

Studi Pengaruh Bahan Aditif NaCl dan Na-EDTA pada Elektrolit Baterai Berbahan Filtrasi Air Jeruk Nipis

Moranain Mungkin

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area
Jl. Kolam No. 1 Medan Estate/Jl. Gedung PBSI Medan 20223
moranainmungkin@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang studi pengaruh bahan aditif NaCl dan Na-EDTA pada elektrolit baterai berbahan filtrasi air jeruk nipis. Selama ini elektrolit baterai dipakai H_2SO_4 . Karena H_2SO_4 mengakibatkan gatal-gatal dan luka, bahkan bersifat racun bagi tubuh bila terhirup, maka dalam penelitian dilakukan penggantian elektrolit alternatif yang ramah lingkungan dari nabati yaitu menggunakan filtrasi air jeruk nipis (FAJN). Namun hasil yang didapatkan kurang baik sehingga dilakukan penambahan bahan aditif larutan NaCl dan Na-EDTA kepada elektrolit FAJN. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penambahan bahan aditif ini dapat meningkatkan karakteristik mendekati jenis elektrolit H_2SO_4 , sehingga didapat tegangan yang dihasilkan sampai 7,40 Volt sedangkan elektrolit FAJN murni saja hanya 6 Volt. Untuk ke depan akan dilanjutkan bagaimana dapat meningkatkan karakteristik elektrolit FAJN sehingga sampai sama dengan elektrolit H_2SO_4 .

Kata kunci: Elektrolit Nabati, Bahan Aditif, Elektrolit FAJN, Aditif NaCl dan Na-EDTA.

I. PENDAHULUAN

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. (Supena, 2009).

Oleh karenanya perlu dikaji studi mengenai pembuatan baterai ramah lingkungan dengan mengganti elektrolit baterai dari H_2SO_4 dengan bahan alam yang ramah lingkungan. Adapun bahan yang dimaksud pada penelitian ini adalah air jeruk nipis hasil filtrasi. Namun yang menjadi kajian adalah bagaimana cara pengoptimalan hasil filtrasi air jeruk nipis sebagai elektrolit baterai ini mampu mendekati karakteristik yang dimiliki oleh elektrolit H_2SO_4 .

Penelitian ini bertujuan :

1. Untuk memanfaatkan bahan aditif NaCl dan Na-EDTA sebagai pengoptimalan karakteristik elektrolit filtrasi air jeruk nipis pada baterai.
2. Untuk mengetahui apakah dengan penambahan bahan aditif NaCl dan Na-EDTA kepada elektrolit filtrasi air jeruk nipis dapat berpengaruh terhadap peningkatan besar tegangan dan daya tahan baterai dengan kondisi tanpa beban dan diberi beban.
3. Untuk melihat perbandingan karakteristik dari elektrolit filtrasi air jeruk nipis yang belum

diberi bahan aditif dengan elektrolit filtrasi air jeruk nipis yang telah diberi bahan aditif NaCl dan Na-EDTA.

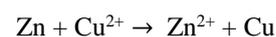
4. Membandingkan karakteristik elektrolit filtrasi air jeruk nipis dengan bahan aditif NaCl dan Na-EDTA dengan elektrolit H_2SO_4 .

II. LANDASAN TEORI

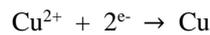
A. Baterai Jeruk Nipis sebagai Sel Volta

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 :



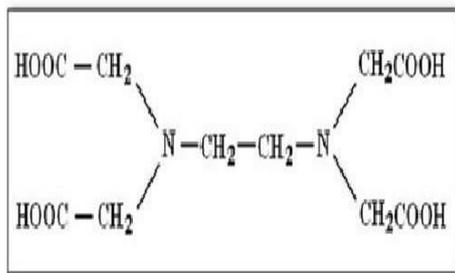
Persamaan setengah sel dan diagram sel :



B. Na-EDTA

EDTA adalah kependekan dari *Ethylene Diamin Tetra Acetic*. EDTA berupa senyawa kompleks khelat dengan rumus molekul $(\text{HO}_2\text{CCH}_2)_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H})_2$. Merupakan suatu senyawa asam amino yang secara luas dipergunakan untuk mengikat ion logam logam bervalensi dua dan tiga. EDTA mengikat logam melalui empat karboksilat dan dua gugus amina. EDTA membentuk kompleks kuat terutama dengan Mn (II), Cu (II), Fe (III), dan Co (III) (Anonim, 2008).

Etilendiamintetrasetat atau yang dikenal dengan 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.



Gambar 1. Struktur EDTA

(Sumber: http://www.kimia.clas.web.id/2015/12/praktikum-kimia-analisis-penetapan_52.html)

Terlihat dari strukturnya bahwa molekul tersebut mengandung baik donor elektron dari atom oksigen maupun donor dari atom nitrogen sehingga dapat menghasilkan khelat bercincin sampai dengan enam secara serempak (Khopkar, 1990).

C. Larutan NaCl sebagai Elektrolit

Bila dua elektroda dihubungkan dengan konduktor listrik, maka akan terjadi rangkaian yang sempurna dan meter bergerak. Bila elektroda-elektroda dimasukkan dalam gelas piala yang berisi air, ternyata meter menunjukkan hampir nol, ini menyatakan bahwa air tidak menghantarkan listrik dengan baik. Jika gula dilarutkan dalam air, larutan gula juga tidak menghantarkan arus listrik, tetapi jika NaCl dilarutkan dalam air, larutan akan menghantarkan arus listrik. (Sastrohamidjojo, 2005)

D. Sel Aki

Sel aki atau *accu* merupakan contoh sel volta yang bersifat *reversibel*, dimana hasil reaksi dapat diubah kembali menjadi zat semula. Pada sel aki

jika sudah lemah dapat diisi ulang, sedangkan pada sel baterai tidak bisa. Sel ini terdiri atas:

Anoda : Lempeng logam timbal (Pb).

Katoda : Lempeng logam oksida timbal (PbO₂).

Ektrolit : Larutan asam sulfat (H₂SO₄) encer.

Ketika sel ini menghasilkan arus listrik, anoda Pb dan katoda PbO₂ berubah membentuk PbSO₄. Ion H⁺ dari H₂SO₄ berubah membentuk H₂O sehingga konsentrasi H₂SO₄ akan berkurang. Kemudian sel aki dapat diisi/disetrum kembali, sehingga konsentrasi asam sulfat kembali seperti semula. Proses ini nanti merupakan contoh dalam sel elektrolisis (Utami, B., dkk, 2009).

III. METODE PENELITIAN

A. Metode Eksperimen

Metode ini dilaksanakan di Laboratorium Fisika dan Kimia UMA. Percobaan dilakukan pada baterai aki (basah) merek Vios, dimana mengganti jenis elektrolitnya dengan elektrolit filtrasi air jeruk nipis dengan penambahan bahan aditif NaCl dan Na-EDTA. Percobaan ini dilakukan dengan urutan sebagai berikut:

1. Baterai diisi dengan elektrolit hasil filtrasi air jeruk nipis alami (tanpa campuran) dengan volume 400 mL dan selanjutnya dilakukan pengukuran.
2. Baterai diisi dengan elektrolit campuran filtrasi air jeruk nipis alami dengan bahan aditif NaCl dan Na-EDTA dan selanjutnya dilakukan pengukuran.

B. Metode Pengolahan dan Analisis Data

Metode ini bertujuan untuk mencatat hasil pengukuran reaksi yang terjadi pada masing-masing baterai terutama parameter pH, tegangan, daya tahan baterai dalam menyuplai daya listrik kepada beban lampu 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.

C. Persiapan Alat dan Bahan

Alat

1. pH meter digital
2. Multimeter merek sanwa cd-7000
3. Adaptor 12 Volt DC / 2 A
4. Kamera digital
5. *Beacker glass*
6. Gelas ukur
7. Pengaduk kaca
8. Corong kaca
9. Neraca digital

Bahan

1. Baterai basah (Aki), merek Vios dengan spesifikasi 12 V dan 7 AH.
2. Beban (*load*), lampu 12 V/ 8 Watt
3. Filtrasi air jeruk nipis
4. NaCl
5. Aquades
6. Na-EDTA
7. Larutan H₂SO₄

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 dari filtrasi air jeruk nipis dengan penambahan bahan aditif larutan NaCl dan Na-EDTA
3. Elektrolit dari H₂SO₄ sebagai pembanding

D. Langkah Kerja

1. Menyediakan air jeruk nipis hasil filtrasi sebanyak 10 gelas dengan volume masing-masing 400 mL (sampel pertama)
2. Menyediakan larutan NaCl mulai dari 0,5M hingga 5M dengan volume masing-masing 300 mL dengan cara:

Misalnya diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Massa NaCl} &= 100 \text{ gr} \\ \text{Volume Aquades} &= 300 \text{ mL} \\ \text{Mr. NaCl} &= 58 \\ \text{Volume Aquades} &= 0,3 \text{ L (300 mL)} \end{aligned}$$

Ditanya : Membuat Molaritas (5M) ... ?

$$\begin{aligned} \text{Jawab: Mol (n)} &= (\text{Massa NaCl})/(\text{Mr. NaCl}) = \\ &= (100 \text{ gr})/58 = 1,72 \text{ mol} \\ \text{M} &= n/v = 1,72/0,3 = 5 \text{ Molar} \end{aligned}$$

3. Menyediakan larutan Na-EDTA dengan cara :
 “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 (Aquades) = 300 mL,

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

4. Setelah point 1, 2 dan 3 sudah dipersiapkan maka tahap selanjutnya adalah proses pencampuran agar didapatkan sampel kedua dan ketiga. Berikut adalah Tabel 1 dan Tabel 2 yang menampilkan bentuk pencampuran beserta komposisi uji-nya.

Tabel 1. Pencampuran filtrasi Air jeruk nipis + larutan NaCl (sampel kedua)

Komposisi Sampel Uji	
FAJN (Volume)	Larutan NaCl (M/Volume)
400 mL	0,5 M /300mL
400 mL	1 M/300mL
400 mL	1,5 M/300mL
400 mL	2 M/300mL
400 mL	2,5 M/300mL
400 mL	3 M/300mL
400 mL	3,5 M/300mL
400 mL	4 M/300mL
400 mL	4,5 M/300mL
400 mL	5 M/300mL

Tabel selanjutnya adalah Tabel 2 yang menampilkan sebagai sampel ketiga yaitu larutan Na-EDTA yang dicampur dengan sampel hasil tertinggi tingkat molaritasnya dari sampel kedua (yang bercetak tebal).

Tabel 2. Pencampuran sampel kedua + Larutan Na-EDTA (sampel ketiga)

Komposisi Sampel Uji	
FAJN + Larutan NaCl (Volume)	Larutan Na-EDTA (massa/Volume)
400 mL	3,33 g/300 mL

E. Proses Pemasukan Sampel ke dalam Baterai

Filtrasi air jeruk nipis yang telah diberi campuran maupun yang tidak dicampur dengan bahan aditif 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. Pada setiap aki baterai terdapat 6 *cell* yang masing-masing memiliki kapasitas volume 60 mL.

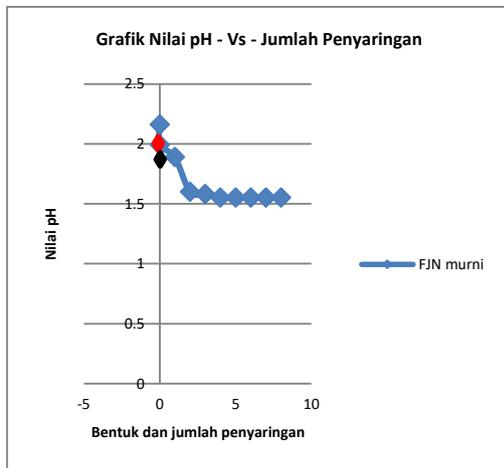
F. Proses Pengujian

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

1. Nilai pH elektrolit FAJN sebelum dicampur bahan aditif maupun setelah dicampur.
2. Tegangan baterai ketika dimasukkan elektrolit FAJN sebelum dicampur bahan aditif maupun setelah dicampur.
3. Daya tahan tegangan baterai sebelum dan sesudah dibebani
4. Kecepatan baterai pada saat proses *recharge* menggunakan sumber listrik PLN 220 Volt AC dengan sistem adaptor 12 Volt DC, 2 A (yang terukur).
5. Membuat perbandingan hasil yang didapatkan dari ke 3 sampel baterai dengan objek pembanding adalah baterai elektrolit H₂SO₄.

IV. HASIL PENELITIAN DAN ANALISA

A. Hasil Pengukuran Nilai pH Elektrolit FAJN (Sampel Pertama)



Gambar 1. Grafik nilai pH FAJN -vs-jumlah Penyaringan (kondisi elektrolit belum dimasukkan ke dalam baterai)

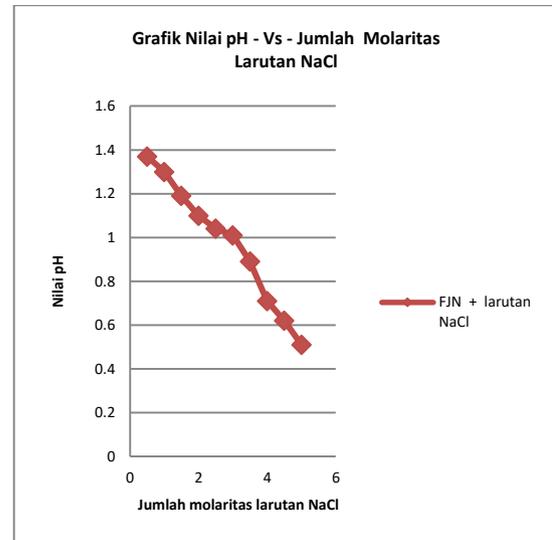
Gambar 1 di atas dapat dilihat bahwa untuk kondisi elektrolit FAJN semacam ini ternyata bentuk dan jumlah penyaringan yang dilakukan sangat berpengaruh terhadap nilai pH-nya, artinya semakin banyak jumlah penyaringan yang dilakukan maka semakin rendah nilai pH-nya. Hal ini disebabkan karena padatan-padatan yang terkandung di dalam air jeruk nipis seperti ampas bulir, ampas kulit dalamnya telah terangkat.

B. Hasil Pengukuran Nilai pH Elektrolit FAJN + NaCl (Sampel Kedua)

Gambar 2 dapat dilihat bahwa untuk kondisi FAJN + larutan NaCl dengan kondisi molaritas yang dicampurkan bervariasi ternyata dapat memberikan efek terhadap nilai pH elektrolit FAJN 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 FAJN, 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 2. Grafik nilai pH -vs- jumlah molaritas larutan NaCl (kondisi elektrolit belum dimasukkan ke dalam baterai)

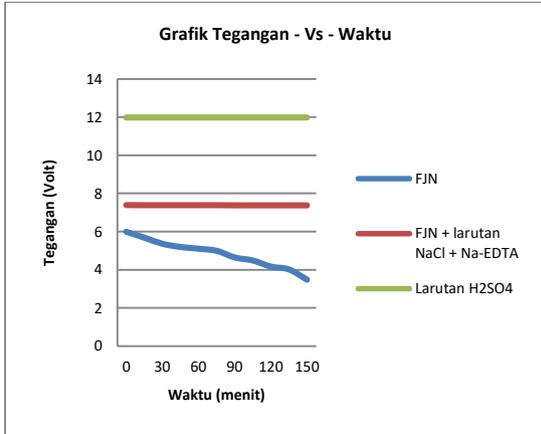
Oleh karena elektrolit FAJN + larutan NaCl (sampel kedua) yang akan ataupun yang telah membentuk senyawa $3\text{NaC}_6\text{H}_5\text{O}_7 + \text{HCl}$ dikhawatirkan akan membentuk senyawa lain seperti FeCl_3 , CaCl_2 , dan lain sebagainya juga maka dilakukanlah cara pengikatan ion-ion logam valensi 2 dan 3 dalam elektrolit agar tidak mengganggu struktur yang sudah terbentuk yaitu dengan cara penambahan larutan Na-EDTA terhadap elektrolit FAJN + larutan NaCl dan inilah yang disebut di atas sebagai sampel ketiga. 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.

Hasil yang didapatkan adalah secara visual warna elektrolit menjadi lebih bening dan tidak nampak gumpalan-gumpalan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 berikut ini :

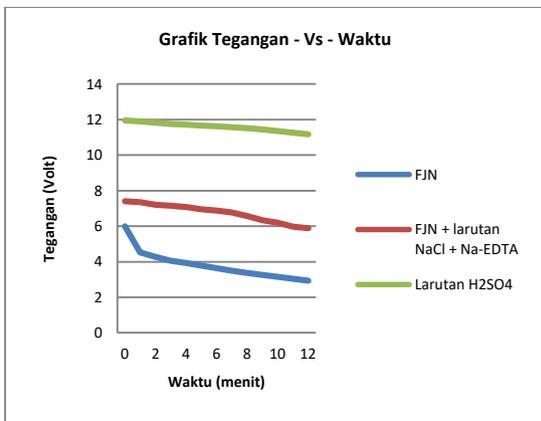


Gambar 3. Baterai Elektrolit FAJN + Larutan NaCl + Na-EDTA sebelum Dibebani

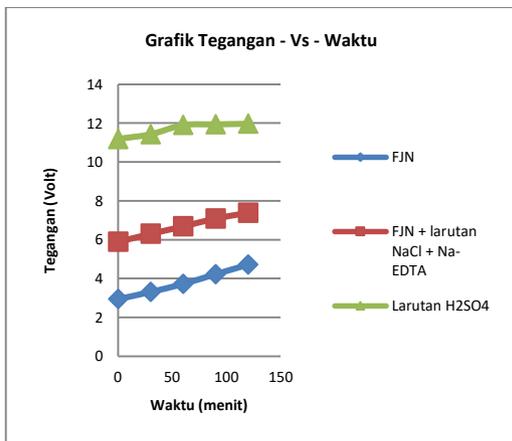
C. Hasil Pengujian dengan Perbandingan Tegangan Baterai Elektrolit Sampel 1, 2, 3 dan H₂SO₄-vs- Waktu



Gambar 4. Grafik hasil pengujian tegangan keluaran baterai - vs- waktu (kondisi tanpa beban)



Gambar 5. Grafik hasil pengujian ketahanan tegangan baterai - vs- wakt (kondisi dibebani)



Gambar 6. Grafik tegangan pengisian baterai - vs- waktu (sumber listrik PLN 220 Volt AC/adaptor 12 Volt DC / 2A)

Dari perbandingan Grafik hasil pengujian di atas dapat dilihat bahwa filtrasi air jeruk nipis sebagai elektrolit baterai yang dilakukan dengan 2 perlakuan tersebut yaitu:

1. Elektrolit menggunakan FAJN
2. Elektrolit menggunakan FAJN yang dicampur dengan bahan aditif 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 FAJN yang ditambahkan dengan bahan aditif larutan NaCl dan 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. Selain itu nilai teganganyang didapatkan dari elektrolit FAJN yang ditambahkan dengan bahan aditif larutan NaCl dan Na-EDTA lebih tinggi daripada nilai tegangan elektrolit FAJN murni (tanpa bahan aditif) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3. Nilai tegangan baterai dari 3 elektrolit

Jenis Elektrolit	Tegangan	pH
FAJN (murni)	6,00 Volt	1,55
FAJN + (bahan aditif)	7,40 Volt	0,51
H ₂ SO ₄	11,97 Volt	-0,08

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Berdasarkan penelitian, dengan penambahan bahan aditif larutan NaCl dan Na-EDTA terhadap elektrolit FAJN murniternyata dapat memberikan kontribusi yang baik terhadap karakteristik elektrolit yang mendekati elektrolit H₂SO₄.
2. Hasil pengujian pH dengan tegangan keluaran berbanding terbalik, dengan dibuktikannya pengujian pH dan tegangan keluaran pada masing-masing sampel elektrolit filtrasi jeruk nipis.
3. Daya tahan volume elektrolit pada FAJN dengan menggunakan bahan aditif hampir sama dengan daya tahan volume baterai elektrolit H₂SO₄ baik saat dibebani maupun sebelum dibebani. dan kejernihannya 100 %.
4. Seandainya molaritas larutan NaCl yang dicampurkan pada elektrolit FAJN lebih tinggi lagi maka tingkat pH akan semakin lebih tinggi, namun karena tingkat molaritas larutan

NaCl memiliki batas keausan terhadap jumlah massa dengan pelarut maka maksimal yang didapatkan pada penelitian adalah sebesar 5 M. Dengan penambahan larutan Na-EDTA ternyata sangat baik digunakan untuk mencegah anti koagulan pada elektrolit FAJN + Larutan NaCl sehingga atom valensi 2 dan 3 yang terkandung pada campuran tetap stabil dan akan tetap terikat tanpa mengganggu reaksi pembentukan senyawa lain.

B. Saran

1. Untuk pengembangan selanjutnya perlu dilakukan penelitian tentang pemilihan jenis bahan *cell* elektroda yang lebih mendukung terhadap reaksi dengan elektrolit FAJN + larutan NaCl dan Na-EDTA agar didapatkan karakteristik yang lebih unggul lagi.
2. Perlu dilakukan pengujian selanjutnya terhadap reaksi yang akan terjadi pada elektrolit FAJN jika bahan aditif larutan NaCl (garam) yang diberikan adalah jenis garam industri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, 2008, *Water Hardness: EDTA Titrimetric Method*, New York USA
- [2] Khopkar, S. M., 1990, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, Penerjemah : A. Saptorahardjo, UI-Prees, Jakarta
- [3] Latipah, Lilik, and Ismunandar, 2012, *Identifikasi Sifat Listrik Baterai Umbi sebagai Bahan Kajian Praktikum Elektrokimia di SMA/MA*. Seminar dan Simposium Fisika.
- [4] Supena, Kokot, 2009, *Studi Awal Baterai Basah Berbasis Larutan Hcl*. Fisika Itb.
- [5] Utami, B., Nugroho, A. Cs., Mahardiani, L., Yamtinah, B., 2009, *Kimia Untuk SMA dan MA Kelas XII Program Ilmu Alam*, Pusat Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.
- [6] Sastrohamidjojo, Hardjono, 2005, *Kimia Dasar*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [7] http://www.kimia.clas.web.id/2015/12/praktikum-kimia-analisis-penetapan_52.html.