

FILTRASI JERUK NIPIS YANG DITAMBAHKAN NaCl + Na-EDTA SEBAGAI ELEKTROLIT BATERAI DENGAN *CHARGER SOLAR CELL*

Moranain Mungkin¹, Tulus Ikhsan²

Universitas Medan Area (UMA)

Jl. Kolam No. 1 Medan Estate/Jl. Gedung PBSI Medan 20223 Indonesia

Universitas Sumatera Utara (USU)

Jl. Dr. T. Mansyur No. 9. Kampus USU, Medan 20155 Sumatera Utara Indonesia

E-mail : moranainmungkin@gmail.com, ikhsan05@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang studi filtrasi air jeruk nipis yang ditambahkan NaCl + Na-EDTA sebagai elektrolit baterai. Selama ini elektrolit baterai dipakai H₂SO₄. Karena H₂SO₄ mengakibatkan gatal-gatal dan luka, bahkan bersifat racun bagi tubuh bila terhirup, maka saya mencari elektrolit alternatif yang ramah lingkungan dari nabati yaitu menggunakan filtrasi air jeruk nipis (FJN) sehingga didapat tegangan sampai 7,40 Volt sedangkan elektrolit H₂SO₄ sampai dengan 12 Volt. Untuk kedepan akan dilanjutkan bagaimana dapat meningkatkan karakteristik elektrolit FJN sehingga sampai sama dengan elektrolit H₂SO₄.

Kata kunci: Filtrasi Jeruk Nipis, Baterai Jeruk Nipis, Alternatif Elektrolit Baterai.

I. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan energi yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Dari kebutuhan yang sifatnya mendasar seperti untuk kebutuhan rumah tangga hingga untuk kebutuhan komersial, hampir semuanya membutuhkan energi listrik. Tetapi saat ini, ketersediaan sumber energi listrik tidak mampu memenuhi peningkatan kebutuhan listrik di Indonesia. Seiring dengan bertambahnya zaman, ilmu pengetahuanpun juga semakin berkembang. Para peneliti

berlomba – lomba untuk menemukan energi alternatif oleh karena bahan bakar fosil yang semakin langka dan keadaan bumi ini yang terpuruk karena tercemar oleh berbagai polusi. Salah satu penelitian energi alternatif adalah pada sumber listrik, bagaimana sebuah sumber listrik dapat dihasilkan dengan bahan baku yang mudah didapat dan diperbaharui, salah satunya adalah sumber energi matahari.(Firmansyah,2011)

Potensi dari sumber matahari dapat memberikan sumbangan yang besar, bila

dapat dimanfaatkan secara optimal dengan mendesain suatu sistem pengubah energi yang dapat mensuplai kebutuhan energi. Penggunaan sumber energi matahari ini mempunyai beberapa keuntungan antara lain tersedianya sumber energi yang cuma-cuma, ramah lingkungan sehingga bebas polusi, dan tak terbatas. Namun satu masalah yang muncul pada penggunaan energi matahari ini adalah energi yang dihasilkan berubah-ubah tergantung pada musim dan lingkungan. Oleh karena itu dibutuhkan suatu sistem penyimpanan energi yaitu *accumulator* atau baterai. Energi matahari yang dihasilkan dari matahari dapat digunakan untuk mencharge daya ke *accumulator* untuk selanjutnya dari *accumulator* tersebut dapat digunakan untuk mencatu beban. baterai merupakan sel elektrokimia atau sel Volta yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. (Marty,1997)

Baterai berdasarkan jenis larutan elektrolitnya digolongkan sebagai baterai basah contohnya *accumulator* (aki) dan baterai kering contohnya batu baterai. Baterai basah berbasis larutan H_2SO_4 paling banyak digunakan dalam aki kendaraan. Namun baterai ini cukup berbahaya karena mengandung larutan H_2SO_4 yang tidak ramah lingkungan dan cukup berbahaya bagi tubuh manusia. Larutan ini terbuat dari sintesis/anorganik, sehingga dapat menjadi bahan pencemar. Penggunaan H_2SO_4 juga memerlukan penanganan khusus karena bisa menimbulkan luka jika terkena kulit dan bersifat racun bagi tubuh bila terhirup. Oleh karenanya perlu dikaji studi mengenai pembuatan baterai ramah lingkungan dengan

mengganti elektrolit baterai dari H_2SO_4 dengan bahan alam yang ramah lingkungan. (Supena, 2009).

Penelitian ini bertujuan :

1. Untuk mengetahui apakah filtrasi jeruk nipis berpotensi sebagai elektrolit baterai.
2. Mengetahui berapa lama tegangan baterai elektrolit FJN dapat bertahan dengan kondisi tanpa beban dan diberi beban.
3. Untuk mengetahui apakah baterai elektrolit FJN bisa di-charge dengan menggunakan sumber listrik *solarcell*
4. Agar mengetahui apakah dengan penambahan bahan aditif NaCl + Na-EDTA kepada elektrolit FJN dapat meningkatkan besar tegangan dan daya tahan baterai dengan kondisi tanpa beban dan diberi beban.
5. Agar mengetahui apakah baterai elektrolit FJN + NaCl + Na-EDTA bisa di-charge dengan menggunakan sumber listrik *solar cell*.
6. Membuat perbandingan karakteristik dari kedua jenis elektrolit FJN dengan pembandingan elektrolit H_2SO_4 dari model kondisi yang diuji.

II. LANDASAN TEORI

2.1. Baterai Jeruk Nipis sebagai Sel Volta

Sel Volta merupakan jenis sel elektrokimia yang dapat menghasilkan energi listrik dari reaksi redoks yang berlangsung spontan. Baterai jeruk nipis merupakan sel Volta, karena kandungan kimia yang terdapat dalam jeruk nipis dapat berubah menjadi energi listrik. Hal itu ditentukan oleh anoda dan katoda dalam

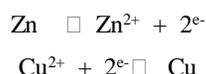
jeruk tersebut. Anoda yang berupa uang logam ditancapkan pada pangkal jeruk nipis. Sedangkan katoda yang berupa lempengan seng ditancapkan pada bagian bawah jeruk tersebut.

Selain itu untuk menghubungkan anoda dan katoda dari jeruk nipis yang satu dengan yang lain digunakan kabel yang telah dililitkan pada penjepit kertas. Lakukan hal tersebut dengan ke enam jeruk lainnya. Sehingga setelah semuanya tersambung akan didapat anoda dan katoda di ujung jeruk pertama dan terakhir. Kemudian anoda dan katoda tersebut disambungkan pada kaki-kaki LED, sehingga LED menyala. Hal ini terjadi karena adanya larutan elektrolit yang terkandung dalam air asam jeruk nipis tersebut. (Latipah, 2012)

Persamaan reaksinya yaitu sebagai berikut :



Persamaan setengah sel dan diagram sel :



2.2. Na-EDTA

EDTA adalah kependekan dari *Ethylene Diamin Tetra Acetic*. EDTA berupa senyawa kompleks kelat dengan rumus molekul :



Merupakan suatu senyawa asam amino yang secara luas dipergunakan untuk mengikat ion logam - logam bervalensi dua dan tiga. EDTA merupakan senyawa yang mudah larut dalam air, serta dapat diperoleh dalam keadaan murni. Tetapi dalam penggunaannya, karena adanya sejumlah tidak tertentu dalam air, sebaiknya distandardisasi terlebih dahulu. Ikatan pada

EDTA, yaitu ikatan N yang bersifat basa mengikat ion H^+ dari ikatan karboksil yang bersifat asam. Jadi dalam bentuk Ionatan pada EDTA ini terjadi reaksi intra molekuler (maksudnya dalam molekul itu sendiri), maka rumus senyawa tersebut disebut "*zwitter ion*". EDTA dijual dalam bentuk garam natriumnya, yang jauh lebih mudah larut daripada bentuk asamnya.

2.3. NaCl (Garam Dapur)

Dalam ilmu kimia, garam adalah senyawa ionik yang terdiri dari ion positif (kation) dan ion negatif (anion), sehingga membentuk senyawa netral (tanpa bermuatan). Garam terbentuk dari hasil reaksi asam dan basa. Kation garam dapat dianggap berasal dari suatu basa, sedangkan anionnya berasal dari suatu asam. Jadi, setiap garam mempunyai komponen basa (kation) dan asam (anion).

Larutan garam dalam air (misalnya natrium klorida dalam air) merupakan larutan elektrolit, yaitu larutan yang dapat menghantarkan arus listrik. Cairan dalam tubuh makhluk hidup mengandung larutan garam, misalnya sitoplasma dan darah. Tapi, karena cairan dalam tubuh ini juga mengandung banyak ion-ion lainnya, maka tidak akan membentuk garam setelah airnya diuapkan.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Metode Eksperimen

Metode ini dilaksanakan di laboratorium Terpadu LIDA USU. Percobaan dilakukan pada baterai aki (basah) merek Vios, dimana mengganti jenis elektrolitnya dengan elektrolit filtrasi jeruk

nipis dan elektrolit dengan penambahan bahan aditif. Percobaan ini dilakukan dengan urutan sampel sebagai berikut:

1. Baterai diisi dengan elektrolit FJN murni dengan volume 400 mL.
2. Baterai diisi dengan elektrolit FJN murni + larutan NaCl + Na-EDTA dengan volume FJN murni 400 mL dan larutan NaCl 5 M dengan massa 100 gr.
3. Sebagai *sample* pembanding digunakan baterai yang diisi dengan elektrolit H₂SO₄.

3.2. Metode Pengolahan dan Analisis Data

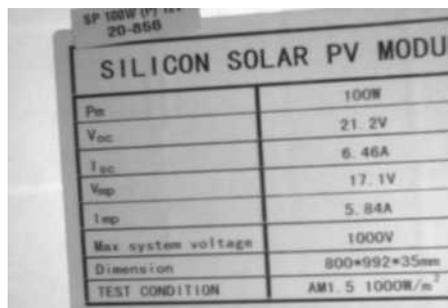
Metode ini bertujuan untuk mencatat reaksi yang terjadi pada masing-masing baterai terutama parameter pH, tegangan, daya tahan baterai dalam menyuplai daya listrik kepada beban 12 Volt 8 Watt dan kemampuan baterai dalam proses pengisian (*recharge*), sehingga dari data ini dapat diolah menjadi bentuk grafik hasil reaksi yang terjadi. Data-data yang diperoleh akan dianalisis dengan menggunakan grafik sehingga hubungan antara besaran-besaran yang didapatkan dari hasil reaksi yang terjadi pada baterai dapat terlihat, sehingga dapat diambil suatu kesimpulan yang benar.

3.3. Persiapan Alat dan Bahan

3.3.1. Alat

1. Baterai basah (aki), merek Vios dengan kapasistas 12 V dan 7 Ah.
2. Beban (*load*), lampu 12 V 8 Watt.
3. Kain serbet dengan diameter pori 2 mikron dan sapu tangan dengan diameter pori 1,5 mikron, berfungsi sebagai penyaringan (filtrasi awal).

4. Kertas saring
5. *Breakerglass*
6. pH meter digital
7. Multimeter merek sanwa cd-7000
8. *Solar cell* dengan spesifikasi seperti Gambar 3.1 berikut :



SILICON SOLAR PV MODUL	
Pin	100W
V _{oc}	21.2V
I _{sc}	6.46A
V _{mp}	17.1V
I _{mp}	5.84A
Max system voltage	1000V
Dimension	800*992*35mm
TEST CONDITION	AM1.5 1000W/m ²

Gambar 3.1. Spesifikasi *solar cell*

9. *PWM Solar Charge Controller* dengan spesifikasi 12 -24 V/ 10 A.
10. Adaptor 12 Volt DC / 2 A

3.3.2. Bahan

1. Larutan H₂SO₄ dengan volume 400 mL
2. Filtrasi air jeruk nipis dengan volume 400 mL
3. Larutan NaCl 0,5 M sampai 5 M dengan volume masing-masing 300 mL
4. Aquades secukupnya
5. Na-EDTA

3.3.3. Model Sampel

Untuk model sampel pengujian yang akan dijadikan sebagai elektrolit baterai pada penelitian ini adalah :

1. Elektrolit dari filtrasi air jeruk nipis
2. Elektrolit filtrasi air jeruk nipis + larutan NaCl + Na-EDTA
3. Elektrolit H₂SO₄ sebagai pembanding

3.4. Langkah Kerja

3.4.1. Proses Pembuatan Bahan

Bahan pengujian tersebut di atas didapatkan melalui tahapan berikut :

- a. Jeruk nipis sebagai bahan utama dibersihkan dan dipotong, setelah itu diambil cairannya. Untuk mendapatkan air jeruk nipis maka dilakukan dengan 2 cara :
 - a.1. Diperas manual (dengan tangan)
 - a.2. Dengan menggunakan alat *extractor*

Setelah didapatkan cairan jeruk nipis, untuk selanjutnya dilakukan proses filtrasi untuk mendapatkan cairan yang paling bersih agar tidak ada lagi padatan-padatan yang mengotori.

- b. Penyaringan (Filtrasi)

Penyaringan untuk pertama kali dilakukan menggunakan saringan biasa (menggunakan saringan teh) untuk menyaring bagian jeruk yang besar (biji, kulit dalam, gulir-gulir ukuran besar) kemudian digunakan *filter paper* nomor 40 untuk menyaring bagian – bagian yang lebih halus lagi.

Catatan : untuk setiap jeruk nipis yang sudah diperas, perlu didiamkan beberapa lama, agar ampas mengendap kebawah dan mempermudah penyaringan.



Gambar 3.1. Proses penyaringan air jeruk nipis

- c. NaCl disiapkan untuk dicampurkan dengan FJN sebagai sampel ke 2.
- d. Na-EDTA juga disiapkan untuk dicampurkan dengan sampel ke 2.

3.5. Proses Pencampuran

Setelah bahan utama tadi sudah dipersiapkan maka tahap selanjutnya adalah proses pencampuran. Berikut ini akan dijelaskan bagaimana cara pencampurannya beserta komposisi uji-nya.

3.5.1. Pencampuran FJN dengan Larutan NaCl

- a. Setelah bahan FJN dipersiapkan, kemudian garam ditimbang dan menentukan konsentrasinya seperti Tabel 3.1 di bawah.
- b. Selanjutnya, setiap FJN dicampur dengan larutan NaCl dengan perbandingan yang berbeda kemudian diaduk sehingga merata (homogen) seluruhnya. Berikut Tabel 3.1, yang menerangkan komposisi pencampuran filtrasi jeruk nipis dengan larutan NaCl :

Tabel 3.1.
Pencampuran filtrasi jeruk nipis + larutan NaCl

Jenis Bahan	Komposisi Sampel Uji			
	FJN(Volume)	Larutan Garam (M)	Garam (gr)	Aquades (mL)
FJN	400 mL	0,5 M	10	300
FJN	400 mL	1 M	20	300
FJN	400 mL	1,5 M	30	300
FJN	400 mL	2 M	40	300
FJN	400 mL	2,5 M	50	300
FJN	400 mL	3 M	60	300
FJN	400 mL	3,5 M	70	300
FJN	400 mL	4 M	80	300
FJN	400 mL	4,5 M	90	300
FJN	400 mL	5 M	100	300

3.6. Proses Pemasukan Sampel ke dalam Baterai

Filtrasi jeruk nipis yang telah diberi campuran maupun yang tidak dicampur dengan bahan additif seperti model sampel di atas selanjutnya dimasukkan ke dalam masing-masing baterai aki dengan catatan campuran yang dimasukkan ke dalam baterai adalah campuran terbaik yaitu campuran yang terakhir (tulisan yang diwarnai di atas). Pada setiap aki baterai terdapat 6 *cell* yang masing-masing memiliki kapasitas volume 60 mL.

3.7. Proses Pengujian

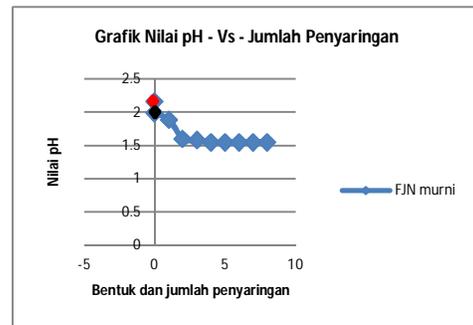
Pengujian dilakukan pada masing-masing model sampel. Adapun pengujian yang dilakukan meliputi pengujian :

1. Nilai pH elektrolit FJN sebelum dan sesudah dimasukkan ke dalam baterai
2. Nilai pH elektrolit FJN sebelum dan sesudah dibebani
3. Tegangan awal baterai ketika dimasukkan elektrolit pertama kali.
4. Daya tahan tegangan baterai sebelum dan sesudah dibebani
5. Kemampuan baterai pada saat proses *recharge* dengan 2 metode pengisian yaitu :
 - a. *Recharge* menggunakan sumber listrik PLN 220 Volt AC dengan sistem adaptor 12 Volt DC, 2 A (yang terukur).
 - b. *Recharge* menggunakan sumber listrik *solar cell* dengan sistem *PWM Solar Charger Controller* 12 Volt DC, 1 A (yang terukur).

6. Membuat perbandingan hasil yang didapatkan dari ke 2 sampel baterai dengan objek pembanding adalah baterai elektrolit H_2SO_4 .

IV. HASIL PENELITIAN DAN ANALISA

4.1. Hasil Pengukuran Nilai pH Elektrolit FJN



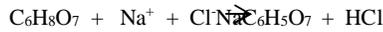
Gambar 4.1. Grafik nilai pH FJN -vs-jumlah penyaringan(kondisi elektrolit belum dimasukkan ke dalam baterai)

Gambar 4.1 di atas dapat dilihat bahwa untuk kondisi elektrolit FJN semacam ini ternyata bentuk dan jumlah penyaringan yang dilakukan sangat berpengaruh terhadap nilai pH-nya, artinya semakin banyak jumlah penyaringan yang dilakukan maka semakin rendah nilai pH-nya. Hal ini disebabkan karena padatan-padatan yang terkandung di dalam air jeruk nipis seperti ampas bulir, ampas kulit dalamnya telah terangkat.

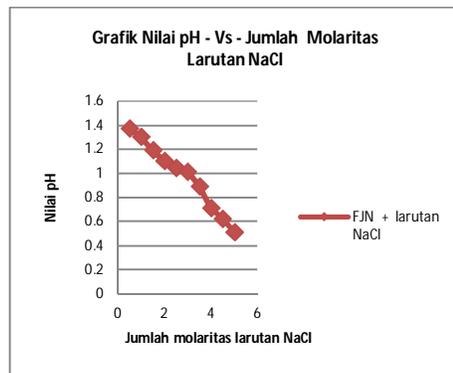
4.2. Hasil Pengukuran Nilai pH Elektrolit (FJN + Larutan NaCl)

Gambar 4.2 di bawah ini dapat dilihat bahwa untuk kondisi FJN + larutan NaCl dengan kondisi molaritas yang dicampurkan bervariasi ternyata dapat memberikan efek terhadap nilai pH elektrolit FJN dimana

didapatkan semakin tinggi tingkat molaritas larutan NaCl yang dicampur maka semakin bertambah rendah nilai pH-nya. Secara kimiawi faktor yang menyebabkan nilai pH menurun adalah akibat penambahan larutan NaCl terhadap elektrolit FJN, dimana akan menimbulkan reaksi sebagai berikut :



Dari persamaan di atas jelas terbukti mengapa nilai pH elektrolit menurun yaitu akibat senyawa HCl (asam kuat) yang terbentuk pada elektrolit, hal ini disebabkan karena elektronegatifitas Cl (klor) memiliki elektronegatifitas yang tinggi yaitu sebesar 3,16 ditambah lagi jumlah atom-atom Cl sebesar 5 mol sehingga jumlah ion Cl untuk mengikat ion H⁺ membentuk senyawa HCl semakin banyak dan mengakibatkan elektrolit menurun pH-nya.



Gambar 4.2.

Grafik nilai pH -vs- jumlah molaritas larutan NaCl (kondisi elektrolit belum dimasukkan ke dalam baterai)

Oleh karena elektrolit FJN + larutan NaCl yang akan ataupun yang telah membentuk senyawa $3\text{NaC}_6\text{H}_5\text{O}_7 + \text{HCl}$ dikhawatirkan akan membentuk senyawa lain seperti FeCl_3 , CaCl_2 , dan lain

sebagainya juga maka dilakukanlah cara pengikatan ion-ion logam valensi 2 dan 3 dalam elektrolit agar tidak mengganggu struktur yang sudah terbentuk yaitu dengan cara penambahan Na-EDTA terhadap elektrolit FJN + larutan NaCl. Na-EDTA adalah sebagai zat yang dapat mengikat ion-ion logam bervalensi 2 dan 3 seperti besi (Fe^{3+}) dan kalsium (Ca^{2+}) yang ada dalam elektrolit agar tidak mengganggu senyawa lain dan tidak menimbulkan gumpalan pada elektrolit sehingga tidak dapat mengotori elektrolit yang berakibat menaikkan nilai pH nantinya.

Perhitungan untuk mengetahui jumlah Na-EDTA yang dicampurkan pada FJN + larutan NaCl adalah berdasar teori “dalam 1000 mL pelarut batas maksimal pemberian Na-EDTA sebanyak 10 gram”. (Harrizul Rivai, 1994). Jadi dalam penelitian ini jumlah massa Na-EDTA yang diberikan adalah :

Volume pelarut (Aquadess) = 300 mL

maka :

$$\begin{aligned} \text{Massa Na-EDTA} &= (1000 \text{ mL}) / (300 \text{ mL}) \\ &= 3,33 \text{ gram} \end{aligned}$$

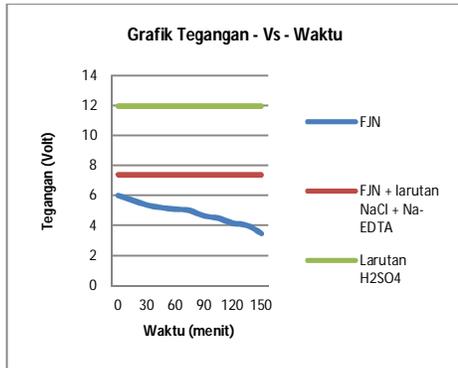
Hasil yang didapatkan adalah secara visual warna elektrolit menjadi lebih bening dan tidak nampak gumpalan-gumpalan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3 berikut ini :



Gambar 4.3.

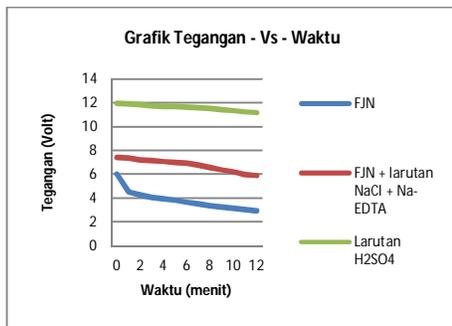
Baterai FJN + Larutan NaCl + Na-EDTA sebelum Dibebrani

4.3. Grafik Perbandingan Baterai Elektrolit FJN, FJN + larutan NaCl + Na-EDTA, dan H₂SO₄



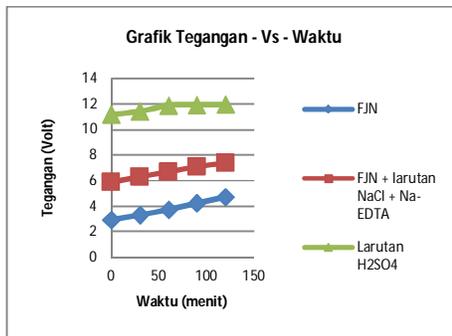
Gambar 4.4.

Grafik hasil pengujian tegangan keluaran baterai - vs- waktu(kondisi tanpa beban)



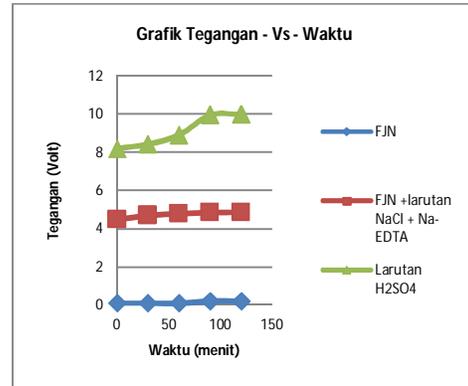
Gambar 4.5.

Grafik hasil pengujian ketahanan tegangan baterai - vs- waktu(kondisi dibebani)



Gambar 4.6.

Grafik tegangan pengisian baterai - vs- waktu (sumber listrik PLN 220 Volt AC/adaptor 12 Volt DC / 2A)



Gambar 4.7.

Grafik tegangan pengisian baterai - vs- waktu (sumber listrik solarcell /PWMsolarchargecontroller 12 Volt DC / 1A)

Dari perbandingan Grafik hasil pengujian di atas dapat dilihat bahwa filtrasi jeruk nipis sebagai elektrolit baterai yang dilakukan dengan 2 perlakuan tersebut yaitu: elektrolit menggunakan FJN dan FJN yang dicampur dengan larutan NaCl dan Na-EDTA adalah diperoleh hasil dimana setelah diuji dan pengamatan objek penelitian, kedua jenis elektrolit dapat menghasilkan tegangan namun nilainya tidak sebesar seperti elektrolit H₂SO₄. Begitu juga dengan proses pengisian muatannya kembali tidak secepat proses pengisian muatan pada elektrolit H₂SO₄ namun pada elektrolit FJN + larutan NaCl + Na-EDTA kualitas ketahanan tegangan dan kecepatan pengisian muatannya kembali dengan kondisi tanpa beban dan diberi beban hampir mendekati dengan sifat yang dijumpai pada elektrolit H₂SO₄.

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Elektrolit filtrasi jeruk nipis dapat menghasilkan tegangan jika dimasukkan ke dalam baterai aki yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti elektrolit H₂SO₄.
2. Nilai tegangan maksimal yang dihasilkan dengan menggunakan elektrolit filtrasi jeruk nipis pada sel baterai aki adalah sebesar 7,40 Volt dan arusnya sebesar 0,42 Ampere.
3. Hasil pengujian tegangan keluaran dari kedua sampel elektrolit filtrasi jeruk nipis yang dilakukan, ternyata sampel elektrolit dengan penambahan larutan NaCl dan Na-EDTA menunjukkan kontribusi yang aktif dalam memberikan reaksi untuk menghasilkan asam kuat yang dapat bereaksi dengan plat Pb dan PbO₂ pada baterai aki sehingga meningkatkan nilai tegangan baterai.
4. Hasil pengujian pH dengan tegangan keluaran berbanding terbalik dengan dibuktikannya pengujian pH dan tegangan keluaran pada masing-masing sampel elektrolit filtrasi jeruk nipis.
5. Daya tahan volume elektrolit pada FJN + larutan NaCl + Na-EDTA hampir sama dengan daya tahan volume baterai elektrolit H₂SO₄, dan kejernihannya 100 %.
6. Sumber tenaga listrik untuk penchargeran baterai yang lebih cepat tergantung dari jumlah arus dan tegangan pencharger yang diberikan pada baterai juga tidak boleh terlalu berlebihan dari arus dan tegangan yang dihasilkan oleh baterai.
7. Na-EDTA ternyata sangat baik digunakan untuk mencegah anti

koagulan pada elektrolit filtrasi jeruk nipis yang dicampur dengan larutan NaCl sehingga atom valensi 2 dan 3 yang terkandung pada campuran tetap stabil dan akan tetap terikat tanpa mengganggu reaksi pembentukan senyawa lain.

5.2. Saran

1. Perlu diadakan lagi penelitian untuk bahan pengganti plat Pb dan PbO₂ baterai aki yang dapat bereaksi lebih optimum lagi dengan elektrolit filtrasi jeruk nipis sehingga meningkatkan tegangan baterai.
2. Pada proses pemerasan dan penyaringan, perlu diperhatikan agar hasil filtrasi jeruk nipis ditutup rapat agar tidak bereaksi dengan udara luar yang dapat mempengaruhi kondisi filtrasi jeruk nipis itu sendiri.
3. Perlunya proses pengolahan maupun pencampuran filtrasi jeruk nipis dan larutan NaCl dengan baik dan benar sehingga akan diperoleh larutan yang homogen serta hasil yang maksimal.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Adityawan, Eki. 2010. Studi Karakteristik Pencatuan Solar Cell Terhadap Kapasitas Sistem Penyimpanan Energi Baterai, FT UI.
- [2]. Daniel J. 1998. Swartling And Charlotte Morgan, Lemon Cells Revisited - The Lemon-Powered Calculator, J. Chem. Educ., 75 (2), p 181.
- [3]. Firmansyah, Yayan. 2011. Degradasi Bahan Organik Dan Pemanfaatannya Sebagai Penghasil Energy Listrik Pada Sedimen Tambak Udang Melalui Sediment Microbial Fuel Cell. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan IPB.

- [4]. Golberg, Alex, Haim D. Rabinowitch, and Boris Rubinsky. 2010. Zn/Cu-Vegetative Batteries, Bioelectrical Characterizations, And Primary Cost Analyses. *Journal of Renewable and Sustainable Energy* 2: 033103.
- [5]. Green, M. A., 1982. *Solar Cells: Operating Principles, Technology, And System Applications*, Englewood Cliffs, NJ , Prentice-Hall, Inc., 288 p.
- [6]. Green, Martin A., 2011. *Progress In Photovoltaics: Research And Applications*. Solar cell efficiency tables (version 39). 20.1:12-20.
- [7]. Jayashantha, N., K. D. Jayasuriya, and R. P. Wijesundera. 2012. *Proceedings Of The Technical Sessions*. Department of Physics, University of Kelaniya. Vol. 28.
- [8]. Jauharah, Wira Dian. 2013. *Analisis Kelistrikan Yang Dihasilkan Limbah Buah Dan Sayuran Sebagai Energi Alternatif Bio-Baterai*. Fakultas MIPA Universitas Jember.
- [9]. Kenneth R. Muske, Christopher W. Nigh and Randy D. Weinstein. 2007. A Lemon Cell Battery for High-Power Applications, *J. Chem. Educ.*, 84 (4), p 635.
- [10]. Latipah, Lilik, and Ismunandar. 2012. *Identifikasi Sifat Listrik Baterai Umbi sebagai Bahan Kajian Praktikum Elektrokimia di SMA/MA*. Seminar dan Simposium Fisika.
- [11]. Morgan, Benjamin,. 2006. *The Power of Fruit: A Study in Electrochemistry*. Washington State University.
- [12]. Marsudi, Djiteng, 2005. *Pembangkitan Energi Listrik*, Erlangga,
- [13]. Marti, James J., 1997. H₂SO₄ Vapor Pressure Of Sulfuric Acid And Ammonium Sulfate Solutions. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* (1984–2012) 102.D3 (): 3725-3735.
- [14]. O'regan, Brian, and Michael Grfitzeli. 1991. A Low-Cost, High-Efficiency Solar Cell Based On Dye-Sensitized. *nature* 353 : 24.
- [15]. Porter, Donald C. Primary Battery Unit With Sprayed. U.S. Patent No. 2,678,342. 11 May 1954.
- [16]. Rauschenbach, H.S.1980. *Solar Cell Array Design Handbook - The Principles And Technology Of Photovoltaic Energy Conversion*.
- [17]. Sulaiman, A.Halim.1987. *Kimia Dasar Universitas*. Kimia USU
- [18]. Sarwono B.2005. *Buah Jeruk Nipis dan Pemanfaatannya*. AgriMedia.
- [19]. Supena, Kokot.2009. *Studi Awal Baterai Basah Berbasis Larutan Hcl*. Fisika Itb.
- [20]. Zeng, L., Yi, Y. Hong, C., Liu, J. 2009. Efficiency Enhancement In Si Solar Cells By Textured Photonic Crystal Back Reflector, *Applied Physics Letters* , Volume: 89, Issue: 11.
- [21].<http://www.powerstream.com/1922/batt.../chapter06.html>.
- [22].<http://www.slideshare.net/SeptiDwisidiHapsari/reaksi-reaksi-dalam-larutan-asam-dan-basa?related=1>.
- [23]. <http://alchemy.mipa.uns.ac.id/jurnal/c/download/beddc-3.--SENTOT--Jadi-.doc>.
- [24].[http://www.chem-is-try.org/materi kimia/kimia anorganik1/logam transisi/tembaga-anorganik/](http://www.chem-is-try.org/materi/kimia/kimia_anorganik1/logam_transisi/tembaga-anorganik/).
- [25].[http://www.academia.edu/3817195/LA PORAN RESMI](http://www.academia.edu/3817195/LA_PORAN_RESMI).
- [26].<http://www.saddamarafat13026.blog.teknikindustri.ft.mercubuana.ac.id/?p=238>.