 |
| I. 2 Rumusan Masalah | 3 |
| I. 3 Tujuan Penelitian | 3 |
| I. 4 Batasan Masalah | 4 |
| I. 5 Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| II. 1 Elektrokimia | 5 |
| II. 2 Contoh Sel Elektrokimia | 7 |
| II. 3 Deret Elektrokimia | 8 |
| II. 4 Sel Galvani | 9 |
| II. 5 Elektroda | 11 |
| II. 6 Kelistrikan Buah | 11 |
| II. 7 Potensial Elektroda | 12 |
| II. 8 Energi | 13 |
| II. 9 Elektrolit | 14 |
| II. 10 Kulit Pisang | 14 |
| Rangkaian Listrik [7] | 15 |
| Derajat Keasaman (pH) | 17 |



| | |
|--|-----------|
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 18 |
| III.1 Lokasi Penelitian | 18 |
| III.2 Waktu Penelitian | 18 |
| III.3 Alat dan Bahan | 18 |
| III.3.1 Alat | 18 |
| III.3.2 Bahan | 18 |
| III.4 Tahapan Penelitian | 1 |
| III.4.1 Pemilihan Elektroda | 1 |
| III.4.2 Pemilihan Wadah Alat Sel Volta | 2 |
| III.4.3 Pembuatan Sel Volta | 2 |
| III.4.4 Proses Pengambilan Data | 5 |
| III.4.5 Analisis Data | 9 |
| III.5 Diagram Alir Pengerjaan | 10 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 11 |
| IV.1 Hubungan Massa Kulit Pisang Terhadap Tegangan | 11 |
| IV.2 Hubungan Massa Kulit Pisang Terhadap Arus | 14 |
| IV.3 Hubungan Luas Elektroda Terhadap Tegangan | 16 |
| IV.4 Hubungan Luas Elektroda Terhadap Arus | 18 |
| IV.5 Hubungan Ketebalan Sel Terhadap Tegangan | 21 |
| IV.6 Hubungan Ketebalan Sel Terhadap Arus | 24 |
| IV.7 Hubungan Waktu Terhadap Tegangan | 26 |
| IV.8 Hubungan Waktu Terhadap Arus | 29 |
| IV.9 Kapasitas Energi Sel Volta Kulit Pisang | 31 |
| IV.10 Perbandingan Tingkat kehalusan elektrolit | 40 |
| KESIMPULAN DAN SARAN | 44 |



| | | |
|-----|----------------|----|
| V.1 | Kesimpulan | 44 |
| V.2 | Saran | 46 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 48 |
| | LAMPIRAN | 49 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar III. 1 Tembaga (Cu) | 1 |
| Gambar III. 2 Aluminium (Al) | 2 |
| Gambar III. 3 Wadah Sel Volta | 2 |
| Gambar III. 4 Proses Solder Timah | 3 |
| Gambar III. 5 Aluminium dengan Kabel | 3 |
| Gambar III. 6 Wadah Sel Volta dengan Elektroda | 4 |
| Gambar III. 7 Kulit Pisang yang dipotong | 4 |
| Gambar III. 8 Proses Penimbangan Kulit Pisang | 5 |
| Gambar III. 9 Proses Pengukuran Tegangan | 6 |
| Gambar III. 10 Pengukuran Arus | 7 |
| Gambar III. 11 Ukuran Tembaga | 7 |
| Gambar III. 12 Ukuran Aluminium | 7 |
| Gambar III. 13 Sel Ketebalan 2 cm | 8 |
| Gambar III. 14 Pengukuran Tegangan Terhadap Waktu | 8 |
| Gambar III. 15 Pengujian Lampu LED | 9 |
| Gambar IV. 1 Hubungan massa kulit pisang terhadap tegangan | 12 |
| Gambar IV. 2 Hubungan Massa kulit pisang terhadap arus | 15 |
| Gambar IV. 3 Hubungan Luas Elektroda Terhadap Tegangan | 18 |
| Gambar IV. 4 Hubungan Luas Permukaan Elektroda Terhadap Arus | 20 |
| Gambar IV. 5 Ketebalan Sel | 21 |
| Gambar IV. 6 Hubungan Ketebalan Sel Terhadap Tegangan | 23 |
| Gambar IV. 7 Hubungan Ketebalan Sel Terhadap Arus | 25 |
| Gambar IV. 8 Hubungan Waktu Terhadap Tegangan | 28 |
| Gambar IV. 9 Hubungan Waktu Terhadap Arus | 30 |
| Gambar IV. 10 Sel Volta Elektrolit Kulit Pisang Susu | 31 |
| Gambar IV. 11 Tegangan Sel Volta Elektrolit Kulit Pisang Susu | 32 |
| Gambar IV. 12 Tegangan Sel Volta Elektrolit Kulit Pisang Keppo | 33 |
| Gambar IV. 13 Tegangan Sel Volta Elektrolit Kulit Pisang Raja | 34 |
| Gambar IV. 14 Tegangan Sel Volta Elektrolit Kulit Pisang Unyil | 35 |



| | |
|---|----|
| Gambar IV. 15 Tegangan Sel Volta Elektrolit Kulit Pisang Campur | 36 |
| Gambar IV. 16 Tegangan Total Sel Beberapa Jenis Pisang | 37 |
| Gambar IV. 17 Lampu Sel Volta Kulit Pisang Tumbuk | 40 |
| Gambar IV. 18 Lampus Sel Volta Kulit Pisang Blender | 41 |
| Gambar IV. 19 Tegangan Sel Volta Elektroli Kulit Pisang Blender | 42 |
| Gambar IV. 20 Tegangan Sel Volta Elektrolit Kulit Pisang Tumbuk | 43 |



DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel IV. 1 Pengaruh Massa Kulit Pisang Terhadap Tegangan | 11 |
| Tabel IV. 2 Pengaruh Massa Kulit Pisang Terhadap Arus | 14 |
| Tabel IV. 3 Hubungan Luas Elektroda Terhadap Tegangan | 16 |
| Tabel IV. 4 Hubungan Luas Elektroda Terhadap Arus | 19 |
| Tabel IV. 5 Hubungan Ketebalan Elektroda Terhadap Arus | 22 |
| Tabel IV. 6 Hubungan Ketebalan Sel Terhadap Arus | 24 |
| Tabel IV. 7 Hubungan Waktu Terhadap Tegangan | 26 |
| Tabel IV. 8 Hubungan Waktu Terhadap Arus | 29 |
| Tabel IV. 9 Tegangan Sel Volta Elektrolit Kulit Pisang Susu | 32 |
| Tabel IV. 10 Tegangan Sel Volta Elektrolit Pisang Keppo | 33 |
| Tabel IV. 11 Tegangan Sel Volta Elektrolit Kulit Pisang Raja | 34 |
| Tabel IV. 12 Tegangan Sel Volta Elektrolit Kulit Pisang Unyil | 35 |
| Tabel IV. 13 Tegangan Sel Volta Elektrolit Kulit Pisang Campur | 36 |
| Tabel IV. 14 Tegangan Total Sel Beberapa Jenis Pisang | 37 |
| Tabel IV. 15 Tegangan Sel Volta Elektrolit Kulit Pisang Tumbuk | 41 |
| Tabel IV. 16 Tegangan Sel Volta Elektrolit Kulit Pisang Blender | 41 |



BAB I

PENDAHULUAN

I. 1 Latar Belakang

Energi menjadi komponen penting bagi keberlangsungan hidup manusia karena hampir semua aktifitas kehidupan manusia sangat tergantung pada ketersediaan energi yang cukup. Saat ini dan beberapa tahun kedepan manusia masih akan bergantung pada sumber energi fosil, karena sumber energi fosil inilah yang mampu memenuhi kebutuhan energi manusia dalam skala besar. Sedangkan sumber energi alternatif belum dapat memenuhi kebutuhan energi manusia dalam skala besar karena fluktuasi potensi dan tingkat ekonomi yang belum bisa bersaing dengan energi konvensional. Di lain pihak, manusia dihadapkan pada situasi menipisnya cadangan sumber energi fosil dan meningkatnya kerusakan lingkungan akibat penggunaan energi fosil [1].

Energi listrik merupakan salah satu komponen terpenting untuk menunjang pembangunan suatu bangsa. Peningkatan pembangunan, penambahan jumlah penduduk dan peningkatan taraf hidup menyebabkan laju konsumsi energi listrik semakin meningkat, baik pengguna energi untuk tujuan usaha, sosial, maupun pengguna energi listrik untuk keperluan rumah tangga. Namun, listrik yang disediakan terbatas dan sumber energi listrik yang tersedia juga terbatas [2].

Tanaman pisang merupakan tanaman yang sangat mudah ditemukan di
t, serta pengolahannya beragam cara. Kulit pisang mengandung
erat dan kaya akan mineral seperti kalium, magnesium, fosfor, klorida,
dan besi. Asam asetat merupakan salah satu jenis zat elektrolit. Dalam



kulit pisang yang sudah difermentasi memiliki sifat asam yang berasal dari kandungan asam asetat. Hal tersebut terbukti ketika pH larutan diukur dengan pH universal 4-5. Selain mengandung asam asetat, kulit pisang mengandung zat elektrolit lain seperti kalium dan garam klorida. Kalium dan garam klorida akan bereaksi membentuk garam kalium klorida. Garam kalium klorida dalam air dapat menghantarkan listrik karena dapat terionisasi [1].

Elektrokimia merupakan ilmu kimia yang mempelajari tentang perpindahan elektron yang terjadi pada sebuah media penghantar listrik (elektroda). Elektroda terdiri dari elektroda positif dan elektroda negatif. Hal ini disebabkan karena elektroda tersebut akan dialiri oleh arus listrik sebagai sumber energi dalam pertukaran elektron. Konsep elektrokimia didasari oleh reaksi reduksi-oksidasi (redoks) dan larutan elektrolit. Reaksi redoks merupakan gabungan dari reaksi reduksi dan oksidasi yang berlangsung secara bersamaan. Pada reaksi reduksi terjadi peristiwa penangkapan elektron sedangkan reaksi oksidasi merupakan peristiwa pelepasan elektron yang terjadi pada media penghantar pada sel elektrokimia.

Berdasarkan hal-hal di atas, maka penulis tertarik untuk mencoba memanfaatkan limbah kulit pisang sebagai solusi dari permasalahan energi saat ini dan kedepannya.



I. 2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana hubungan massa kulit pisang terhadap arus dan tegangan yang ditimbulkan?
2. Bagaimana hubungan jarak elektroda terhadap arus dan tegangan?
3. Bagaimana pengaruh luas permukaan elektroda terhadap arus dan tegangan?
4. Bagaimana pengaruh waktu terhadap arus dan tegangan?
5. Bagaimana pengaruh tegangan kulit pisang yang sangat halus dengan setengah halus?
6. Bagaimana kapasistas energi sel volta kulit pisang raja, unyil, keppo, susu serta kulit pisang campur?

I. 3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh massa kulit pisang terhadap arus dan tegangan.
2. Untuk mengetahui pengaruh jarak elektroda terhadap arus dan tegangan.
3. Untuk mengetahui pengaruh luas elektroda terhadap arus dan tegangan.
4. Mengidentifikasi hubungan waktu terhadap arus dan tegangan.
5. Untuk mengetahui tegangan sel volta kulit pisang dengan tingkat kehalusan yang berbeda.
6. Untuk mengetahui seberapa besar kapasitas energi listrik sel volta dengan elektrolit kulit pisang yang berbeda-beda.



I. 4 Batasan Masalah

1. Penggunaan elektroda yaitu tembaga (Cu) dan aluminium (Al).
2. Jenis kulit pisang yang digunakan pada penelitian ini yaitu kulit pisang ambon (*Musa acuminata cavendish*), kulit pisang kapok (*Musa acuminata x balbisiana*), kulit pisang raja (*Musa sapientum*), kulit pisang susu (*Musa acuminata dacca*) dan kulit pisang unyil (*Musa acuminata lady finger*).

I. 5 Manfaat Penelitian

1. Sebagai sumber energi terbarukan pada benda elektronik yang menggunakan listrik *Direct Current* (DC).
2. Pemanfaatan limbah kulit pisang.
3. Sebagai pengembangan keilmuan dalam bidang elektrokimia.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Elektrokimia

Elektrokimia merupakan ilmu kimia yang mempelajari tentang perpindahan elektron yang terjadi pada sebuah media penghantar listrik (elektroda). Elektroda terdiri dari elektroda positif dan elektroda negatif. Hal ini disebabkan karena elektroda tersebut akan dialiri oleh arus listrik sebagai sumber energi dalam pertukaran elektron. Konsep elektrokimia didasari oleh reaksi reduksi-oksidasi (redoks) dan larutan elektrolit. Reaksi redoks merupakan gabungan dari reaksi reduksi dan oksidasi yang berlangsung secara bersamaan. Pada reaksi reduksi terjadi peristiwa penangkapan elektron sedangkan reaksi oksidasi merupakan peristiwa pelepasan elektron yang terjadi pada media penghantar pada sel elektrokimia [3].

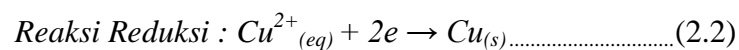
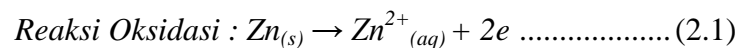
Proses elektrokimia membutuhkan media penghantar sebagai tempat terjadinya serah terima elektron dalam suatu sistem reaksi yang dinamakan larutan. Larutan dapat dikategorikan menjadi tiga bagian yaitu larutan elektrolit kuat, larutan elektrolit lemah dan larutan bukan elektrolit. Larutan elektrolit kuat merupakan larutan yang mengandung ion-ion terlarut yang dapat menghantarkan arus listrik sangat baik sehingga proses serah terima elektron berlangsung cepat dan energi yang dihasilkan relatif besar. Sedangkan larutan elektrolit lemah merupakan larutan yang mengandung ion-ion terlarut cenderung terionisasi

sehingga dalam proses serah terima elektron relatif lambat dan energi yang dihasilkan kecil. Namun demikian proses elektrokimia tetap terjadi. Untuk



larutan bukan elektrolit, proses serah terima elektron tidak terjadi. Pada proses elektrokimia tidak menyebabkan elektroda ikut bereaksi [3].

Sebagai contoh sebuah elektroda seng (Zn) yang sudah dimasukkan kedalam sebuah larutan tembaga (Cu) maka akan mengalami reaksi reduksi dan reaksi oksidasi sebagai berikut :



Pada proses ini zat yang mengalami oksidasi dinamakan reduktor, sedangkan zat yang mengalami reduksi disebut oksidator [3].

Reaksi elektrokimia melibatkan perpindahan elektron-elektron bebas dari suatu logam kepada komponen didalam larutan. Keseimbangan reaksi elektrokimia sangat penting dalam sel Galvani dan sel elektrolisis. Dalam bidang elektrokimia antara sel Galvani dan sel elektrolisis terdapat perbedaan yaitu berhubungan dengan reaksi spontan dan tidak spontan. Sel Galvani secara umum terjadi reaksi spontan, sedangkan sel elektrolisis terjadi reaksi tidak spontan. Reaksi spontan artinya reaksi elektrokimia tidak menggunakan energi atau listrik dari luar, sedangkan reaksi tidak spontan yaitu reaksi yang memerlukan energi atau listrik [4].

Suatu sel elektrokimia dapat terjadi secara spontan atau tidak spontan, dapat diperkirakan dari nilai potensial sel atau E° sel. Jika potensial sel bernilai positif, maka reaksi redoks berlangsung dengan spontan. Sebaliknya jika potensial

ilai negatif maka reaksi tidak berlangsung spontan. Elektroda yang



memiliki potensial reduksi lebih kecil akan mengalami oksidasi, sebaliknya elektroda yang potensial reduksinya lebih besar akan mengalami reduksi [4].

II. 2 Contoh Sel Elektrokimia

II.2.1 Aki

Aki merupakan salah satu contoh sel sekunder karena reaksi reduksi yang berlangsung pada sel ini dapat dibalik dengan jalan mengalirkan arus listrik. Sel aki terdiri atas anoda Pb (timbal timah hitam) dan katoda PbO_2 (timbal (IV) oksida). Kedua elektroda tersebut merupakan zat padat yang dicelupkan dalam asam sulfat. Kedua elektroda tersebut merupakan hasil reaksi yang tidak larut dalam asam sulfat, sehingga tidak diperlukan jembatan garam [5].

Tiap sel aki mempunyai beda potensial kurang lebih 2V. Aki 12V terdiri atas 6 sel yang dihubungkan seri. Aki dapat diisi kembali karena hasil-hasil reaksi pengosongan aki tetap melekat pada kedua elektroda. Pengisian aki dilakukan dengan membalik arah aliran pada kedua elektroda. Pada pengosongan aki, anoda (Pb) itu direduksi. Sementara itu $PbSO_4$ yang terdapat pada elektroda PbO_2 mengalami oksidasi membentuk PbO_2 [5].

II.2.2 Baterai Kering

Baterai kering ditemukan oleh Leclanche yang mendapat hak paten atas penemuan itu pada tahun 1866. Sel Leclanche atas suatu silinder seng (Zn) yang

terdiri dari campuran batu kiwi, salmiak, karbon dan sedikit air (jadi sel ini 90% kering). Seng berfungsi sebagai anoda sedangkan sebagai katoda



digunakan elektroda inert yaitu grafit, yang dicelupkan ditengah-tengah pasta. Pasta itu sendiri berfungsi sebagai oksidator. Potensial suatu sel Leclanche adalah 1,5 V. Sel ini kadang disebut sel kering asam karena adanya NH_4Cl yang bersifat asam. Sel Leclanche tidak dapat diisi ulang [5].

II.2.3 Baterai Litium

Baterai litium telah mengalami berbagai penyempurnaan. Baterai litium yang kini banyak digunakan adalah baterai litium-ion. Baterai litium ion tidak menggunakan logam litium, tetapi ion litium. Ketika ion litium digunakan, ion litium berpindah dari satu elektroda ke elektroda lainnya melalui suatu elektrolit. Ketika diisi, aliran ion litium dibalik [5].

II. 3 Deret Elektrokimia

Deret elektrokimia atau deret volta merupakan urutan logam-logam berdasarkan kenaikan potensial elektroda standarnya. Umumnya deret volta yang sering dipakai yaitu : Zn, Ni, Sn, Ca, Li, Ba, Na, K, Mg, Fe, Mn, Pb, Al, (H), Hg, Au, Cu, Ag, Pt. Pada deret volta, unsur logam dengan potensial elektroda lebih negatif ditempatkan di bagian kiri, sedangkan unsur dengan potensial elektroda yang lebih positif ditempatkan di bagian kanan. Semakin ke kiri kedudukan suatu logam dalam deret tersebut, maka logam semakin reaktif (semakin mudah melepas elektron) dan logam merupakan reduktor yang semakin kuat (semakin

mengalami oksidasi). Sebaliknya, semakin ke kanan kedudukan suatu logam dalam deret tersebut, maka logam semakin kurang reaktif (semakin sulit



melepas elektron) dan logam merupakan oksidator yang semakin kuat (semakin mudah mengalami reduksi) [5].

II. 4 Sel Galvani

Sel Volta atau biasa disebut dengan sel Galvani merupakan sel yang dapat menghasilkan arus listrik. Pada sel Galvani, anoda berfungsi sebagai elektroda bermuatan negatif dan katoda bermuatan positif. Arus listrik yang mengalir dari katoda menuju anoda. Reaksi kimia yang terjadi pada sel Galvani berlangsung secara spontan. Sel Volta adalah penataan bahan kimia dan penghantar listrik yang memberikan aliran elektron lewat rangkaian luar dari suatu zat kimia yang teroksidasi pada zat kimia yang direduksi. Dalam sel Volta, oksidasi berarti dilepaskan elektron oleh atom, molekul dan ion. Sedangkan reduksi berarti atom, molekul dan ion memperoleh elektron [2].

Logam tembaga dicelupkan kedalam larutan CuSO_4 dan logam seng dicelupkan ke dalam larutan ZnSO_4 . Kedua larutan dihubungkan dengan jembatan garam. Jembatan garam merupakan tabung U yang diisi agar-agar dan garam KCl. Sedangkan kedua elektroda (logam Cu dan Zn) dihubungkan dengan alat pengukur tegangan yaitu Voltmeter. Elektroda pada sel Volta yaitu berupa katoda dan anoda. Katoda adalah elektroda dimana akan terjadi reduksi, berarti logam Cu dalam sel disebut sebagai elektroda positif. Sedangkan anoda adalah elektroda dimana terjadi oksidasi, berarti logam Zn dalam sel Volta disebut sebagai

negatif. Fungsi jembatan garam adalah menyetarakan kation dan anion



dalam larutan. Adapun syarat jembatan garam yaitu bisa dilewati ion dan hanya sedikit melewati pelarut [6].

Semua reaksi kimia yang disebabkan oleh energi listrik serta reaksi kimia yang menghasilkan energi listrik dipelajari dalam bidang elektrokimia. Manusia baru mampu menggunakan kelistrikan sejak Luigi Galvani pada tahun 1791 menemukan bahwa pada kodok yang segar dapat bergetar jika dihubungkan dengan dua macam logam bersambungan dan sejak Alessandro Volta berhasil membuat baterai pertama dengan menyusun kepingan perak dan kepingan seng serta kertas yang dibasahi larutan asam [5].

Sel Galvani terdiri atas dua elektroda dan elektrolit. Elektroda dihubungkan oleh penghantar luar yang mengangkut elektron ke dalam sel atau ke luar sel. Elektroda dapat juga atau tidak berperan serta dalam reaksi sel. Setiap elektroda dan elektrolit disekitarnya membentuk setengah sel. Reaksi elektroda adalah setengah reaksi yang berlangsung dalam setengah sel. kedua setengah sel dihubungkan dengan jembatan garam. Arus diangkut oleh ion-ion yang bergerak melalui jembatan garam. Sel Galvani atau sel Volta dapat menghasilkan energi listrik sebagai hasil reaksi kimia yang berlangsung spontan. Cara kerja dari sel Galvani sebagai berikut [5],

- a. Pada anoda terjadi oksidasi dan elektron bergerak menuju elektroda.
- b. Elektron mengalir melalui sirkuit luar menuju elektroda.
- c. Elektron berpindah dari katoda ke zat elektrolit, zat akan mengalami reduksi.



II. 5 Elektroda

Elektroda adalah konduktor yang digunakan untuk bersentuhan dengan bagian atau media non-logam dari sebuah sirkuit (semikonduktor, elektrolit atau vakum). Ungkapan kata ini diciptakan oleh ilmuwan Michael Faraday dari bahasa Yunani elektron (berarti amber, dan hodos sebuah cara). Elektroda dalam sel elektrokimia dapat disebut sebagai anoda atau katoda, kata-kata yang diciptakan oleh Faraday [5].

Anoda ini didefinisikan sebagai elektroda dimana elektron datang dari sel elektrokimia dan oksidasi terjadi dan katoda didefinisikan sebagai elektroda di mana elektron memasuki sel elektrokimia dan reduksi terjadi. Setiap elektroda dapat menjadi sebuah anoda dan katoda tergantung dari tegangan listrik yang diberikan ke sel elektrokimia tersebut. Elektroda bipolar adalah elektroda yang berfungsi sebagai anoda dari sebuah sel elektrokimia dan katoda bagi sel elektrokimia lainnya [5].

II. 6 Kelistrikan Buah

Indonesia telah menghasilkan buah-buahan dengan beraneka ragam yang biasa kita temui dan kita konsumsi. Dalam masing-masing jenis buah memiliki berbagai rasa dan khasiat, sebagian besar orang-orang menyukai buah yang rasanya manis dan enak walaupun harganya mahal seperti apel, durian, anggur, dan lainnya, akan tetapi sebagian orang memandang sebelah mata buah-buahan

yang murah dan mudah ditemukan di kebun meskipun rasanya tidak enak



tetapi sebenarnya khasiat atau manfaatnya tidak kalah dengan buah-buahan yang biasa kita konsumsi seperti belimbing wuluh ataupun pisang [5].

Reaksi antara potassium atau kalium dan garam sodium dapat membentuk kalium klorida (KCl). Menurut Jamal (2008) KCl merupakan elektrolit kuat yang mampu terionisasi dan menghantarkan arus listrik. Pisang juga mengandung magnesium dan seng. Magnesium (Mg) dapat bereaksi dengan diklorida dan menjadi elektrolit kuat. Jumlah magnesium hanyalah 15% dari jumlah pisang keseluruhan. Pisang juga mengandung Seng (Zn) yang merupakan elektroda positif. Jumlah kandungan seng dalam pisang hanya mencapai 2%. Sehingga mineral yang paling berperan dalam menghantarkan listrik adalah potassium atau kalium yang bereaksi dengan garam sodium. Garam magnesium dan seng diduga juga turut berperan dalam menghantarkan dan menyimpan arus listrik searah [5].

Percobaan Sucipto (2007) membuktikan bahwa kulit pisang dan jeruk dapat digunakan sebagai sumber arus listrik searah. Mineral dalam jumlah terbanyak adalah potassium atau kalium (K^+). Kulit pisang juga mengandung garam sodium yang mengandung klorida (Cl^-) dalam jumlah sedikit [5].

II. 7 Potensial Elektroda

Untuk menggerakkan muatan dari satu titik ke titik lain diperlukan beda potensial listrik antara kedua muatan. Beda potensial diukur antara dua elektroda yaitu elektroda pengukur dan elektroda pembanding. Sebagai elektroda

yang digunakan hidrogen ($H^+ | H_2$). Beda potensial inilah yang dinyatakan



sebagai daya gerak listrik (DGL). Potensial elektroda hidrogen standar diberi harga = 0 volt ($E^\circ = 0$ Volt) [2].

Banyaknya arus listrik yang dihasilkan dari kedua elektroda dapat ditentukan dengan menetapkan potensial elektroda dari Zn dan Cu. Hanya saja potensial elektroda suatu zat tidak mungkin berdiri sendiri, harus ada patokan yang menjadi standar. Sebagai elektroda standar digunakan elektroda hidrogen. Jadi potensial elektroda digambarkan dengan reaksi reduksi. Tetapi jika zat ternyata lebih mudah melakukan reaksi oksidasi dibanding hidrogen, maka harga potensial elektrodanya adalah negatif. Dalam hal ini potensial oksidasinya positif, tetapi karena potensial elektroda harus ditulis reduksi berarti reduksinya adalah negatif [6].

II. 8 Energi

Dalam Undang-Undang No.30 tahun 2007, energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja atau memindahkan benda yang dapat berupa panas, cahaya, mekanika, kimia dan elektromagnetika. Sedangkan sumber energi diartikan sebagai suatu yang dapat menghasilkan energi baik secara langsung maupun melalui proses konversi atau transformasi. Perubahan bentuk energi satu ke jenis lainnya dapat dilakukan dengan teknologi sistem konversi energi. Energi yang dipindahkan ke sistem, untuk memindahkan energi ke sistem harus ada potensial atau *driving force* yang menyebabkan energi dapat melewati sistem.

atau *driving force* tersebut berupa gaya mekanik, gaya listrik atau suhu. Energi yang berkaitan dengan masing-masing potensial disebut



dengan: kerja, energi listrik dan panas. Jika energi ditambahkan ke dalam sistem, maka akan terjadi perubahan energi pada sistem tersebut, terkecuali jika sejumlah energi yang sama secara simultan dikeluarkan dari sistem tersebut. Penambahan energi pada sistem dapat mengakibatkan perubahan internal sistem seperti perubahan suhu, ekspansi/perubahan bentuk maupun fase [6].

II. 9 Elektrolit

Elektrolit adalah suatu zat yang larut atau terurai kedalam bentuk ion-ionnya. Zat yang jumlahnya lebih sedikit di dalam larutan disebut sebagai zat terlarut atau *solute*, sedangkan zat yang jumlahnya lebih banyak daripada zat-zat lain dalam larutan disebut pelarut atau *solvent*. Komposisi zat terlarut dan pelarut dalam larutan dinyatakan konsentrasi larutan, sedangkan proses pencampuran zat terlarut dan pelarut membentuk larutan disebut pelarutan atau solvani. Elektrolit dapat berubah senyawa garam, asam atau amfoter. Elektrolit kuat identik dengan asam, basa dan garam. Elektrolit merupakan senyawa yang berikatan ion dan kovalen polar. Sebagian besar senyawa yang berikatan ion merupakan elektrolit kuat sebagai contoh garam dapur atau NaCl [4].

II. 10 Kulit Pisang

Kulit pisang mengandung karbohidrat dan kaya akan mineral seperti kalium, magnesium, fosfor, klorida, kalsium dan besi. Karbohidrat mengandung

apabila glukosa dicampur dengan air dan didiamkan dalam ruang kedap udara selama beberapa hari maka akan terjadi fermentasi sehingga diperoleh



etanol. Etanol lama kelamaan akan teroksidasi menjadi asam etanoat atau asam asetat. Reaksi yang terjadi yaitu sebagai berikut :



Asam asetat merupakan salah satu jenis zat elektrolit. Dalam kulit pisang yang sudah difermentasi memiliki sifat asam yang berasal dari kandungan asam asetat, hal tersebut terbukti ketika pH larutan diukur dengan pH universal, pH berkisar antara 4-5. Selain mengandung asam asetat, kulit pisang mengandung zat elektrolit lain seperti kalium dan garam klorida. Kalium dan garam klorida bereaksi membentuk garam kalium klorida. Garam kalium klorida dalam air dapat menghantarkan listrik karena dapat terionisasi. Reaksi ionisasi yang terjadi yaitu sebagai berikut :



Arus listrik dapat mengalir karena seng bertindak sebagai katoda (+) yang bersifat menarik ion negatif dan tembaga bertindak sebagai anoda (-) yang bersifat menarik ion positif. Ketika air rendaman kulit pisang bersentuhan dengan unsur seng dan tembaga terjadi reaksi ionisasi dalam larutan, sehingga dapat terjadi aliran elektron yang menyebabkan arus listrik mengalir. Jika kedua elektroda dihubungkan dengan lampu maka arus akan mengalir dari anoda ke katoda dan lampu menyala [1].

II. 11 Rangkaian Listrik [7]

Rangkaian listrik merupakan interkoneksi berbagai piranti yang secara bersama-sama melaksanakan suatu tugas tertentu. Tugas itu dapat berupa proses energi



ataupun proses informasi. Melalui rangkaian listrik, energi maupun informasi dikonversi menjadi energi listrik atau sinyal listrik.

Secara umum suatu rangkaian listrik terdiri dari bagian aktif yaitu bagian yang memberikan daya, bagian tersebut sebagai sumber, dan bagian pasif yaitu bagian yang menerima daya sebagai beban, sumber dan beban terhubung oleh penyalur daya yang kita sebut saluran.

Dalam analisis rangkaian listrik, besaran listrik yang sering kita olah adalah tegangan, arus, dan daya listrik. Sumber biasanya dapat dinyatakan dengan daya, tegangan, maupun arus yang mampu ia berikan. Beban biasa dinyatakan dengan daya atau arus yang diserap atau diperlukan. Sering pula dinyatakan oleh nilai elemen yang sering kita temui adalah resistor, induktor dan kapasitor.

Arus listrik dinyatakan dengan simbol I , merupakan ukuran dari aliran muatan. Arus listrik merupakan laju perubahan jumlah muatan yang melewati titik tertentu. Dalam sistem satuan SI, arus mempunyai satuan *Ampere*, dengan singkatan A . karena satuan muatan adalah *Coloumb* dengan singkatan C . Perlu kita ingat bahwa ada dua jenis muatan yaitu muatan positif dan negatif. Arah arus positif ditetapkan sebagai arah aliran muatan positif.

Tegangan (V) terkait dengan perubahan energi yang dialami oleh muatan pada waktu ia berpindah dari satu titik ke titik yang lain di dalam rangkaian. Tegangan antara titik A dan titik B di suatu rangkaian didefinisikan sebagai perubahan energi persatuan muatan. Satuan tegangan adalah Volt, dengan

V . Daya (p) didefinisikan sebagai laju perubahan energi, satuan daya Watt dengan singkatan W .



Dua elemen dikatakan terhubung paralel jika mereka terhubung pada dua simpul yang sama dimana tegangan pada elemen tersebut sama. Dua elemen dikatakan terhubung seri jika mereka hanya mempunyai satu simpul bersama dan tidak ada elemen lain yang terhubung pada simpul itu dimana arus pada kedua elemen tersebut sama.

II. 12 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman atau pH digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. Istilah pH diturunkan dari konsentrasi ion hidrogen dalam suatu larutan. (H^+) adalah konsentrasi ion hidrogen, pH normal memiliki nilai 7, bila nilai $pH > 7$ menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa, sedangkan $pH < 7$ menunjukkan zat tersebut bersifat asam. pH 0 menunjukkan derajat keasaman tertinggi dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan tertinggi [5].

