

PENGAMBILAN MINERAL ELEKTROLIT DARI LIMBAH GARAM (BITTERN) UNTUK SUPLEMEN MINERAL IONIC PADA AIR MINUM

Nur Hapsari

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UPN "Veteran" Jawa Timur

Telp : (031)8782179 email : nurhapsari2000@yahoo.com

Abstrak

Bittern adalah cairan pekat yang diperoleh dari sisa kristalisasi proses pembuatan garam. Bittern mengandung berbagai mineral baik mineral makro maupun mineral mikro. Mineral ini terjadi karena tidak ikut mengkristal saat pembuatan garam. Dari banyaknya mineral yang terkandung dalam Bittern, ada beberapa mineral yang mempunyai konsentrasi tinggi yaitu : Magnesium (Mg), Natrium (Na), Kalium (K), dan Calcium (Ca). Ke-empat mineral ini merupakan mineral yang sangat dibutuhkan untuk kesehatan tubuh manusia, sehingga dapat dipakai sebagai suplemen mineral ionic untuk kesehatan.

Membran Elektrodialisis merupakan salah satu proses pemisahan ion-ion dari suatu larutan dengan mempergunakan arus listrik melalui membrane semipermeabel yang bersifat permeable terhadap ion tertentu. Proses ini menghasilkan satu bagian yang pekat yang disebut "Konsentrat" dan bagian lain yang encer disebut "Diluat".

Variable yang akan dilakukan pada penelitian ini, antara lain : konsentrasi bittern, voltage dan waktu operasi. Dan hasil penelitian terbaik berlangsung pada kondisi : Konsentrasi feed pada komposisi Bittern 1, Voltage yang dijalankan 2,9 Volt dan Waktu operasi selama 150 menit serta menghasilkan % Rejeksi Magnesium (Mg) = 91,9% , % Rejeksi Natrium (Na) = 74,66% , % Rejeksi Kalium (K) = 92,88% dan % Rejeksi Calcium (Ca) = 96,19%.

Kata kunci : *bittern, membrane, elektrodialisis, konsentrat, diluat, rejeksi*

Abstract

Bittern is a thick liquid that obtained from crystallization waste that left from salt making process. Bittern contain many minerals including macro mineral micro mineral. This mineral formed because it takes part in crystallization at salt making process. From the great quantities that bittern contain, there some minerals that have high that is: Magnesium (Mg), Natrium (Na), Kalium (K), and Calcium (Ca). These four minerals important minerals that needed for human body's health, so that can be used as mineral ionic supplement that have benefit for human's health.

Electro dialysis membrane is one of ions separation process from some liquid with the use of high electrical wave through semi permeable membrane that have permeable characteristic for some specific ions. This process produce one part that we call "Konsentrat" and the other part we call it "Diluat".

The variable that we are going to use for this research is : bittern concentrations, voltage and time of operation. And the best research result take place in condition : feed concentration in bittern 1 composition, voltage that we used is 2,9 volt and time of operation is 150 minutes and also produce % magnesium (Mg) rejection = 91,9%, % Natrium (Na) rejection = 74,66%, % (K) Kalium rejection = 92,88% and % Calcium (Ca) rejection = 96,19%.

Key words : *bittern, membrane, electro dialysis, concentrate, diluat, rejection*

PENDAHULUAN

Pada proses pembuatan garam selain menghasilkan garam juga menghasilkan limbah garam yang biasa disebut Bittern. Bittern adalah cairan pekat yang diperoleh dari sisa kristalisasi proses pembuatan garam. Dari banyaknya mineral yang terkandung dalam Bittern, ada beberapa mineral yang mempunyai konsentrasi tinggi yaitu : Magnesium (Mg), Natrium (Na), Kalium (K), dan Calcium (Ca). Ke-empat mineral ini merupakan mineral yang sangat dibutuhkan untuk kesehatan tubuh manusia, sehingga dapat dipakai sebagai suplemen mineral ionic untuk kesehatan.

Penelitian khasiat Bittern di Indonesia baik dalam membantu atau mengatasi penyakit masih sangat terbatas. Hal ini menyebabkan produk mineral yang ada di pasaran lebih didominasi oleh produk impor, sementara produk local jarang ditemukan. Oleh karena itu, perlu dicari alternatif teknologi pengolahan Bittern untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Alternatif teknologi yang digunakan adalah teknologi membran elektrodialisis.

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan mengkaji selektivitas atau kemampuan membran Elektrodialisis didalam proses pemisahan mineral yang terkandung dalam Bittern. Lingkup penelitian ini akan dilakukan dengan variable konsentrasi Bittern, voltage dan waktu.

TEORI

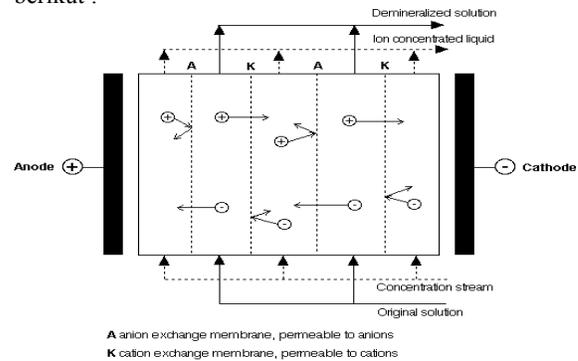
Membran didefinisikan sebagai lapisan tipis semi permeabel yang berfungsi sebagai alat pemisah berdasarkan sifat fisiknya. Sedangkan elektrodialisis merupakan proses pemisahan secara elektrokimia dengan ion-ion yang berpindah melintasi membran selektif kation dan anion dari larutan encer ke larutan yang lebih pekat akibat adanya arus listrik searah. Dibandingkan dengan teknologi lain, membran menawarkan keunggulan seperti pemakaian energi yang rendah, sederhana dan ramah lingkungan karena tanpa menggunakan bahan kimia. (Hartomo, 1994)

Dipilih membran elektrodialisis selain dapat menghasilkan produk yang cukup jernih dan efisien juga memakai proses pemisahan secara elektrokimia dan dialysis dengan ion-ion berpindah melintasi membran selektif anion dan kation dari larutan encer ke larutan yang lebih pekat akibat arus listrik searah.

Elektrodialisis merupakan salah satu proses pemisahan ion-ion dari suatu larutan dengan mempergunakan arus listrik melalui membran semipermeabel yang bersifat permeable terhadap ion tertentu. Proses ini

menghasilkan satu bagian yang pekat yang disebut "**Konsentrat**" dan bagian lain yang encer disebut "**Diluat**". (Wenten, 2000)

Mekanisme pemisahan ion berdasarkan teknologi membran elektrodialisis seperti berikut :



from Kessler, H. G. Food Engineering and Dairy Technology

Gambar 1 Mekanisme proses pada Elektrodialisis (Mulder, 1991)

Prinsip dasar proses pemisahan ion dari larutan induk dan pengurangan ion-ion lainnya adalah penggunaan membran bermuatan dan arus listrik yang diperlukan sebagai gaya pendorong. Penentuan kuat arus yang diperlukan untuk penarikan ion-ion dari suatu larutan didasarkan atas besarnya Potensial Standar dari setiap ion.

Dari persamaan Nerst tampak bahwa potensial electrode suatu electrode logam yang dibenamkan dalam larutan ionnya bergantung pada konsentrasi ion-ion tersebut. Jika aktivitas ion dalam larutan itu 1 (satu) mol/liter maka rumusnya menjadi : $E = E^{\circ}$, Jadi potensial electrode menjadi sama dengan potensial standar itu sendiri. Sebagai contoh untuk penaksiran/mengukur potensial standar dari electrode Natrium didasarkan pada persamaan :

$$E_o = - 2,714 + 0,0591 \log [Na^+]$$

Dimana : E_o : Potensial electrode Na

$[Na^+]$: Konsentrasi Na dalam larutan

Selektivitas membran adalah ukuran kemampuan membran menahan atau melewatkan suatu spesi tertentu. Parameter yang digunakan untuk menyatakan selektivitas adalah koefisien rejeksi yang didefinisikan sebagai ratio antara beda konsentrasi melalui membran dengan konsentrasi feed (fraksi konsentrasi zat terlarut yang tertahan oleh membran).

⁷⁾ Penelitian ini merupakan bagian dari Laporan Penelitian Dosen Muda DIKTI, Nomor : 007/SP2H/PP/DP2M/III/2007

$$\frac{C_f - C_p}{C_f} = 1 - C_p / C_f \quad (1)$$

dimana : τ : koefisien rejeksi
 C_p : konsentrasi zat terlarut dalam permeat (mgr/lt)
 C_f : konsentrasi zat terlarut dalam feed (mgr/lt)

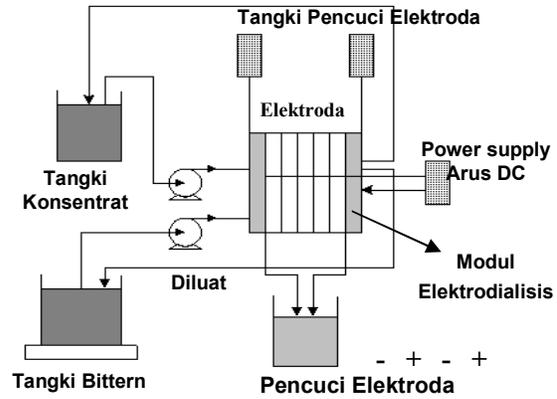
METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan adalah Bittern, diperoleh dari PT GARAM di Madura, Jawa Timur.

Penelitian ini menggunakan rancangan dengan bentuk eksperimental. Larutan bittern dialirkan ke modul membran Elektrodialisis dengan menggunakan pompa dan diatur sesuai variable yang diinginkan yaitu konsentrasi bittern, voltage dan waktu. Dengan adanya pengaliran arus listrik searah, ion positif dapat ditarik lewat membran kation ke electrode negatif dan ion negatif bergerak kearah berlawanan melewati membran anion. Sehingga cairan ditengah (diluut) berkurang kadar mineralnya, sedang konsentrat akan keluar pada sisi yang lain menuju tangki konsentrat. Pada selang waktu tertentu dilakukan balikan kutub dan pencucian electrode. Hasil yang diperoleh (konsentrat mineral) ditampung dan dianalisis dengan AAS.

Hasil analisa digunakan untuk menghitung selektivitas pada membran Elektrodialisis dan kemudian membuat aluran grafik antara konsentrasi bittern, voltage dan waktu dengan selektivitas membran pada berbagai variable. Parameter yang diukur :

- Konsentrasi mineral larutan Bittern dan konsentrat (hasil).
- Selektivitas membran Elektrodialisis.



elektrodialisis
(Redjeki, 2005)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagai data awal penelitian ini, maka dilakukan terlebih dahulu analisa kandungan bittern sebagai dasar penelitian ini. Berdasarkan analisis laboratorium diketahui konsentrasi masing-masing komposisi bittern, seperti terlihat pada tabel 1 berikut :

Tabel 1 Hasil analisa komposisi bittern

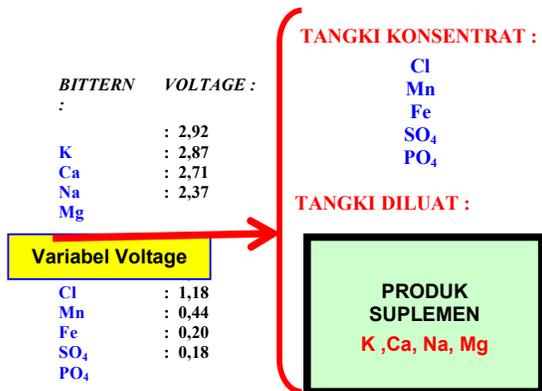
No	Parameter	Kadar (mg/lt)	
		Bittern 1	Bittern 2
1	Kalium (K)	28.426,8	57.353,55
2	Natrium (Na)	21.425,9	43.354,65
3	Chlorida (Cl)	16.493,0	31.922,1
4	Sulfat (SO ₄)	8.478,0	17.918,0
5	Magnesium (Mg)	15.795,3	31.505,15
6	Calsium (Ca)	4.938,0	10.106,5

Dari hasil analisa laboratorium ternyata kandungan mineral ion Kalium (K), Calsium (Ca), Magnesium (Mg) dan Natrium (Na) nya cukup tinggi, sehingga dapat digunakan untuk bahan suplemen mineral ionic.

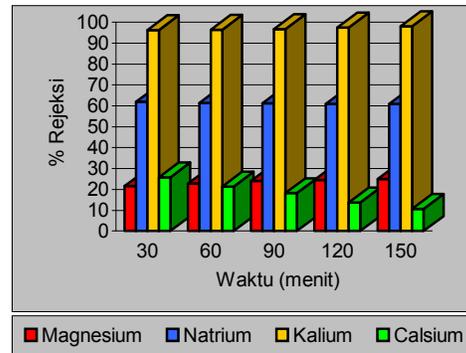
Berdasarkan konsentrasi ion yang telah diperoleh pada bittern, maka potensial standar untuk masing-masing ion yang terkandung didalam bittern dapat dihitung dengan persamaan Nerst untuk digunakan pada proses pemisahan dengan membrane elektrodialisis. Hasil perhitungan potensial standar dari setiap ion seperti tercantum dalam tabel 2 berikut :

Tabel 2 Potensial Standar Ion-Ion

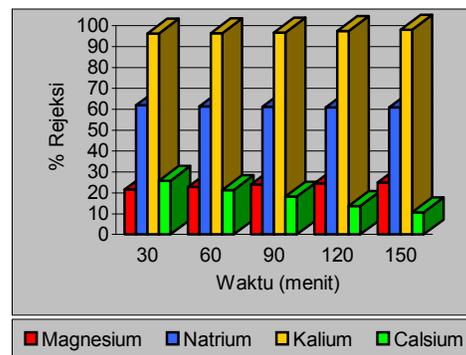
No	Parameter	Potensial Standar (Volt)
1	Kalium (K)	2,92
2	Kalsium (Ca)	2,87
3	Natrium (Na)	2,71
4	Magnesium (Mg)	2,37
5	Klorida (Cl)	1,36
6	Mangan (Mn)	1,18
7	Besi (Fe)	0,44
8	Sulfat (SO ₄)	0,20
9	Phosphat (PO ₄)	0,18



Gambar 3 Skema tahapan proses pemisahan ion-ion dalam Bittern dengan teknologi membran elektrodialisis



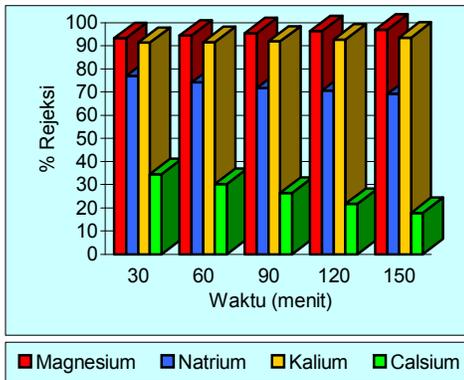
Gambar 5 Pengaruh Waktu operasi (menit) terhadap % Rejeksi untuk Konsentrasi Bittern 2 pada Voltage operasi 2,3 Volt



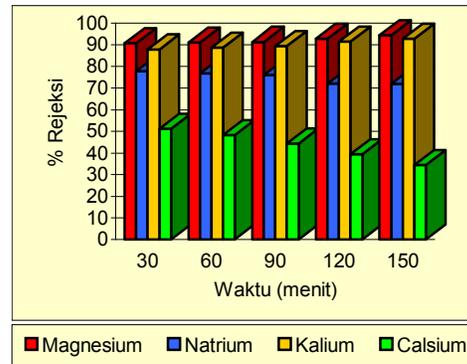
Gambar 5 Pengaruh Waktu operasi (menit) terhadap % Rejeksi untuk Konsentrasi Bittern 2 pada Voltage operasi 2,3 Volt

Dari Gambar 4 dan 5 terlihat bahwa pada voltage 2,3 volt, membran elektrodialisis telah mampu memisahkan mineral yang terkandung dalam bittern meskipun dalam tahap ini ion kalium (K) mendominasi perpindahan ionnya dengan menghasilkan % Rejeksi kalium (K) terbesar.

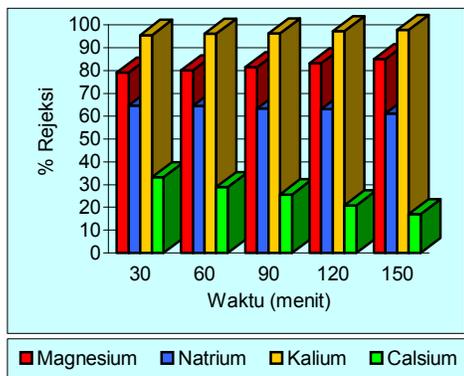
Pada tahap ini, hasil yang diperoleh dapat digunakan untuk bahan suplemen dengan kandungan Kalium (K) yang tinggi dan rendah Magnesium (Mg), Natrium (Na) dan Calsium (Ca).



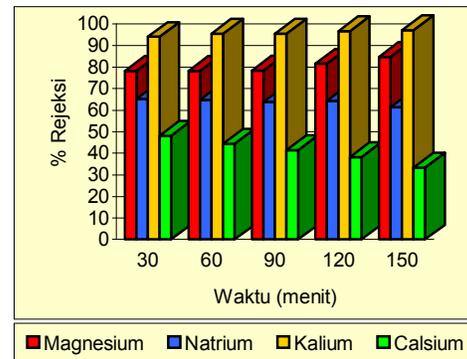
Gambar 6 Pengaruh Waktu operasi (menit) terhadap % Rejeksi untuk Konsentrasi Bittern 1 pada Voltage operasi 2,5 Volt



Gambar 8 Pengaruh Waktu operasi (menit) terhadap % Rejeksi untuk Konsentrasi Bittern 1 pada Voltage operasi 2,7 Volt



Gambar 7 Pengaruh Waktu operasi (menit) terhadap % Rejeksi untuk Konsentrasi Bittern 2 pada Voltage operasi 2,5 Volt



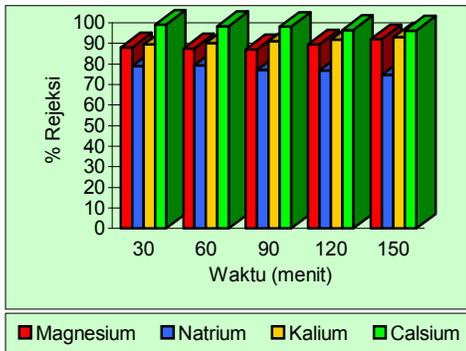
Gambar 9 Pengaruh waktu operasi (menit) terhadap % Rejeksi untuk Konsentrasi Bittern 2 pada Voltage operasi 2,7 Volt

Dari Gambar 6 dan 7 terlihat bahwa pada voltage 2,5 volt, % Rejeksi semua ion terutama Magnesium (Mg) dan Natrium (Na) mulai merambat naik dibanding pada tahap voltage 2,3 volt. Peningkatan yang signifikan terjadi pada % Rejeksi Magnesium (Mg), hal ini disebabkan perpindahan ion Magnesium (Mg) mulai terjadi pada voltage 2,5 volt.

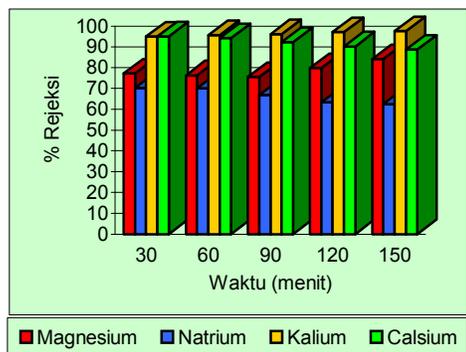
Pada tahap ini, hasil yang diperoleh dapat digunakan untuk bahan suplemen dengan kandungan Kalium (K) dan Magnesium (Mg) yang tinggi dan rendah Natrium (Na) dan Calsium (Ca).

Dari Gambar 8 dan 9 terlihat bahwa pada voltage 2,7 volt, peningkatan sedikit terjadi pada % Rejeksi Calsium (Ca), sedangkan untuk % Rejeksi Magnesium (Mg), Natrium (Na) dan Kalium (K) agak stabil.

Pada tahap ini, hasil yang diperoleh dapat digunakan untuk bahan suplemen dengan kandungan Kalium (K), Magnesium (Mg) dan Natrium (Na) yang tinggi dan rendah Calsium (Ca).



Gambar 10 Pengaruh Waktu operasi (menit) terhadap % Rejeksi untuk Konsentrasi Bittern 1 pada Voltage operasi 2,9 Volt



Gambar 11 Pengaruh Waktu operasi (menit) terhadap % Rejeksi untuk Konsentrasi Bittern 2 pada Voltage operasi 2,9 Volt

Dari Gambar 10 dan 11 terlihat bahwa pada voltage 2,9 volt, peningkatan yang signifikan terjadi pada % Rejeksi Calsium (Ca), sedangkan untuk % Rejeksi Magnesium (Mg), Natrium (Na) dan Kalium (K) stabil. Sehingga dapat dikatakan bahwa pada tahap/kondisi ini, membran elektrodialisis mampu atau selektif terhadap mineral ion yang terkandung dalam bittern dengan memberikan hasil pemisahan ion yang maksimal.

Sementara itu dari keseluruhan variable operasi yang dijalankan (yaitu konsentrasi feed, voltage dan waktu operasi) pada proses pemisahan mineral : Magnesium (Mg), Natrium (Na), Kalium (K) dan Calsium (Ca) dengan membran elektrodialisis ini, dari hasil Gambar 4 s/d 11 terlihat bahwa Gambar 10 memberikan hasil yang maksimal, hal ini ditunjukkan dari besarnya % Rejeksi yang diperoleh untuk masing-masing ion mineral.

Pada Gambar 10 diperoleh hasil penelitian terbaik pada kondisi : Konsentrasi feed pada komposisi Bittern 1, Voltage yang

dijalankan 2,9 Volt dan Waktu operasi selama 150 menit serta menghasilkan % Rejeksi Magnesium (Mg) = 91,9% , % Rejeksi Natrium (Na) = 74,66% , % Rejeksi Kalium (K) = 92,88% dan % Rejeksi Calsium (Ca) = 96,19%.

KESIMPULAN

1. Membran elektrodialisis yang digunakan pada penelitian ini selektif terhadap ion Magnesium (Mg), Natrium (Na), Kalium (K) dan Calsium (Ca).
2. Perpindahan ion terbaik berlangsung pada kondisi : Konsentrasi feed pada komposisi Bittern 1, Voltage yang dijalankan 2,9 Volt dan Waktu operasi selama 150 menit serta menghasilkan % Rejeksi Magnesium (Mg) = 91,9% , % Rejeksi Natrium (Na) = 74,66% , % Rejeksi Kalium (K) = 92,88% dan % Rejeksi Calsium (Ca) = 96,19%.
3. Membran elektrodialisis dapat digunakan untuk memisahkan mineral yang terkandung dalam limbah garam (bittern) sebagai bahan suplemen mineral ionic pada air minum

DAFTAR PUSTAKA

- Cheryan . M, (1986) “ *Ultrafiltration Hand book* “, Technomic Publishing Company. Inc 851, New Holland Avenue
- Hartomo, A . J dan Widiatmoko, M.C, (1994) “ *Teknologi Membran Untuk Pemurnian Air* ”, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta
- Mulder , M, (1991) “ *Basic Principles of Membrane Technology* ”, Kluwer Academic Publishers, Netherlands
- Redjeki, Sri, (2005) “ *Desalinasi Air Payau Dengan Proses Elektrodialisis* ”, Disertasi, Program Pasca Sarjana UNAIR Surabaya
- Wenten, I.G. Wiguna, (2000) “ *Teknologi Membran Industri* ”, ITB Bandung