

REMOVAL IMPURITIS GARAM DENGAN METODE PERTUKARAN ION SECARA *BATCH*

Caecilia Pujiastuti*, Yustina Ngatilah, Ketut Sumada, Dinar Ismilla Putri, Indah Nur
Laila

Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

*e-mail: caeciliapujiastuti@gmail.com

Abstract

Salt is one of the consumer and industrial consumption products that has the main content of sodium chloride (NaCl). The present quality of the salt product currently contains about 90-93% sodium chloride, and the other is known as an impurities of calcium (Ca), magnesium (Mg), potassium (K) and sulfate (SO₄) ions. The presence of these impurities will decrease the quality of the salt product, so a method is needed to decrease the content of impurities in the salt product. One of the methods that can be used to reduce the levels of impurities such as Ca, Mg, K, and sulfate (SO₄) ions in salt solution is ion exchange method. In this study we studied the effect of cation resin amount (50-150) grams per liter of salt solution and anion solution (150 grams) and contact time (5-25) minutes on removal of Ca, Mg, K and SO₄ ions. The study was conducted in a stirred tank with a fixed rotation speed of 200 rpm, and the initial quality of the salt solution contained Ca ions: 0.07%, Mg: 0.09%, K: 0.04% and SO₄: 0.4%. Based on the result of the research, the removal of Ca ion: 93.6%, Mg: 78.93%, K: 25.00% dan SO₄: 85.47 % at condition of cation resin amount: 150 gram/liter and contact time 25 minutes.

Keywords: Impurities, Ion Exchangers, Removal, Salt.

Abstrak

Garam merupakan salah satu produk konsumsi masyarakat dan industri yang mempunyai kandungan utama natrium klorida (NaCl). Kualitas produk garam saat ini mengandung natrium klorida kurang lebih 90-93%, dan sisanya adalah bahan pengotor (impurities) yang terdiri atas ion kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K) dan sulfat (SO₄). Keberadaan bahan pengotor ini akan menurunkan kualitas produk garam, sehingga dibutuhkan suatu metode untuk menurunkan kandungan bahan pengotor dalam produk garam. Salah satu metode yang dapat dipergunakan untuk menurunkan kadar bahan pengotor dalam suatu larutan garam adalah metode pertukaran ion (ion exchange). Pada penelitian ini dikaji pengaruh jumlah resin kation (50-150) gram per liter larutan garam dan anion (150 gram) serta waktu kontak (5-25) menit terhadap penyisihan ion Ca, Mg, K dan SO₄. Penelitian dilaksanakan dalam tangki berpengaduk dengan kecepatan putaran tetap 200 rpm, dan kualitas awal larutan garam mengandung ion Ca: 0,07%, Mg : 0,09%, K: 0,04% dan SO₄: 0,4%. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh penyisihan ion Ca: 93,6%, Mg : 78,93%, K: 25,00% dan SO₄: 85,47 % pada kondisi jumlah resin kation : 150 gram/liter serta waktu kontak 25 menit.

Kata kunci: Impuritis, Penukar Ion, Penyisihan, Garam.

1. PENDAHULUAN

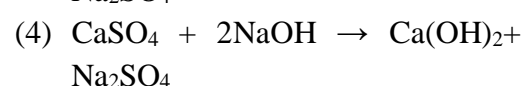
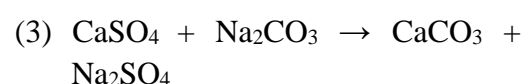
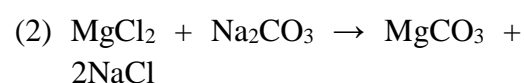
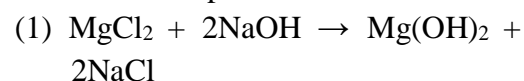
Garam merupakan suatu produk yang di Indonesia dihasilkan melalui proses penguapan dan kristalisasi air laut. Garam ini sangat dibutuhkan oleh masyarakat untuk penyedap masakan dan juga oleh beberapa industri seperti industri pengolahan ikan, minuman, tekstil, produk kimia, farmasi dan kesehatan. Garam yang dibutuhkan oleh setiap peruntukan didasarkan pada kualitas garam terutama kandungan natrium klorida (NaCl) serta kandungan pengotor (impurities) yang diperbolehkan. Garam untuk konsumsi masyarakat mempersyaratkan kandungan natrium klorida (NaCl) sebesar 94,7 % (SNI 3556-2016), industri soda kandungan NaCl minimal 98 % dan farmasi kandungan NaCl kurang lebih diatas 99,5 % (SNI 0303-2012). Garam yang dihasilkan di beberapa sentra garam rakyat di Indonesia mengandung kadar NaCl berkisar antara 80-92% dan sisanya adalah bahan pengotor (impurities) seperti magnesium klorida ($MgCl_2$), kalsiumkarbonat ($CaCO_3$), kalium klorida (KCl) dan magnesium sulfat ($MgSO_4$) sehingga garam tersebut masih dibutuhkan pengolahan lanjutan untuk memenuhi standar garam yang dibutuhkan oleh masyarakat dan industri. Ion exchange merupakan salah satu metode untuk mengurangi kandungan zat pengotor (Kazuharu, 2018, Nirali et al, 2016).

Beberapa proses pengolahan yang telah dilakukan dalam rangka peningkatan kualitas garam yaitu:

1. Proses fisik, peningkatankualitas garam dengan proses fisik seperti proses pencucian (hidroekstraksi) yaitu suatu proses ekstraksi bahan pengotor (impurities) dengan menggunakan

larutan garam mendekati jenuh (Martina, 2014). Proses hidroekstraksi ini dapat menghasilkan produk garam dengan kandungan NaCl 95-97 % dan memenuhi standar garam konsumsi masyarakat. Proses rekristalisasi, suatu proses yang melakukan proses kristalisasi ulang dari produk garam, proses ini melalui 2 tahap proses yaitu proses pelarutan garam dan kristalisasi (evaporasi), proses ini dapat menghasilkan produk garam dengan kandungan NaCl 98-99% (Pujiastuti,C.et al,2017)

2. Proses kimia, peningkatan kualitas garam dengan proses kimia yaitu dengan penambahan-bahan kimia ke dalam larutan garam, bahan kimia yang umum ditambahkan ke dalam larutan garam jenuh adalah natrium karbonat (Na_2CO_3) dan natrium hidroksida (NaOH) (Pujiastuti, C., et al, 2017 Dinatrium phospat (Na_2HPO_4) dan lainnya atau bisa juga ditambahkan ke bahan baku garam / air lautsebelum proses evaporasi (Pujiastutiet al, 2016). Penambahan bahan kimia ini dimaksudkan untuk mengikat bahan impurities yang ada didalam garam seperti ion magnesium (Mg), kalsium (Ca), kalium (K) dan sulfat (SO_4) dan membentuk endapan. Beberapa reaksi kimia yang terjadi pada penambahan bahan kimia seperti berikut :

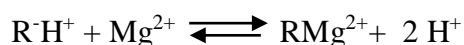


Pada penambahan bahan kimia akan

terbentuk endapan seperti magnesium hidroksida ($Mg(OH)_2$), magnesium karbonat ($MgCO_3$), kalsium karbonat ($CaCO_3$), dan kalsium hidroksida ($Ca(OH)_2$). Endapan ini menunjukkan adanya impurities yang terpisahkan.

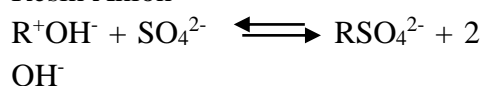
1. Penukaran Ion (Ion Exchange), peningkatan kualitas garam dengan metode penukaran ion ini dilakukan dengan 3 tahapan proses yaitu proses pelarutan garam, pertukaran ion, dan kristalisasi. Proses ini merupakan gabungan dari proses fisik dan kimia (pertukaran ion), ion-ion positif (Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ dan Na^+) yang berada di dalam larutan garam akan ditukar dengan ion hydrogen (H^+ atau Na^+) yang berada dalam media penukar ion (resin kation) sedangkan ion-ion negatifnya (Cl^- , dan SO_4^{2-}) akan ditukar dengan ion hidroksida (OH^-) yang berada di dalam media penukar ion (resin anion). Beberapa mekanisme pertukaran ion seperti berikut (Montgomery, 1985) :

a. Resin Kation



Pada resin kation ini, ion Mg^{2+} yang bermuatan positif akan terikat ke dalam resin, sedangkan resin sendiri akan melepaskan ion H^+ , pelepasan ion H^+ dapat mengakibatkan penurunan pH larutan.

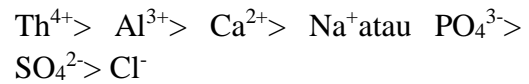
b. Resin Anion



Pada resin anion ini, ion SO_4^{2-} yang bermuatan negatif akan terikat ke dalam resin, sedangkan resin sendiri akan melepaskan ion OH^- , pelepasan ion OH^- dapat mengakibatkan peningkatan pH larutan.

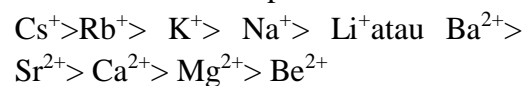
Pada pertukaran ion terdapat suatu aturan tertentu (selektivitas), yaitu :

a. Pada konsentrasi ion yang rendah dan suhu normal, maka pertukaran ion akan meningkat dengan meningkatnya valensi ion. Seperti berikut :



Hal ini menunjukkan ion yang mempunyai valensi lebih tinggi akan tertukar terlebih dahulu dan seterusnya. (Natheer, 2016)

b. Pada konsentrasi ion yang rendah, suhu normal, dan valensi ion yang sama maka pertukaran ion akan meningkat dengan meningkatnya nomor atom ion. Seperti berikut :



Hal ini menunjukkan ion yang mempunyai nomor atom lebih besar akan tertukar terlebih dahulu dan seterusnya (Bogdan *et al*, 2012, Mountadaret *al*, 2018)

c. Pada konsentrasi ion yang tinggi, perbedaan potensial terletak pada perbedaan valensi ionnya, di dalam beberapa kasus ion yang mempunyai valensi ion lebih rendah mempunyai potensial pertukaran yang lebih tinggi seperti berikut :

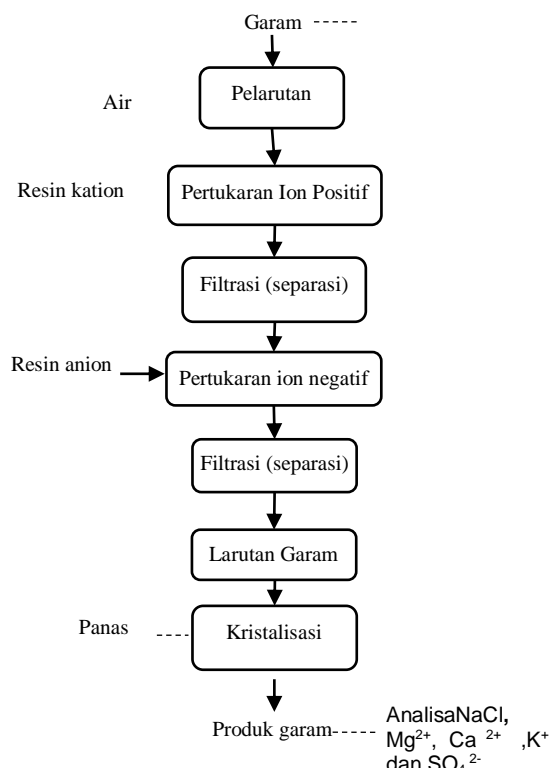


Hal ini menunjukkan ion yang mempunyai valensi lebih besar belum tentu akan tertukar terlebih dahulu (Bogdan *et al*, 2012).

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini bahan yang dipergunakan adalah produk garam (garam krosok) dari sentra garam di Jawa Timur (Madura) dan media penukar baik ion kation dan anion merk Dowex,

sedangkan kadar NaCl, Mg²⁺, dan Ca²⁺ dianalisa dengan metode titrimetri, ion K⁺ dianalisa menggunakan metode AAS dan SO₄²⁻ dianalisa dengan metode gravimetri.



Gambar 1. Blok diagram penelitian

Garam krosok sebanyak 360 gram dilarutkan dalam satu liter air dimana kondisi tersebut adalah batas kelarutan garam, larutan garam jenuh yang didapatkan ditambahkan resin kation untuk mengikat ion positif (Mg²⁺, Ca²⁺, dan K⁺), kemudian dilakukan proses filtrasi dan filtrate yang didapatkan ditambahkan resin anion untuk mengikat ion negatif (SO₄²⁻), dilakukan proses filtrasi lagi dan filtrat dianalisa kadar NaCl, Mg²⁺, Ca²⁺, K⁺ dan SO₄²⁻. Filtrat yang didapatkan dilakukan proses kristalisasi melalui evaporasi sehingga dihasilkan garam dari proses pertukaran ion secara *batch*. Garam yang dihasilkan ini dilakukan analisa kadar NaCl, Mg²⁺,

Ca²⁺, K⁺ dan SO₄²⁻. Blok diagram penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

3. HASIL DAN DISKUSI

Kualitas garam yang diproses dan garam yang dihasilkan pada penelitian adalah sebagai berikut:

a. Kualitas Garam Krosok yang Digunakan sebagai Bahan Baku Penelitian

Produk garam (garam krosok) dari Madura yang dipergunakan dalam penelitian ini memiliki kualitas seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Kualitas Garam Krosok yang Digunakan

| No | Parameter | Konsentrasi(%) |
|----|----------------------------|----------------|
| 1 | Natrium Klorida (NaCl) | 92,03 |
| 2 | Magnesium (Mg) | 0,56 |
| 3 | Sulfate (SO ₄) | 2,03 |
| 4 | Calcium (Ca) | 0,50 |

Berdasarkan hasil analisa tersebut dapat diketahui garam krosok yang dihasilkan oleh sentra garam di Madura mengandung kadar natrium klorida (NaCl) 92,03 % dan kadar NaCl ini masih dibawah standar yang ditetapkan untuk garam konsumsi yaitu 94,7%.

b. Kualitas Larutan Garam Jenuh yang Dipergunakan dalam Penelitian

Larutan garam jenuh merupakan larutan yang akan dilakukan proses pengolahan dengan metode pertukaran ion, larutan garam jenuh ini terbuat dari 360 gram garam krosok dilarutkan dengan satu liter air dan disaring. Hasil analisa

larutan garam jenuh ini seperti tercantum dalam Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Kualitas Larutan Garam

| No | Parameter | Konsentrasi (%) |
|----|----------------------------|-----------------|
| 1 | Natrium Klorida (NaCl) | 28,40 |
| 2 | Magnesium (Mg) | 0,09 |
| 3 | Sulfate (SO ₄) | 0,07 |
| 4 | Calcium (Ca) | 0,40 |

c. Pengaruhberat Resin Kation, Anion dan Waktu Kontak terhadap Persen Penyisihan ion Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ dan SO₄²⁻

Beberapa hasil penelitian terkait pengaruh berat resin kation, anion dan waktu kontak terhadap persen penyisihan ion-ion seperti Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ dan SO₄²⁻ seperti ditunjukkan dalam Tabel 3.

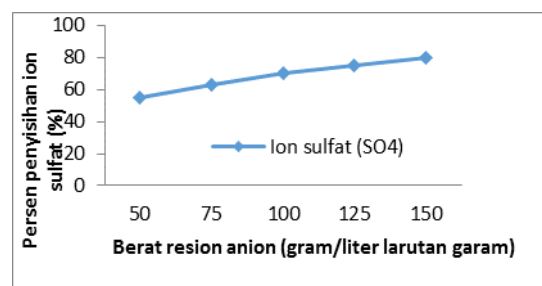
Hasil penelitian menunjukkan persen penyisihan ion Ca²⁺, Mg²⁺, dan K⁺ pada berat resin kation yang berbeda dan waktu kontak yang berbeda pula, sedangkan Gambar 2 menunjukkan persen penyisihan ion SO₄²⁻.

Tabel 3. Pengaruh Waktu dan Berat Resin terhadap Kandungan Ion – Ion dalam Garam yang Dihasilkan

| Resin Kation (gram) | Waktu (menit) | Kandungan ion-ion didalamlarutan garam (%) | | | |
|---------------------|---------------|--|------------------|------------------|----------------|
| | | NaCl | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ |
| 50 | 5 | 35,03 | 0,053 | 0,065 | 0,04 |
| | 10 | 35,16 | 0,053 | 0,059 | 0,038 |
| | 15 | 36,02 | 0,05 | 0,055 | 0,036 |
| | 20 | 36,13 | 0,044 | 0,05 | 0,035 |
| | 25 | 36,15 | 0,043 | 0,047 | 0,034 |
| 75 | 5 | 35,14 | 0,043 | 0,057 | 0,039 |
| | 10 | 35,65 | 0,042 | 0,055 | 0,037 |
| | 15 | 36,09 | 0,041 | 0,053 | 0,035 |
| | 20 | 36,17 | 0,033 | 0,051 | 0,034 |
| | 25 | 36,19 | 0,032 | 0,047 | 0,033 |
| 150 | 5 | 36,38 | 0,036 | 0,048 | 0,036 |

| Resin Kation (gram) | Waktu (menit) | Kandungan ion-ion didalamlarutan garam (%) | | | |
|---------------------|---------------|--|------------------|------------------|----------------|
| | | NaCl | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ |
| 100 | 10 | 36,49 | 0,032 | 0,045 | 0,033 |
| | 15 | 36,74 | 0,027 | 0,042 | 0,032 |
| | 20 | 36,84 | 0,019 | 0,036 | 0,031 |
| | 25 | 36,98 | 0,012 | 0,032 | 0,028 |
| | 5 | 35,74 | 0,036 | 0,057 | 0,037 |
| 125 | 10 | 35,95 | 0,033 | 0,052 | 0,035 |
| | 15 | 36,64 | 0,03 | 0,047 | 0,034 |
| | 20 | 36,77 | 0,026 | 0,046 | 0,032 |
| | 25 | 36,97 | 0,025 | 0,044 | 0,031 |
| | 5 | 35,23 | 0,04 | 0,055 | 0,038 |
| 150 | 10 | 35,86 | 0,037 | 0,053 | 0,038 |
| | 15 | 36,22 | 0,034 | 0,05 | 0,036 |
| | 20 | 36,23 | 0,027 | 0,047 | 0,035 |
| | 25 | 36,39 | 0,025 | 0,042 | 0,033 |

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa semakin banyak resin kation yang ditambahkan, ion Ca²⁺, Mg²⁺, dan K⁺ yang terserap ke dalam resin semakin besar, ini sesuai dengan kapasitas resin yang ada, semakin banyak resin kemampuan resin untuk menyerap semakin ion semakin banyak. Semakin lama waktu kontak, ion Ca²⁺ yang terserap semakin besar dan melebihi ion magnesium (Mg²⁺) dan kalium (K⁺). Hal ini sesuai dengan konsep selektivitas ion yaitu pada ion yang mempunyai valensi ion yang sama, semakin besar berat atom ion maka akan terserap lebih tinggi ke dalam resin.



Gambar 2. Penyisihan Ion SO₄²⁻ pada Waktu Kontak 25 menit

Besarnya persentase ion Ca yang terserap sebesar 3,6%, ion Mg 78,93% dan ion K

25,00 % dan SO_4 :85,47 %.

Hasil terbaik diperoleh pada penambahan resin anion 150 gram per liter larutan garam dan waktu kontak 25 menit. Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui ion sulfat (SO_4^{2-}) yang terserap ke dalam resin anion sebanding dengan jumlah resin anion yang ditambahkan, semakin besar jumlah resin anion yang dipergunakan maka semakin besar pula ion SO_4^{2-} yang terikat didalam resin anion. Prosentase penyisihan ion sulfat (SO_4^{2-}) sebesar 85,47 % dengan penambahan 150 gram resin anion. Penambahan 100 gram resin kation per liter larutan garam dan waktu kontak 25 menit, kualitas larutan garam yang dihasilkandari proses pertukaran ion : NaCl : 36,98 % ; Ca^{2+} : 0.012 % ; Mg^{2+} : 0,032 % dan K^+ : 0,028 % serta SO_4^{2-} : 0,08 %.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan beberapa hal diantaranya:

- Metode pertukaran ion (ion exchange) dapat diaplikasikan untuk memisahkan ion Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ dan SO_4^{2-} yang berada dalam larutan garam jenuh
- Semakin besar jumlah resin kation dan anion yang ditambahkan, semakin banyak ion positif dan negatif yang dapat diserap (ditukar)
- Waktu proses terbaik dalam penelitian adalah 25 menit
- Persentase penyisihan (removal) ion-ion Ca : 93,6%, Mg : 78,93%, K : 25,00% dan SO_4 : 85,47 %

Produk garam yang dihasilkan dari proses evaporasi larutan garam yang telah mengalami proses pertukaran ion yaitu: Kadar NaCl : 99,41%; Ca^{2+} : 0,032%;

Mg^{2+} : 0,09% dan K^+ : 0,081% serta SO_4^{2-} : 0,195 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Bogdan B., Ramona-Elena T.F., Liliana L., Laura B., dan Gheorghe, G. (2012). Use of Strong Acid Resin Purolite C100E for Removing Permanent Hardness of Water-Factors Affecting Cationic Exchange Capacity. *Scientific Study & Research Journal*, Vol 13, No 3, hal 295 – 304
- Kazuharu Y. 2018. Lithium Recovery from Various Resources Using Ion Exchange”, *Journal of Ion Exchange*, Volume 29, Issue 2, hal 17-24
- Martina, A. 2014. Pemurnian Garam dengan Metode Hidroekstraksi. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat. Universitas Katolik Parahyangan.
- Natheer N. I. 2016. Experimental study on Ion Exchange Rate of Calcium Hardness in Water softening process Using Strong Acid Resin DOWEX HCR S/S”. *Al-Nahrain University, College of Engineering Journal (NUCEJ)*. Vol.91 No.1, hal.107 – 114
- Nirali K., Lavleen B., Mansi N., dan Vaishnavi R. 2016. Wastewater treatment by ion exchange method: a review of past and recent researches, *Environmental Science an Indian Journal*, Vol 12, No 4, hal 143-150
- Montgomery, J. 1985. *Water Treatment Principles and Design*, John Wiley and Sons, hal 198-222
- Mountadar, S., Hayani, A., Rich, A., Siniti, M., dan Tahiri, S. 2018. Equilibrium, Kinetic, and Thermodynamic Studies of the Ca^{2+} and Mg^{2+} Ions Removal from Water

- by Duolite C206A, Solvent and Extraction and Ion Exchange Journal, Vol 4, No 5, hal 156-165
- National Standardization Agency of Indonesia SNI 3556-2016 Standard for Consumption Salts
- National Standardization Agency of Indonesia SNI 0303-2012 Standard for Industrial Salts.
- Pujiastuti, C., Sumada, K., Ngatilah, Y., Hadi, P. 2016. Removal of Mg^{2+} , K^+ , SO_4^{2-} Ions from Seawater by Precipitation Methode, Matec Web of Conferences 58, 01022(2016) Les Ulis: EDP Sciences.
- Pujiastuti, C., Sumada, K., Ngatilah, Y. 2017. Pengembangan Proses Dan Teknologi Industri Garam, 1 ed, 27-29, Monograf, CV. Mitra Sumber Rejeki, Surabaya
- Pujiastuti, C., Ngatilah, Y., Sumada, K., dan Muljani, S. 2017. The Effectiveness of Sodium Hydroxide (NaOH) and Sodium Carbonate (Na_2CO_3) on the Impurities Removal of Saturated Salt Solution, IOP Conf.Series: Journal of Physics: Conf.Series 953 (2017) 012.