

Pemanfaatan Bittern sebagai Elektrolit Alternatif pada Sel Aki Bekas

Peggy Bunga Safitri*, Aprilia Ramona, Abdullah Effendi, Danang Jaya

^{1*}Program Studi Teknik Kimia, FTI, UPN "Veteran" Yogyakarta,

Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Condongcatur, Yogyakarta-55283

*E-mail: luph.allah@gmail.com

Abstract

This research was aimed for study the effect of the bittern use as an alternative electrolyte also the reaction time and also the usage duration of accumulator towards the value of resulting electrical conductivity. Bittern contains magnesium sulphate ($MgSO_4$) which when viewed from its molecular structure is able to replace the function of sulfuric acid (H_2SO_4) electrolyte. Data collection was performed by analyzing sample of bittern and the factors that affect the occurrence of electrochemical processes such as pH, ion concentration of ion Mg^{2+} and ion SO_4^{2-} , and electrical conductivity that generated with a pH meter, multimeter, spectrometry UV/Vis method, and Spectrometry Atomic Absorption (SAA/SSA flame). The results showed the concentration of Mg^{2+} ion and SO_4^{2-} ion on Bittern is 2.02 M and 0.3 M with the value of electric potential (E_{sel}) amounted to 1,1189 V. The largest value of electrical conductivity is 1.67 V-3.983 A on the first accumulator with the longest reaction time for 12 days and the best usage duration of accumulator with electrolyte Bittern without recharging is ± 2 times usage.

Keywords: Bittern, Used Accumulator, Electrolyte, Electrochemical, Magnesium Sulphate

Pendahuluan

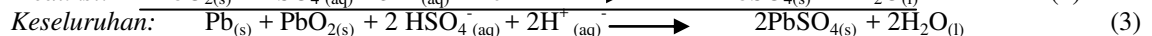
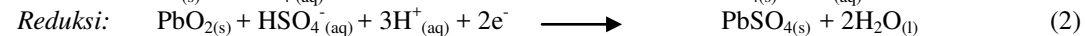
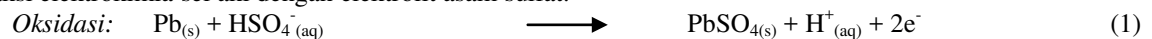
Larutan bittern adalah hasil samping penggaraman atau yang tidak terkristalisasi. Di dalam bittern (28,5-30°Be) masih terkandung magnesium sulfat sekitar 4-6% berat/volum (Judjono, 2001). Komposisi larutan bittern dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Larutan Bittern (Sumada, 2007)

| Kandungan Ion | Jumlah (gram/L) | Konsentrasi (Molar) |
|-------------------------|-----------------|-----------------------|
| magnesium (Mg^{2+}) | 36,45 | 1,5 |
| kalium (K^+) | 10,95 | 0,28 |
| kalsium (Ca^+) | 0,14 | $3,49 \times 10^{-3}$ |
| sulfat (SO_4^{2-}) | 52,14 | 0,5 |

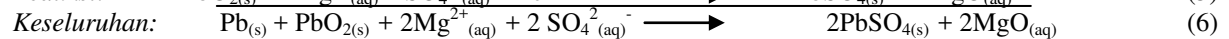
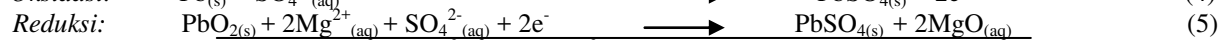
Beberapa penelitian telah dilakukan untuk memanfaatkan larutan bittern seperti untuk minuman mengandung ion-ion, produksi pupuk anorganik cair (Sumada, 2007), sebagai sumber energi pengering yang digunakan dalam rumah kaca (Davies and Knowles, 2006), untuk perlakuan *alkalized industrial* (Ayoub et al., 1991).

Ditinjau dari komposisinya, bittern yang memiliki kandungan magnesium sulfat cukup tinggi dapat digunakan sebagai elektrolit pengganti asam sulfat (H_2SO_4) pada baterai aki. Proses reaksi elektrokimia sel aki dengan elektrolit asam sulfat:



$$E_{sel} = 2 \text{ V}$$

Proses reaksi elektrokimia sel aki menggunakan elektrolit larutan bittern adalah sebagai berikut:

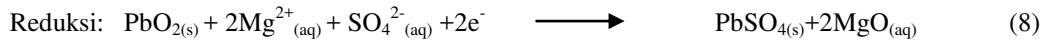


$$E_{sel} = 1,113 \text{ V}$$

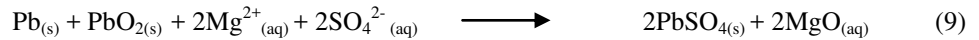
Larutan bittern yang mengandung banyak oksigen membuat lempeng timbal (Pb) mengalami reaksi oksidasi dengan melepaskan elektron sehingga terbentuk ion Pb dan senyawa $MgSO_4$ pecah menjadi ion Mg^{2+} dan ion SO_4^{2-} . Tiap ion SO_4^{2-} yang berada dekat lempeng timbal (Pb) akan bersatu dengan satu atom timbal murni (Pb) menjadi timbal sulfat ($PbSO_4$) sambil melepaskan dua elektron. Mekanisme reaksi sebagai berikut:



Sedang ion magnesium (Mg^{2+}) tadi akan ditarik lempeng timbal dioksida (PbO_2) lalu mengambil dua elektron dan bersatu dengan satu atom oksigen membentuk larutan magnesium oksida (MgO). Mekanisme reaksi sebagai berikut:



Dari proses ini terjadi pengambilan elektron dari timbal dioksida (PbO_2) (sehingga menjadi positif) dan memberikan elektron itu pada timbal murni (Pb) (sehingga menjadi negatif) yang mengakibatkan adanya beda potensial listrik di antara dua kutub tersebut. Proses tersebut terjadi secara simultan, reaksi secara kimia dinyatakan sebagai berikut :



Proses elektrokimia sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti waktu reaksi, konsentrasi elektrolit, suhu, dan pH larutan.

Pada penelitian ini, larutan bitttern akan digunakan sebagai elektrolit pada sel aki bekas. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisa konsentrasi larutan bitttern dan pengamatan pengaruh waktu reaksi dan intensitas penggunaan sel aki bekas dengan tujuan untuk mengetahui daya hantar listrik yang dihasilkan sel aki dengan elektrolit larutan bitttern tersebut. Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada penggunaan elektrolit larutan bitttern dari hasil pencucian garam rosok yang diperoleh di pasar Beringharjo, Yogyakarta. Hasil pengamatan daya hantar listrik yang dihasilkan dapat dilakukan perbandingan dengan daya hantar listrik yang dihasilkan sel aki dengan elektrolit asam sulfat.

Metode Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu sel aki bekas dan larutan bitttern yang dibuat secara mandiri. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu multimeter, gelas ukur, *baker glass*, pengaduk, termometer, pH meter, dan hydrometer. Sel aki bekas dibersihkan menggunakan air panas dan dibilas dengan larutan bitttern agar terbebas dari sisa asam sulfat dan larutan bitttern dibuat dengan membuat larutan jenuh garam yang digunakan untuk mencuci garam rosok hingga diperoleh konsentrasi 30°Be . Larutan bitttern dianalisis untuk mengetahui kandungan ion Mg^{2+} dan ion SO_4^{2-} , setelah itu dilakukan perhitungan nilai E_{sel} analisis untuk diamati perbandingannya dengan nilai E_{sel} teoritis dan nilai E_{sel} aki yang menggunakan elektrolit asam sulfat dengan persamaan Nerst:

$$E_{\text{sel}} = E_{\text{sel}}^0 - \frac{2,303 RT}{nF} \log Q \quad (10)$$

Proses pengujian dan pengukuran daya hantar listrik yang dihasilkan aki menggunakan multimeter. Aki bersih diisi dengan larutan bitttern kemudian diamati perubahan yang terjadi pada larutan bitttern seperti suhu dan pH-nya kemudian dilakukan pengukuran tegangan dan arus listriknya hingga konstan.

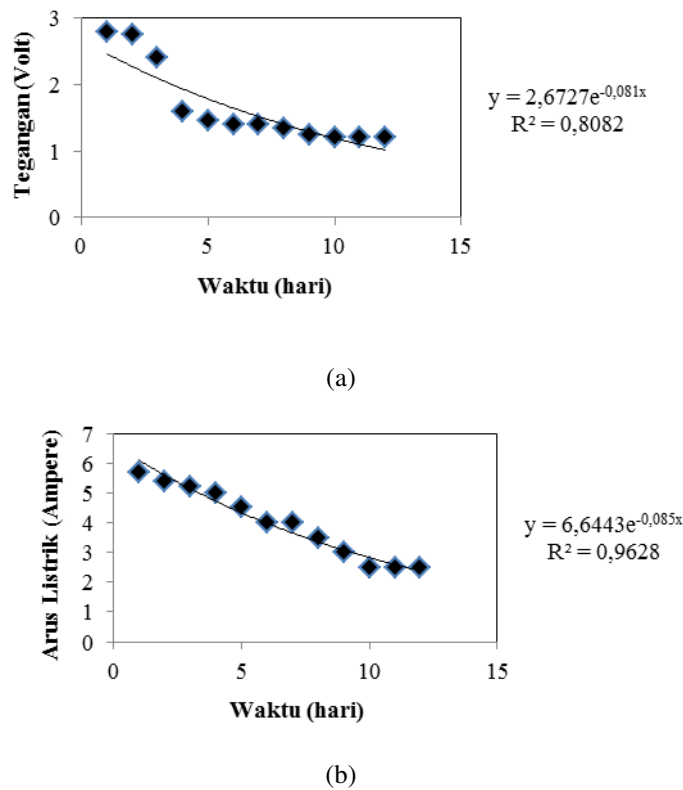
Hasil dan Pembahasan

Data Hasil Uji Larutan Bitttern

Hasil uji laboratorium larutan bitttern diperoleh berat jenis = 30°Be = 1,26087 gr/liter, konsentrasi ion SO_4^{2-} = 25,93 mg/L = 0,3 M, konsentrasi ion Mg^{2+} = 49,1 mg/L = 2,02 M

Tabel 2. Data Hasil Uji Resistansi Larutan Bitttern Pemakaian Sel Aki ke-1

| Hari ke- | Tanggal Pelaksanaan | Tegangan (Volt) | Kuat Arus (Ampere) | pH | Suhu (°C) | Keterangan (Perubahan pada Bitttern) |
|----------|---------------------|-----------------|--------------------|----|-----------|--------------------------------------|
| 1 | 20/01/2015 | 2,8 | 5,7 | 7 | 31 | Kuning pekat keruh dan berbuih |
| 2 | 21/01/2015 | 2,75 | 5,4 | 7 | 25 | Kuning bening dan berbuih |
| 3 | 22/01/2015 | 2,4 | 5,2 | 6 | 25 | Kuning bening dan berbuih |
| 4 | 23/01/2015 | 1,6 | 5 | 6 | 25 | Bening dan berbuih |
| 5 | 24/01/2015 | 1,45 | 4,5 | 6 | 25 | Bening dan berbuih |
| 6 | 25/01/2015 | 1,4 | 4 | 6 | 25 | Bening dan berbuih |
| 7 | 26/01/2015 | 1,4 | 4 | 6 | 25 | Bening dan berbuih |
| 8 | 27/01/2015 | 1,35 | 3,5 | 6 | 25 | Bening dan berbuih |
| 9 | 28/01/2015 | 1,25 | 3 | 6 | 24 | Bening |
| 10 | 29/01/2015 | 1,2 | 2,5 | 6 | 26 | Bening |
| 11 | 30/01/2015 | 1,2 | 2,5 | 6 | 24 | Bening |
| 12 | 31/01/2015 | 1,2 | 2,5 | 6 | 24 | Bening |



Gambar 1. Pengaruh waktu terhadap (a) tegangan listrik (b) arus listrik

Dari Gambar 1 terlihat bahwa tegangan dan arus listrik mengalami penurunan hingga akhirnya konstan (tetap). Hal ini dikarenakan semakin lama waktu reaksi maka daya hantar listriknya juga akan semakin menurun. Selama reaksi elektrokimia terjadi akan menghasilkan elektron-elektron yang melakukan pergerakan dari anoda (Pb) ke katoda (PbO₂) melalui ion-ion magnesium (Mg²⁺) dan ion sulfat (SO₄²⁻) yang ada dalam elektrolit. Pergerakan elektron-elektron tersebut akan menghasilkan beda potensial listrik antar dua kutub sel aki. Semakin cepat terjadi akumulasi pergerakan elektron-elektron maka akan semakin menurunkan nilai pH elektrolit dan suhu reaksi yang kemudian berdampak pada menurunnya nilai potensial listrik karena mulai terjadi pembentukan sedimentasi PbSO₄ pada anoda dan katoda pun mulai mengalami korosi yang menghalangi proses elektrokimia.

Pengaruh Intensitas Pemakaian Sel Aki dengan Daya Hantar Listrik Larutan Bittern

Tabel 3. Data Hasil Uji Resistansi Larutan Bittern Pemakaian Sel Aki ke-2

| Hari ke- | Tanggal Pelaksanaan | Tegangan (Volt) | Kuat Arus (Ampere) | pH | Suhu (°C) | Keterangan (Perubahan pada Bittern) |
|----------|---------------------|-----------------|--------------------|----|-----------|-------------------------------------|
| 1 | 09/02/2015 | 1,2 | 5,2 | 7 | 28 | Kuning pekat keruh dan berbuih |
| 2 | 10/02/2015 | 1 | 5,1 | 7 | 27 | Kuning bening dan berbuih |
| 3 | 12/02/2015 | 0,8 | 5 | 7 | 27 | Kuning bening dan berbuih |
| 4 | 13/02/2015 | 0,75 | 4,5 | 6 | 27,5 | Bening dan berbuih |
| 5 | 14/02/2015 | 0,66 | 4 | 6 | 27 | Bening dan berbuih |
| 6 | 15/02/2015 | 0,65 | 3,1 | 6 | 26 | Bening dan berbuih |
| 7 | 16/02/2015 | 0,65 | 2,9 | 6 | 26 | Bening dan berbuih |
| 8 | 17/02/2015 | 0,64 | 1,5 | 6 | 25 | Bening |
| 9 | 18/02/2015 | 0,6 | 1,4 | 6 | 25 | Bening |
| 10 | 19/02/2015 | 0,6 | 1,4 | 6 | 24 | Bening |
| 11 | 20/02/2015 | 0,6 | 1,4 | 6 | 24 | Bening |

Tabel 4. Data Hasil Uji Resistansi Larutan Bittern Pemakaian Sel Aki ke-3

| Hari ke- | Tanggal Pelaksanaan | Tegangan (Volt) | Kuat Arus (Ampere) | pH | Suhu (°C) | Keterangan (Perubahan Bittern) |
|----------|---------------------|-----------------|--------------------|----|-----------|--------------------------------|
| 1 | 15/03/2015 | 0,4 | 0,2 | 7 | 29 | Kuning pekat keruh dan berbuih |
| 2 | 16/03/2015 | 0,4 | 0,2 | 7 | 28 | Kuning bening dan berbuih |
| 3 | 17/03/2015 | 0,36 | 0,195 | 7 | 28 | Kuning bening dan berbuih |
| 4 | 18/03/2015 | 0,36 | 0,195 | 6 | 27 | Bening dan berbuih |
| 5 | 19/03/2015 | 0,35 | 0,19 | 6 | 27 | Bening dan berbuih |
| 6 | 20/03/2015 | 0,3 | 0,19 | 6 | 26 | Bening |
| 7 | 21/03/2015 | 0,25 | 0,17 | 6 | 25 | Bening |
| 8 | 22/03/2015 | 0,25 | 0,17 | 6 | 25 | Bening |
| 9 | 23/03/2015 | 0,25 | 0,17 | 6 | 24 | Bening |

Tabel 5. Data Hasil Uji Resistansi Larutan Bittern Pemakaian Sel Aki ke-4

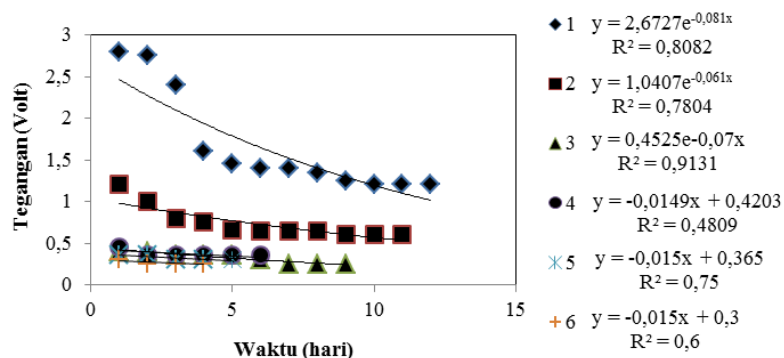
| Hari ke- | Tanggal Pelaksanaan | Tegangan (Volt) | Kuat Arus (Ampere) | pH | Suhu (°C) | Keterangan (Perubahan pada Bittern) |
|----------|---------------------|-----------------|--------------------|----|-----------|-------------------------------------|
| 1 | 06/04/2015 | 0,45 | 0,145 | 7 | 32 | Kuning pekat keruh dan berbuih |
| 2 | 07/04/2015 | 0,355 | 0,145 | 7 | 31 | Bening dan berbuih |
| 3 | 08/04/2015 | 0,355 | 0,145 | 6 | 29 | Bening |
| 4 | 09/04/2015 | 0,35 | 0,14 | 6 | 27 | Bening |
| 5 | 10/04/2015 | 0,35 | 0,14 | 6 | 25 | Bening |
| 6 | 11/04/2015 | 0,35 | 0,14 | 6 | 24 | Bening |

Tabel 6. Data Hasil Uji Resistansi Larutan Bittern Pemakaian Sel Aki ke-5

| Hari ke- | Tanggal Pelaksanaan | Tegangan (Volt) | Kuat Arus (Ampere) | pH | Suhu (°C) | Keterangan (Perubahan pada Bittern) |
|----------|---------------------|-----------------|--------------------|----|-----------|-------------------------------------|
| 1 | 19/05/2015 | 0,35 | 0,14 | 7 | 31 | Kuning pekat keruh dan berbuih |
| 2 | 20/05/2015 | 0,35 | 0,14 | 6 | 30 | Bening dan berbuih |
| 3 | 21/05/2015 | 0,30 | 0,135 | 6 | 28 | Bening |
| 4 | 22/05/2015 | 0,30 | 0,135 | 6 | 27 | Bening |
| 5 | 23/05/2015 | 0,30 | 0,135 | 6 | 25 | Bening |

Tabel 7. Data Hasil Uji Resistansi Larutan Bittern Pemakaian Sel Aki ke-6

| Hari ke- | Tanggal Pelaksanaan | Tegangan (Volt) | Kuat Arus (Ampere) | pH | Suhu (°C) | Keterangan (Perubahan pada Bittern) |
|----------|---------------------|-----------------|--------------------|----|-----------|-------------------------------------|
| 1 | 25/05/2015 | 0,30 | 0,135 | 7 | 30 | Kuning pekat keruh dan berbuih |
| 2 | 26/05/2015 | 0,25 | 0,13 | 6 | 27 | Bening dan berbuih |
| 3 | 27/05/2015 | 0,25 | 0,13 | 6 | 26 | Bening |
| 4 | 28/05/2015 | 0,25 | 0,13 | 6 | 26 | Bening |



Gambar 2. Pengaruh intensitas pemakaian terhadap tegangan listrik. *Note:* \blacklozenge = hari ke-1, \blacksquare = hari ke-2, σ = hari ke-3, λ = hari ke-4, τ = hari ke-5, $+$ = hari ke-6.



Dari Gambar 2 terlihat bahwa setelah aki digunakan selama 6 kali pemakaian, waktu reaksi dan tegangan listrik yang dihasilkan semakin menurun. Di pemakaian pertama, tegangan listrik baru mencapai konstan di hari ke-12, sedangkan pada pemakaian keenam, tegangan listrik sudah mencapai konstan di hari ke-3. Hal ini disebabkan semakin lama aki digunakan, maka lapisan deposit sulfat (SO_4^-) akan terbentuk dan menebal pada anoda timbal (Pb) atau biasa disebut dengan sedimentasi PbSO_4 dan juga pada katoda PbO_2 akan semakin terkorosi oleh ion Mg^{2+} . Kondisi tersebut akan menghalangi jalannya reaksi antara elektrolit larutan bittern dengan sel aki sehingga waktu reaksi pun akan semakin menurun dan tegangan yang dihasilkan pun semakin rendah karena akumulasi pergerakan elektron-elektron terhalangi oleh kondisi tersebut.

Hasil Perhitungan Potensial Listrik (E_{sel}) secara Analisis

Setelah menganalisa kandungan ion magnesium (Mg^{2+}) dan ion sulfat (SO_4^{2-}) pada bittern maka dapat dilakukan perhitungan nilai potensial listrik sel (E_{sel})nya.

Hasil perhitungan nilai E_{sel} secara analisis adalah 1,1189 V, sedangkan perhitungan nilai E_{sel} secara teoritis adalah 1,113 V. Nilai E_{sel} secara analisis lebih besar daripada nilai E_{sel} secara teoritis. Hal ini disebabkan, hasil analisa ion Mg^+ dan SO_4^- pada larutan Bittern yang digunakan untuk analisa lebih besar dibandingkan kandungan ion Mg^+ dan SO_4^- pada larutan Bittern secara teoritis. Hasil analisa larutan Bittern yang digunakan mengandung ion Mg^+ 2,02 M dan ion SO_4^- 0,3 M, sedangkan pada larutan Bittern yang diperoleh dari referensi memiliki kandungan ion Mg^+ 1,5 M dan ion SO_4^- 0,5 M. Oleh karena itu, semakin besar kandungan senyawa MgSO_4 pada larutan bittern, semakin besar pula nilai daya hantar listriknya atau E_{sel} -nya.

Kesimpulan

Daya hantar listrik terbesar yang dihasilkan oleh Bittern yakni pada pemakaian sel aki bekas yang ke-1 (pertama) dengan waktu reaksi terlama yakni 12 hari. Tegangan listrik terbesar yang dihasilkan rata-rata adalah 1,67 V, sedangkan arus listrik terbesar yang dihasilkan rata-rata adalah 3,983 Ampere dengan pH rata-rata adalah 6,17. Intensitas pemakaian terbaik penggunaan sel aki bekas dengan elektrolit bittern yakni ± 2 kali pemakaian. Rekomendasi penelitian lebih lanjut yakni mengenai konsentrasi larutan bittern yang mampu menyamai hasil potensial listrik dari H_2SO_4 dan apabila digunakan sel aki baru dan larutan bittern hasil penggarapan pabrik agar diketahui perbandingannya.

Daftar Notasi

- E_{sel} : Gaya gerak listrik dalam sel volta (Volt)
 E_{sel}^0 : Gaya gerak listrik dalam sel volta (Volt)
 R : tetapan gas ideal (8,314 J/mol. $^{\circ}\text{K}$)
 T : Suhu ($^{\circ}\text{K}$)
 n : elektron valensi (mol e^- /mol)
 F : Tetapan faraday ($9,6487 \times 10^4$ C/mol e^-)
 Q : Keadaan sebelum setimbang

Daftar Pustaka

- Ayoub, G.M., F. Merhebi., A. Acra., M. El-Fadel and B. Koopman. Seawater Bittern For The Treatment Of Alkalized Industrial Effluents. Elsevier Science Ltd. All rights reserved. PII. 1991: S0043-1354(99)00162- 1
Davies, PA and P.R.Knowles. Seawater Bitterns As A Source Of Liquid Desiccant For Use Insolar-Cooled Greenhouses. Journal Of Science Direct Desalination 196 (2006) 266–279.
Judjono, Suwarno. 2001. "Hubungan Densiti Dengan Konsentrasi Senyawa Makro Didalam Proses Pemekatan Bittern", Hasil Penelitian di Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS, tidak dipublikasi.
Sumada, Ketut. Produksi Pupuk Multinutrien Phospate-Base Dari Air Limbah Industri Garam. Teknik Kimia, UPN"Veteran" Jawa Timur. 2007





Lembar Tanya Jawab

Moderator : Mahreni (UPN "Veteran" Yogyakarta)

Notulen : Rina Susanti (UPN "Veteran" Yogyakarta)

1. Penanya : Mahreni (UPN "Veteran" Yogyakarta)

Pertanyaan : Berapa voltase dan berapa ampere yang dihasilkan?

Jawaban : Pada penggunaan larutan Bittern sebagai elektrolit, nilai tegangan tertinggi yang dihasilkan 1,67 V sementara amperenya 3,38 A. Sementara jika dengan aki dengan H_2SO_4 elektrolitnya tegangan yang dihasilkan 2 V
2. Penanya : Dhea (UPN "Veteran" Yogyakarta)

Pertanyaan : Bagaimana limbah dari proses pembuatan garam dimanfaatkan sampai layak sebagai bahan baku?

Jawaban : Limbah dari pembuatan garam di saring terlebih dahulu sebelum digunakan untuk dipisahkan dari kotoran-kotoran yang ada didalamnya. Kemudian diukur berat jenisnya harus masuk range yakni 28,5 – 30 °Be. Jika sudah masuk range, maka dapat digunakan sebagai bittern elektrolit.

