



PEMURNIAN GARAM DAPUR DENGAN METODE REKRISTALISASI DENGAN ZEOLIT ALAM SEBAGAI BAHAN PENGIKAT *IMPURITIES*

Mutiara Dewi Rukmana*) dan Jumaeri

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang

Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Juni 2015
Disetujui Juli 2015
Dipublikasikan Agustus 2015

Kata kunci:
rekristalisasi
zeolit
ion pengotor Ca^{2+} dan Mg^{2+}

Abstrak

Indonesia sebagai negara maritim memiliki potensi yang sangat besar, salah satunya garam. Namun sayangnya kadar NaCl garam di Indonesia sangat rendah. Hal ini dikarenakan banyaknya impuritas pada garam. Solusi untuk menangani masalah tersebut adalah dengan metode rekristalisasi menggunakan zeolit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran zeolit, untuk mengetahui pengaruh waktu, serta untuk mengetahui pengaruh dosis zeolit pada proses pemurnian garam. Penelitian dilakukan dengan membagi sampel menjadi dua tahap yakni pertama kristalisasi tanpa penambahan zeolit dan tahap kedua kristalisasi dengan penambahan zeolit. Hasil yang diperoleh pada garam tanpa penambahan zeolit diperoleh kadar NaCl sebesar 82,37%, kadar air sebesar 5,01%, kadar ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} masing-masing sebesar 212 ppm dan 1245,924 ppm. Sedangkan pada garam dengan penambahan zeolit pada variasi ukuran butir zeolit kadar NaCl tertinggi yakni sebesar 96,11% pada variasi dosis sebanyak 3 g. Garam ini selanjutnya ditentukan kadar air, kadar ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} dan penentuan struktur kristalnya. Kadar air diperoleh sebesar 2,72% dan kadar ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} masing-masing diperoleh sebesar 9,0222 ppm dan 16,6467 ppm.

Abstract

Indonesia as the maritime country has a huge potential. Salt is one of them. But unfortunately NaCl salt in Indonesia is very low. This is due to large number of impurities in salt. One of the solution is zeolite recrystallization method. This research aims to know the influence of zeolite size, the timing, the dose of zeolite in purification process of salt. The research was carried out by dividing the sample into two stage: the first crystallization without addition of zeolite and its second phase with the addition of zeolite crystallization. The result obtained on the zeolite obtained without adding salt levels of NaCl of 82.37%, moisture content of 5.01%, the levels of ions Ca^{2+} dan Mg^{2+} 212 each ppm and 1245.924 ppm. While on the crystallization of zeolite with addition of the highest levels of NaCl 96,21% obtained from variations in dose of as much as 3 g. This salt is then specified moisture content, levels of impurity ion (Ca^{2+} dan Mg^{2+}) and crystal structure determination. Moisture content obtained by 2.73% and the levels of ions Ca^{2+} dan Mg^{2+} were each acquired for 9.0222 ppm and 16.6467 ppm.

Pendahuluan

Secara geologis, Indonesia terletak pada pertemuan jalur pergerakan lempeng tektonik dan pegunungan muda sehingga menyebabkan terbentuknya berbagai macam sumber daya mineral yang potensial untuk dimanfaatkan. Selain itu, Indonesia merupakan salah satu negara maritim terbesar di dunia, yang di dalam lautnya terdapat berbagai kekayaan alam lainnya seperti ikan laut, rumput laut, mineral garam terlarut, mutiara serta tambang minyak bumi. Namun, kekayaan alam Indonesia yang melimpah tersebut belum dapat dimanfaatkan dan diolah secara optimal. Indonesia masih membutuhkan impor produk tertentu dari luar negeri, padahal bahan dasar produk tersebut telah tersedia secara melimpah di bumi Indonesia. Salah satu contoh adalah garam. Garam merupakan salah satu kebutuhan yang merupakan pelengkap dari kebutuhan pangan dan merupakan sumber elektrolit bagi tubuh manusia.

Produksi garam merupakan salah satu isu nasional yang menjadi perhatian pemerintah saat ini. Indonesia sebagai sebuah negara kepulauan sehingga memiliki potensi tinggi untuk menghasilkan garam dengan jumlah yang cukup besar. Namun sayangnya untuk mencapai kebutuhan nasional, Indonesia harus mengimpor garam. Rendahnya produksi garam disebabkan oleh faktor curah hujan yang tinggi sehingga sangat mempengaruhi proses produksi nasional. Permasalahan produksi garam nasional lain adalah kualitas garam yang dihasilkan dari produksi dalam negeri masih kalah bersaing dengan garam impor (kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} rendah). Untuk penghilangan *impurities* dari produk garam dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain dengan resin penukar kation. Solusi untuk menangani masalah tersebut adalah dengan metode rekristalisasi menggunakan zeolit.

Zeolit merupakan sistem penukar ion yang sederhana dan relatif murah sehingga secara keseluruhan ditinjau dari segi teknis dan ekonomi dapat dijangkau oleh pelaku industri kecil atau rumah tangga. Zeolit memiliki sifat sebagai penukar kation karena adanya kation logam alkali dan alkali tanah, kation tersebut dapat bergerak bebas di dalam rongga dan dapat dipertukarkan dengan kation logam lain. (Nurhayati; 2011). Zeolit alam diperoleh dengan penambangan secara terbuka dan dapat secara mekanis ditemukan di Indonesia (Yunita; 2008). Mineral zeolit banyak terdapat di batuan

sedimen terutama kristal dari kelompok aluminium dan silikat (Said; 2008). Zeolit mempunyai kapasitas yang tinggi sebagai penyerap. Hal ini dikarenakan zeolit dapat memisahkan molekul-molekul berdasarkan ukuran dan konfigurasi dari molekul (Andreas; 2004). Dalam penelitian ini dikaji pengaruh penggunaan zeolit sebagai bahan pengikat *impurities* terhadap kualitas garam hasil kristalisasi dengan melibatkan variabel ukuran butir zeolit, dosis zeolit, dan waktu pengadukan. Kualitas garam ditentukan dengan menggunakan parameter kadar air, kadar NaCl, dan pengotor (Ca^{2+} dan Mg^{2+}).

Metode Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: *muffle furnace*, spektrofotometer serapan atom model *Aanalyt 100 Perkin Elmer*, difraktometer Sinar-X *PW3 710 (GBC EMMA)*. Bahan-bahan yang digunakan HCl, AgNO_3 , K_2CrO_4 , NaHCO_3 , HNO_3 dengan *grade pro analyst* buatan *Merck* serta aquades dan aquademin.

Langkah kerja yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu sampel dibagi menjadi dua yakni pertama kristalisasi garam tanpa penambahan zeolit dan kedua kristalisasi dengan penambahan zeolit. Kristalisasi tanpa zeolit dilakukan dengan menguapkan larutan garam hingga kepekatannya $24,5^\circ\text{Be}$ kemudian dikristalisasi dan dihitung kadar air, kadar NaCl, dan kadar ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} dengan menggunakan AAS. Pada kristalisasi garam dengan penambahan zeolit larutan garam yang telah memiliki kepekatan $24,5^\circ\text{Be}$ ditambahkan zeolit alam yang telah diaktivasi dengan larutan HCl 0,5M. Dalam penghilangan kadar *impurities* garam, dilakukan beberapa variasi yaitu: variasi ukuran butir zeolit +10; +20 -10; +30 -20; +40 -30; +50 -40, variasi waktu pengadukan larutan selama 1; 2; 3; 4; 5 jam. dan variasi dosis zeolit sebanyak 1; 2; 3 g. Tahap selanjutnya yakni larutan dikristalisasi lagi dan dihitung kadar NaCl. Kemudian garam dengan kadar NaCl tertinggi dilakukan analisis kadar air, kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} , dan penentuan struktur kristalnya.

Hasil dan Pembahasan

Kristalisasi garam tanpa penambahan zeolit dilakukan dengan menggunakan sampel garam krosok sebesar 20°Be . Selanjutnya sampel diuapkan dengan menggunakan sinar matahari sehingga diperoleh kepekatan $24,5^\circ\text{Be}$. Kemudian dianalisis kadar NaCl, kadar air, kadar ion pengotor Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Hasil

penelitian tentang karakterisasi garam tanpa penambahan zeolit disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Karakterisasi garam tanpa penambahan zeolit

Parameter uji	Hasil analisis
NaCl	82,37%
Mg ²⁺	212 ppm
Ca ²⁺	1245,924 ppm
Kadar air	5,01%

Dari penelitian yang telah dilakukan diketahui kadar NaCl garam tanpa penambahan zeolit sebesar 82,37%. Berdasarkan standar mutu garam, kadar NaCl minimal menurut SNI 01-3556-2000 adalah 94,5%. Hal ini menunjukkan bahwa kadar NaCl dari garam tanpa penambahan zeolit masih mengandung pengotor dan belum memenuhi standar yang diharuskan. Hal ini ditunjukkan pula dengan adanya kandungan Ca²⁺ dan Mg²⁺ yang sangat tinggi. Kadar Ca garam tanpa penambahan zeolit sebesar 282,222 mg/L sedangkan kadar Mg garam tanpa zeolit lebih tinggi yakni 1245,924. Garam yang telah dikristalisasi dengan kepekatan 24,5°Be selanjutnya ditambahkan zeolit sebagai bahan pengikat ion Ca²⁺ dan ion Mg²⁺.

Pada penambahan zeolit ini dilakukan 3 variasi yaitu: variasi ukuran butir zeolit, variasi waktu pengadukan, dan variasi dosis zeolit. Pada variasi ukuran butir, zeolit yang telah diayak dengan menggunakan ayakan +10; +20 -10; +30 -20; +40 -30; +50 -40 ini selanjutnya masing-masing ditambahkan dengan larutan garam sebanyak 100 mL. Dari uji yang telah dilakukan dapat diketahui kadar NaClnya yang disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kadar NaCl garam dengan penambahan zeolit variasi butir zeolit

No	Diameter butir zeolit (<i>mesh</i>)	Rata-rata kadar NaCl (%)
1	> 10	92,42
2	10	92,94
3	20	93,41
4	30	95,13
5	40	96,11

Dari Tabel 2. dapat diketahui, kadar NaCl tertinggi dengan penambahan zeolit adalah 96,11% dengan diameter butir zeolit 40 *mesh*. Pada Tabel 2. dapat dilihat kecenderungan bahwa semakin kecil diameter butir zeolit, maka kadar NaCl yang dihasilkan akan semakin besar. Kecenderungan tersebut menunjukkan bahwa kemampuan zeolit sebagai penukar ion akan meningkat seiring dengan bertambah luasnya permukaan yang dimiliki oleh zeolit. Ukuran butir zeolit yang semakin kecil

memberikan nilai efisiensi penyerapan yang cenderung semakin besar. Hal ini dapat dipahami bahwa pada jumlah zeolit yang sama, semakin kecil ukuran butirnya akan menambah jumlah pori penyerapan sehingga pengotor Ca dan Mg yang terserap juga akan semakin besar atau nilai efisiensi penyerapannya akan semakin besar. Kadar NaCl garam dengan penambahan zeolit ini memenuhi standar SNI 01-3556-2000 karena memiliki kadar diatas 94,5%.

Pada variasi waktu, waktu yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1, 2, 3, 4, 5 jam serta menggunakan butir zeolit dan dosis yang sama yaitu ayakan lolos 50 dan tertahan 40 *mesh* dengan dosis sebanyak 3 g. Dari uji yang telah dilakukan dapat diketahui kadar NaClnya yang disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Kadar NaCl garam dengan penambahan zeolit variasi waktu

No	Waktu (jam)	Rata-rata kadar NaCl (%)
1	1	90,83
2	2	91,38
3	3	92,40
4	4	93,81
5	5	95,93

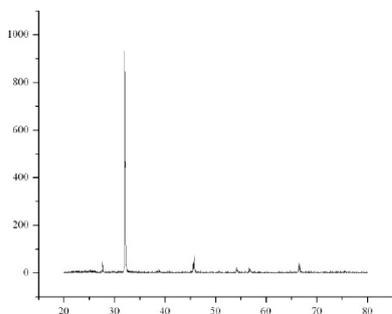
Dari Tabel 3. dapat diketahui, kadar NaCl tertinggi dengan penambahan zeolit adalah 95,93% dengan waktu pengadukan selama 5 jam. Penyerapan yang dilakukan oleh zeolit alam yang teraktivasi HCl terus meningkat. Hal ini berarti bahwa sampai waktu 5 jam zeolit masih mampu untuk menyerap ion pengotor Ca dan Mg. Pada Tabel 3. juga dapat dilihat kecenderungan bahwa semakin lama waktu pengadukan, maka kadar NaCl semakin besar. Hal ini menunjukkan bahwa waktu aliran sangat mempengaruhi jumlah ion Ca²⁺ dan Mg²⁺ yang tertukar oleh zeolit. Pertukaran ini terjadi karena aktivitas zeolit sebagai resin kation Na⁺ yang tertukar dengan ion Ca²⁺ dan Mg²⁺. Semakin lama waktu proses pengaliran larutan garam mengakibatkan kontak partikel zeolit dengan ion Ca²⁺ dan Mg²⁺ semakin lama, akibatnya semakin besar ion Ca²⁺ dan Mg²⁺ yang terserap dalam zeolit. Hal itu menunjukkan bahwa ion Ca²⁺ dan Mg²⁺ tertukar dengan ion Na⁺ yang terdapat dalam zeolit, sehingga Ca²⁺ dan Mg²⁺ akan menggantikan posisi logam dalam zeolit.

Variasi dosis dilakukan dengan menambahkan dosis sebanyak 1, 2, 3 g pada larutan garam. Dari uji yang telah dilakukan dapat diketahui kadar NaClnya yang disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Kadar NaCl garam dengan penambahan zeolit variasi dosis zeolit

No	Dosis zeolit (gram)	Rata rata kadar NaCl (%)
1	1	94,61
2	2	95,33
3	3	96,21

Dari Tabel 4. dapat diketahui, kadar NaCl tertinggi dengan penambahan zeolit adalah 96,21% dengan waktu pengadukan selama 5 jam dan ukuran butir zeolit 40 *mesh* dan dosis sebesar 3 g. Pada Tabel 4. dapat dilihat kecenderungan bahwa semakin banyak jumlah zeolit yang ditambahkan, maka kadar NaCl yang dihasilkan akan semakin besar. Kecenderungan tersebut menunjukkan bahwa dengan banyaknya zeolit maka pori-pori yang dihasilkan juga akan semakin banyak sehingga semakin banyak pula ion-ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang dipertukarkan dengan ion Na^+ di dalam zeolit sehingga meningkatkan kadar NaCl garam. Selanjutnya garam ini dihitung kadar ion Ca dan Mg dan diidentifikasi struktur kristalnya. Kadar ion Ca dan Mg yang diperoleh pada garam tanpa zeolit sangatlah besar yakni 212 ppm dan 1245,924 ppm. Setelah penambahan zeolit kadar ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang dihasilkan menurun. Hal ini didapat dari hasil AAS garam yang memiliki kadar NaCl tertinggi sebesar 96,11% memiliki kandungan Ca dan Mg berturut-turut yakni 9,022 ppm dan 16,647 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa kadar ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} mengalami penurunan yang sangat besar. Penurunan ini menunjukkan ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang terserap dalam zeolit besar. Hasil ini disebabkan semakin besar penurunan Ca dan Mg maka semakin besar pula Ca dan Mg yang terserap ke zeolit. Penentuan struktur kristal dengan XRD yang dilakukan pada panjang gelombang 1,5406 Å. Hasil dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Difraktogram garam 24,5^oBe dengan penambahan zeolit**Gambar 1.** Difraktogram garam pada 24,5^oBe dengan penambahan zeolit

Hasil analisis difraksi sinar-X garam menunjukkan terdapat puncak tajam pada sudut 2θ: 32,04°. Dan puncak-puncak utama lainnya ditunjukkan pada sudut 2θ: 27,64; 45,74; dan 66,66°. Sedangkan hasil difraksi NaCl murni memperlihatkan puncak tajam pada sudut 2θ: 31,9554°, puncak-puncak utama lainnya ditunjukkan pada sudut 2θ: 28,8205°; 66,4825°. Kristalinitas pada garam ditunjukkan oleh besarnya intensitas puncak pada difraktogram difraksi sinar X. Hasil difraktogram NaCl dengan penambahan zeolit masih mengandung fase *amorf* akibat pengkristalan yang kurang sempurna. Namun hasil penelitian hampir mendekati standar.

Simpulan

Ukuran zeolit dalam pemurnian garam mempengaruhi kualitas NaCl. Kadar NaCl tertinggi 96,11% dengan zeolit yang telah lolos ayakan 50 *mesh* dan tertahan 40 *mesh*. Waktu kontak zeolit mempengaruhi kualitas NaCl. Kadar NaCl terbesar adalah 95,93% dengan waktu kontak selama 5 jam. Dosis zeolit dalam pemurnian garam mempengaruhi kualitas NaCl. Kadar NaCl terbesar adalah 96,21% dengan dosis sebanyak 3 g.

Daftar Pustaka

- Andreas, D.P., Ali, M. 2004. Penurunan Kadar Besi oleh Media Zeolit Alam Ponorogo secara kontinyu. *Jurnal Purifikasi*, 5: 169-174
- Nurhayati, I. 2011. Filtrasi dengan Media Zeolit Teraktivasi untuk Menurunkan Kesadahan. *Wahana*, 57: 2-3
- Rahman, A., I Amjad., Farrukh. 2010. Preparation of Analytical Grade Sodium Chloride From Khewra Rock Salt. *World Applied Sciences Journal*, 9(11):1223-1224
- Said, M., Wagi., Ari., Murenda, E. 2008. Aktivasi Zeolit Alam Sebagai Adsorbent Pada Adsorpsi Larutan Iodium. *Jurnal Teknik Kimia*, 15:50
- Yunita, I. 2008. *Pengaruh Waktu Reaksi pada Sintesis Zeolit dari Abu Sekam Padi serta Aplikasinya sebagai Penukar Ion*. Tugas Akhir 2. Semarang: Jurusan Kimia FMIPA UNNES