

PENGARUH KUALITAS BAHAN BAKU DAN RASIO UMPAN TERHADAP PELARUT PADA PROSES PEMURNIAN GARAM DENGAN METODE HIDROEKSTRAKSI *BATCH*

Angela Martina, Judy Retti Witono, Ginajar Karya Pamungkas, Willy
Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan
Jalan Ciumbuleuit 94, Bandung, 40141, Indonesia
 Email : angela.martina@unpar.ac.id

Abstrak

Indonesia masih memenuhi kebutuhan garam industrinya dengan impor garam, terutama dari Australia. Kualitas garam lokal yang dihasilkan di Indonesia yang masih belum dapat memenuhi standar garam industri masih menjadi salah satu kendala. Berbagai proses pemurnian garam hingga saat ini masih terus dikembangkan untuk dapat meningkatkan kualitas garam di Indonesia. Pada penelitian ini, proses pemurnian garam dilakukan dengan metode hidroekstraksi secara *batch*. Pada proses hidroekstraksi *batch* ini, kristal garam rakyat K1, K2, dan K3 dikontakkan dengan larutan garam murni jenuh dengan variasi rasio umpan terhadap pelarut (F:S) 1:30; 1:35; 1:40; 1:45; dan 1:50 dan kecepatan pengadukan 50 rpm. Kualitas garam hasil pemurnian dianalisis berdasarkan kadar NaCl, Ca²⁺, dan Mg²⁺. Kadar NaCl tertinggi, yaitu 98,89% diperoleh pada proses menggunakan bahan baku kristal garam K2 dengan perbandingan F:S 1:45.

Kata kunci : garam, pemurnian, hidroekstraksi, *batch*

Abstract

Nowadays, Indonesia is still relying on the imported salt, especially from Australia to meet the domestic salt demand. Development of salt purification process is still ventured to improve the quality of the salt as well as the efficiency. In this research, salt purification process is done using the hydroextraction method, where the salt crystals are purified using the pure saturated salt solution in a beaker glass. Different classification of salt K1, K2, and K3 are used with F:S ratio is varied by 1:30; 1:35; 1:40; 1:45; and 1:50. The hydroextraction process is stirred at 50 rpm. The quality of the purified salt are determined based on analysis of the levels of NaCl, Ca²⁺, and Mg²⁺. The highest NaCl level, 98,89% obtained on the process using K2 salt with F:S ratio is 1:45.

Keywords : salt, purification, hydroextraction, *batch*

Pendahuluan

Garam (NaCl) merupakan salah satu komoditi besar Indonesia. Sebagai pemilik garis pantai terpanjang keempat di dunia, Indonesia memiliki modal untuk memproduksi dan memenuhi kebutuhan garam nasional secara mandiri, baik untuk kebutuhan konsumsi maupun industri. Produksi garam nasional Indonesia mencapai 60 ton/Ha/tahun dari lahan seluas 5.116 Ha yang dikelola PT. Garam, sedangkan lahan seluas 25.542 Ha yang dikelola secara tradisional oleh rakyat hanya dapat memproduksi 40 ton/Ha/tahun [5]. Teknologi evaporasi air laut yang diterapkan oleh petani garam di Indonesia hingga saat ini hanya mampu menghasilkan garam dengan kadar NaCl 85-95% [6].

Kualitas garam rakyat ini masih belum dapat memenuhi standar kualitas garam industri yang membutuhkan garam dengan kadar 98,5% sehingga Indonesia masih memenuhi kebutuhan garam industri dari impor garam. Standar Nasional Indonesia (SNI) garam industri dapat dilihat pada Tabel 1. Impor garam nasional dari tahun 2003-2013 dapat dilihat pada Tabel 2. Untuk itu,

diperlukan teknologi pemurnian lebih lanjut untuk dapat meningkatkan kualitas garam rakyat.

Tabel 1. SNI garam industri [5]

| Parameter | Kadar (%) |
|-------------------------------|------------|
| NaCl | min. 98,5 |
| SO ₄ ²⁻ | maks. 0,2 |
| Mg ²⁺ | maks. 0,06 |
| Ca ²⁺ | maks. 0,1 |
| Partikel tak larut | - |
| H ₂ O | maks. 3 |

Tabel 2. Impor garam nasional [5]

| Tahun | Impor (Ton) |
|-------|-------------|
| 2009 | 1.700.000 |
| 2010 | 2.080.000 |
| 2011 | 2.830.000 |
| 2012 | 2.220.000 |
| 2013 | 1.920.000 |

Hingga saat ini, teknologi pemurnian garam yang dikembangkan di Indonesia umumnya melibatkan proses pencucian, pelarutan, pengendapan, evaporasi, dan kristalisasi, di mana

proses-proses ini membutuhkan bahan kimia tambahan untuk dapat mereduksi pengotor di dalam kristal garam. Selain itu, diperlukan pula energi panas yang cukup besar untuk dapat merekristalisasi garam. KREBBS Swiss memulai teknologi pemurnian garam dengan metode hidroekstraksi. Pada proses hidroekstraksi ini, kristal garam dicuci menggunakan larutan garam murni jenuh. Bahan baku berupa kristal garam yang masih segar dikontakkan menggunakan larutan garam murni jenuh secara kontinu, sehingga pengotor dalam kristal garam dapat ikut melarut bersama larutan garam murni jenuh sedangkan kristal garam tidak ikut melarut. Teknologi ini memungkinkan pemurnian garam dengan perpindahan massa dan energi yang lebih efisien. Hilang garam pada proses pencucian umumnya mencapai 10-40% [4,10], namun proses hidroekstraksi mampu mereduksi hilang garam hingga 1-2% saja [10,11]. Energi panas pun hanya dibutuhkan untuk proses pengeringan saja karena garam hasil pemurnian sudah berupa kristal.

Teori

NaCl merupakan garam yang paling banyak ditemukan di dunia. NaCl murni berbentuk kristal kubik berwarna putih dengan sifat fisik seperti pada Tabel 3. NaCl dapat diperoleh dari air laut, batuan garam, atau larutan garam alamiah. Umumnya NaCl mengandung pengotor berupa magnesium sulfat, magnesium klorida, kalsium sulfat, kalsium klorida, dan air. Pengotor di permukaan kristal umumnya direduksi dengan proses pencucian, baik menggunakan air maupun larutan garam jenuh. Sedangkan pengotor yang terjebak di dalam kristal umumnya direduksi dengan proses pelarutan, penambahan bahan pengikat pengotor, dan rekristalisasi.

Tabel 3. Sifat fisik NaCl murni [5]

| Parameter | |
|---|----------------------|
| Massa molekul, g/mol | 58,44 |
| Bentuk kristal | kubik |
| Warna | tidak berwarna-putih |
| Refraksi indeks | 1,5442 |
| Densitas, g/mL | 2,165 |
| Titik leleh, °C | 801 |
| Titik didih, °C | 1413 |
| Kekerasan, skala Mohs' | 2,5 |
| Kapasitas panas, J/g.°C | 0,853 |
| Panas peleburan, J/g | 517,1 |
| Panas pelarutan, 1 kg H ₂ O, 25 °C, kJ/mol | 3,757 |
| Kelembaban kritis pada 20 °C, % | 75,3 |

NaCl banyak dimanfaatkan, baik dalam bidang industri maupun konsumsi. Industri-industri yang banyak memanfaatkan NaCl antara lain industri tekstil, perminyakan, metalurgi, penyamakan kulit, pengolahan air, industri pembuatan natrium sulfat (Na₂SO₄), natrium karbonat (Na₂CO₃), natrium bikarbonat (NaHCO₃), dan industri klor alkali, yaitu industri yang menghasilkan klorin dan natrium hidroksida. Industri farmasi memanfaatkan NaCl dengan kemurnian tinggi (>99%) sebagai reagen dalam analisis laboratorium.

Untuk kebutuhan konsumsi rumah tangga, garam dapur dimanfaatkan sebagai bahan peningkat rasa makanan. Garam ditambahkan zat aditif berupa Kalium Iodida (KI) dan Kalium Iodat (KIO₃). Selain itu, garam dapat pula digunakan sebagai pengawet, penguat warna, bahan pembentuk tekstur, dan bahan pengontrol fermentasi.

Di Indonesia, garam rakyat dihasilkan secara tradisional melalui proses evaporasi air laut dengan bantuan cahaya matahari. Garam rakyat ini dapat diklasifikasikan menjadi garam K1, K2, dan K3. Garam K1 merupakan garam hasil proses kristalisasi pada larutan 26 – 29,5°Be. Garam K1 memiliki kadar NaCl minimum 97,1% dan kadar air maksimum 4%. Garam K2 merupakan garam dengan kualitas lebih rendah daripada K1. Garam ini merupakan sisa kristalisasi pada konsentrasi larutan 29,5 – 35°Be dan memiliki kadar NaCl minimum 94,7% dan kadar air maksimum 5%. Secara fisik, garam K2 berwarna kecoklatan. Garam K3 merupakan garam kualitas terendah. Garam ini merupakan sisa kristalisasi pada konsentrasi larutan di atas 35°Be dan memiliki kadar NaCl kurang dari 94,7% dan kadar air lebih dari 5%. Secara fisik, garam K3 berwarna coklat dan masih bercampur lumpur [5].

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan umumnya melibatkan proses pengendapan Ca²⁺ dan Mg²⁺ menggunakan bahan pengikat [3, 6, 8, 9, 12, 13]. Kristal garam kotor dilarutkan, kemudian berbagai bahan pengikat pengotor (NaOH, NaH, Na₂CO₃, NaHCO₃, dan Na₂C₂O₄) ditambahkan ke dalam larutan garam kotor untuk mengendapkan pengotor (Ca²⁺ dan Mg²⁺). Endapan pengotor kemudian dapat difiltrasi untuk memisahkannya dari larutan garam bersihnya. Selanjutnya, larutan garam yang sudah bersih diuapkan kembali untuk mendapatkan kristal garam yang lebih murni. Proses penguapan dan kristalisasi ini membutuhkan energi panas yang cukup besar.

Proses pemurnian garam dengan hidroekstraksi memanfaatkan sifat kelarutan NaCl sebagai komponen utama dari garam. Dalam proses ini, pelarut yang digunakan bukan air, melainkan larutan garam (NaCl) murni jenuh. Larutan garam murni jenuh inilah yang dapat mengekstrak pengotor dari dalam kristal garam. Pengotor utama

dalam garam yang berupa Ca^{2+} dan Mg^{2+} akan ikut melarut bersama larutan garam jenuh, sedangkan garam (NaCl) tidak akan ikut melarut. Proses pemisahan antara kristal garam hasil hidroekstraksi dengan larutan garam murni jenuh selanjutnya dapat dengan mudah dilakukan secara filtrasi. Energi panas pun tidak diperlukan untuk proses rekristalisasi sebagaimana dibutuhkan pada pemurnian menggunakan bahan pengendap. Panas hanya diperlukan untuk proses pengeringan kristal garam saja.

Proses pemurnian garam yang mengaplikasikan metode hidroekstraksi adalah proses SALEX (KREBBS Swiss) [10, 11]. Pengotor yang tak larut, seperti debu dan pasir yang ikut mengkristal dalam garam direduksi secara *hydromilling*, dimana kristal garam dihancurkan dan dicuci menggunakan larutan garam murni jenuh, sehingga pengotor yang tak larut yang erjebak di dalam kristal dapat keluar dan ikut terbawa dalam larutan garam murni jenuh. Sedangkan pengotor terlarut (terutama Ca^{2+} dan Mg^{2+}) direduksi dengan proses pencucian. Kristal garam dikontakkan dengan larutan garam murni jenuh yang dialirkan secara *counter current*. Proses ini dapat mereduksi pengotor tak larut maupun terlarut di permukaan dan di dalam kristal garam hingga menghasilkan garam dengan kemurnian 99,7-99,8% NaCl .

Pemurnian garam dengan metode hidroekstraksi secara *batch* mampu menurunkan 78,21% Ca^{2+} dan 76,09% Mg^{2+} dengan kadar NaCl maksimum 98,34% [1]. Pada percobaan ini, kristal garam yang digunakan adalah kristal garam rakyat K3 dengan ukuran partikel kasar, -10+20 mesh, dan -20+30 mesh. Kristal garam dikontakkan dengan larutan garam murni jenuh (F:S = 1: 10, 1:20, 1:30) di dalam gelas kimia tanpa pengaduk. Proses hidroekstraksi kemudian dilakukan selama 10, 30, dan 60 menit. Kadar NaCl maksimum diperoleh pada percobaan dengan ukuran partikel kristal garam K3 -20+30 mesh, F:S = 1:20, dan waktu hidroekstraksi 30 menit.

Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini, pemurnian garam dilakukan menggunakan proses hidroekstraksi secara *batch*. Kristal garam yang akan dimurnikan dikontakkan menggunakan larutan garam murni jenuh (larutan pengeksrak) dalam gelas kimia 5L dengan kecepatan pengadukan 50 rpm pada temperatur dan tekanan ruang. Proses ini memungkinkan pengotor dalam kristal garam tereduksi tanpa membuat kristal garam ikut melarut, sehingga proses pemisahan dan pengeringan kristal garam hasil pemurnian pun akan lebih mudah dilakukan.

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah garam rakyat K1, K2, dan K3 dengan ukuran -2,5+5 mesh. Perbandingan F:S

divariasikan 1:30; 1:35; 1:40; 1:45; dan 1:50. Analisis garam bahan baku (garam rakyat) dan garam hasil hidroekstraksi mengacu pada metode analisis standar SNI 01-3556-2000 dan ASTM E534-98. Kualitas garam dinyatakan dalam persentase kadar NaCl , Ca^{2+} , dan Mg^{2+} . Analisis kadar NaCl dilakukan menggunakan *atomic absorption spectrophotometer* (AAS), sedangkan analisis kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} dilakukan menggunakan titrasi kompleksometri.

Hasil dan Pembahasan

Garam yang digunakan sebagai bahan baku pada penelitian ini merupakan garam rakyat K1, K2, dan K3. Ketiga kualitas garam rakyat ini diayak sehingga diperoleh partikel garam berukuran seragam -2,5+5 mesh. Pada penelitian ini dipilih partikel garam dengan ukuran yang cukup besar, yaitu -2,5+5 mesh. Ukuran ini mendekati ukuran partikel garam lokal yang diproduksi oleh petani garam di Indonesia. Setelah diperoleh ukuran partikel garam yang segaram, kristal garam dikeringkan dalam oven dengan temperatur 110°C selama 24 jam.

Analisis bahan baku garam K1, K2, K3 dan garam industri murni meliputi analisis kadar NaCl , Ca^{2+} , dan Mg^{2+} . Tabel 4 menunjukkan hasil analisis kadar NaCl , Ca^{2+} , dan Mg^{2+} garam K1, K2, K3, dan garam industri murni serta perbandingannya dengan SNI.

Tabel 4. Hasil analisis perbandingan NaCl , Ca^{2+} , dan Mg^{2+} garam rakyat serta garam industri murni dengan SNI

| Parameter | Jenis Garam | Hasil Analisis | SNI Garam Industri |
|-------------------------------|-------------|----------------|--------------------|
| Kadar NaCl (%b)* | K1 | 93,62 | min. 98,5 |
| | K2 | 92,11 | |
| | K3 | 91,5 | |
| | Industri | 98,9 | |
| Kadar Ca^{2+} (%b)** | K1 | 0,84 | maks. 0,1 |
| | K2 | 1,06 | |
| | K3 | 1,8 | |
| | Industri | 0,09 | |
| Kadar Mg^{2+} (%b)** | K1 | 1,09 | maks. 0,06 |
| | K2 | 1,73 | |
| | K3 | 4,37 | |
| | Industri | 0,06 | |

*) Analisis menggunakan *atomic absorption spectroscopy* (AAS)

**) Analisis menggunakan metode titrasi kompleksometri

Berdasarkan hasil analisis, kualitas garam K1, K2, dan K3 belum memenuhi SNI, sedangkan garam industri murni yang akan digunakan sebagai larutan pengeksrak dalam proses hidroekstraksi

sudah memenuhi SNI. Diharapkan garam K1, K2, dan K3 yang akan dimurnikan dengan metode hidroekstraksi ini memiliki standar kualitas SNI.

Proses hidroekstraksi dilakukan dengan mengontakkan kristal garam K3 dengan larutan garam industri murni jenuh (larutan pengeksrak) di dalam gelas kimia 5L dengan kecepatan pengadukan 50 rpm. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, kecepatan pengadukan dalam proses hidroekstraksi ini tidak berpengaruh signifikan, sehingga pada penelitian ini dipilih kecepatan pengadukan terendah, yaitu 50 rpm [2]. Variasi yang dilakukan pada penelitian ini meliputi variasi kualitas bahan baku garam K1, K2, dan K3 serta variasi F:S 1:30, 1:35, 1:40, 1:45, 1:50. Proses hidroekstraksi dilakukan hingga kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} di dalam larutan pengeksrak sudah konstan. Pada kondisi ini dianggap proses telah mencapai kesetimbangan dimana sudah tidak ada perpindahan massa dari kristal garam ke larutan pengeksrak. Kualitas garam hasil hidroekstraksi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kualitas garam hasil hidroekstraksi

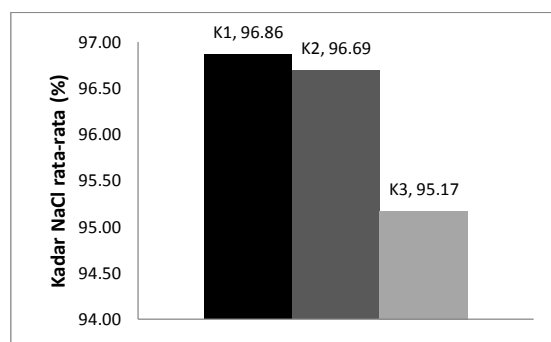
| Kualitas bahan baku | F:S | Kualitas garam hasil hidroekstraksi | | | | |
|---------------------|------|-------------------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------|
| | | Kadar Ca^{2+} (%) | Kadar Mg^{2+} (%) | %penurunan Ca^{2+} | %penurunan Mg^{2+} | Kadar NaCl (%) |
| K1 | 1:30 | 0,21 | 0,06 | 75,00 | 94,50 | 96,00 |
| | 1:35 | 0,11 | 0,19 | 86,90 | 82,57 | 96,88 |
| | 1:40 | 0,21 | 0,06 | 75,00 | 94,50 | 98,64 |
| | 1:45 | 0,11 | 0,10 | 86,90 | 90,83 | 96,19 |
| | 1:50 | 0,11 | 0,06 | 86,90 | 94,50 | 96,58 |
| K2 | 1:30 | 0,32 | 0,19 | 69,81 | 89,02 | 94,13 |
| | 1:35 | 0,32 | 0,13 | 69,81 | 92,49 | 95,12 |
| | 1:40 | 0,42 | 0,10 | 60,38 | 94,22 | 97,36 |
| | 1:45 | 0,21 | 0,26 | 80,19 | 84,97 | 98,89 |
| | 1:50 | 0,32 | 0,19 | 69,81 | 89,02 | 97,94 |
| K3 | 1:30 | 0,85 | 0,74 | 52,78 | 83,07 | 92,20 |
| | 1:35 | 0,53 | 0,19 | 70,56 | 95,65 | 94,54 |
| | 1:40 | 0,48 | 0,32 | 73,33 | 92,68 | 95,64 |
| | 1:45 | 0,37 | 0,19 | 79,44 | 95,65 | 96,69 |
| | 1:50 | 0,42 | 0,29 | 76,67 | 93,36 | 96,78 |

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 5, rata-rata penurunan Ca^{2+} pada garam K1, K2, dan K3 cenderung lebih kecil dibandingkan penurunan Mg^{2+} . Kandungan Ca^{2+} dalam bahan baku garam K1, K2, dan K3 lebih sedikit dibandingkan dengan kandungan Mg^{2+} . Dalam larutan garam murni jenuh yang digunakan sebagai larutan pengeksrak pun kadar Ca^{2+} yang terkandung di dalamnya sangat sedikit. Hal ini mengakibatkan perbedaan konsentrasi Ca^{2+} dalam larutan pengeksrak dan kristal garam K1, K2, dan K3 lebih kecil

dibandingkan perbedaan konsentrasi Mg^{2+} . Oleh karena perbedaan konsentrasi yang menjadi *driving force* perpindahan massa Ca^{2+} dari kristal garam ke dalam larutan pengeksrak menjadi lebih kecil, maka rata-rata penurunan Ca^{2+} menjadi lebih kecil dibandingkan rata-rata penurunan Mg^{2+} .

Kualitas bahan baku yang berbeda pun menghasilkan garam dengan kualitas yang berbeda pula. Semakin tinggi kualitas bahan baku semakin tinggi pula kemurnian garam yang dihasilkan. Rata-rata kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang tersisa pada garam K1 (0,15%) paling rendah dibandingkan dengan kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang tersisa pada garam K2 (0,32%) dan K3 (0,53%). Rata-rata kadar NaCl yang diperoleh pada garam K1 pun paling tinggi, yaitu 96,86%. Gambar 1 menunjukkan kadar NaCl rata-rata garam hasil hidroekstraksi pada berbagai kualitas garam.

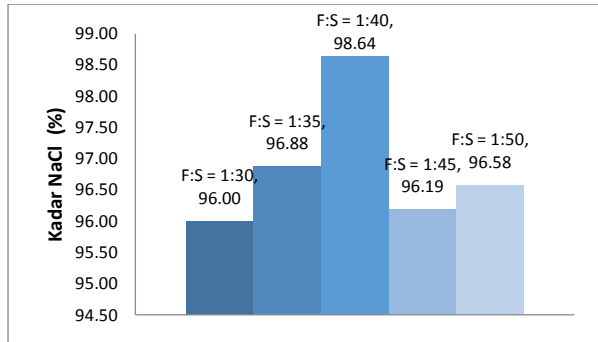
Kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} pada garam K1 yang memang sudah lebih sedikit dibandingkan dengan garam K2 dan K3 mengakibatkan massa pengotor (Ca^{2+} dan Mg^{2+}) yang harus berpindah dari kristal garam ke dalam pengeksrak menjadi lebih sedikit sehingga larutan pengeksrak masih mampu mereduksi pengotor tersebut. Pada kualitas garam yang lebih rendah (K2 dan K3), massa Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang terkandung di dalamnya lebih banyak, sehingga larutan pengeksrak pun harus mereduksi pengotor lebih banyak. Larutan pengeksrak dapat mereduksi Ca^{2+} dan Mg^{2+} hingga batas jenuhnya. Seiring berjalannya proses hidroekstraksi, jumlah Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang berpindah dari kristal garam ke dalam larutan pengeksrak pun semakin banyak, sehingga kecepatan perpindahan massa Ca^{2+} dan Mg^{2+} menjadi lebih lambat.



Gambar 1. Kadar NaCl rata-rata garam hasil hidroekstraksi pada berbagai kualitas garam

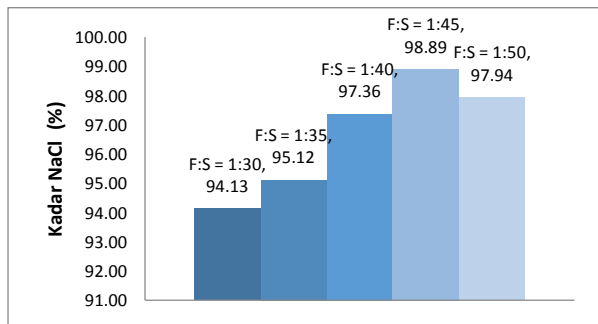
Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 5, penurunan Ca^{2+} dan Mg^{2+} pada F:S yang semakin besar cenderung lebih besar. Pada perbandingan F:S yang semakin besar, volume larutan garam jenuh yang digunakan sebagai larutan pengeksrak pun semakin besar sehingga semakin banyak massa Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang dapat berpindah dari kristal garam ke dalam larutan pengeksrak. Akibatnya, pada akhir proses hidroekstraksi kadar NaCl yang

diperoleh akan semakin besar (kemurnian garam lebih tinggi).



Gambar 2. Kadar NaCl garam hasil hidroekstraksi pada berbagai F:S dengan bahan baku garam K1

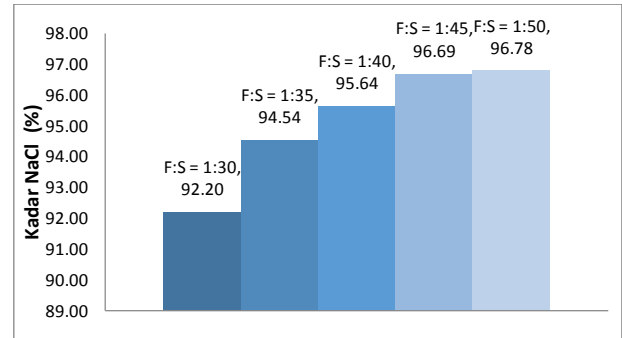
Berdasarkan hasil penelitian, kadar NaCl tertinggi dari setiap kualitas bahan baku diperoleh pada perbandingan F:S yang berbeda. Kadar NaCl tertinggi bahan baku garam K1 diperoleh pada F:S = 1:40, sedangkan kadar NaCl tertinggi bahan baku garam K2 diperoleh pada F:S = 1:45, dan kadar NaCl tertinggi bahan baku garam K3 diperoleh pada F:S = 1:50. Semakin tinggi kualitas bahan baku, semakin kecil F:S yang diperlukan untuk menghasilkan garam dengan kadar NaCl tertinggi. Hal ini disebabkan oleh kadar pengotor (Ca^{2+} dan Mg^{2+}) yang terkandung di dalam bahan baku garam. Semakin tinggi kualitas garam bahan baku, semakin sedikit massa Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang masih terkandung di dalamnya, sehingga larutan pengeksrak dapat mereduksi Ca^{2+} dan Mg^{2+} hanya dengan volume yang sedikit. Sebaliknya, semakin rendah kualitas garam bahan baku semakin banyak massa Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang harus direduksi sehingga dibutuhkan lebih banyak larutan pengeksrak (F:S lebih besar). Akibatnya, untuk memperoleh garam dengan kemurnian yang tinggi (kadar NaCl tinggi) diperlukan F:S yang lebih besar. Kadar NaCl pada berbagai F:S dapat dilihat pada gambar 2, gambar 3, dan gambar 4.



Gambar 3. Kadar NaCl garam hasil hidroekstraksi pada berbagai F:S dengan bahan baku garam K2

Berdasarkan gambar 4, kadar NaCl garam hasil hidroekstraksi cenderung semakin bertambah seiring peningkatan F:S. Hingga perbandingan F:S = 1:50, kadar NaCl yang diperoleh mencapai

96,78%. Garam hasil hidroekstraksi ini memang masih belum memenuhi SNI. Namun, dari profil peningkatan kadar NaCl terhadap F:S tersebut, masih dimungkinkan terjadi peningkatan kadar NaCl jika F:S ditingkatkan. Masih perlu dilakukan penelitian dengan peningkatan F:S untuk mengetahui sejauh mana kadar NaCl masih dapat terus meningkat seiring peningkatan F:S.



Gambar 4. Kadar NaCl garam hasil hidroekstraksi pada berbagai F:S dengan bahan baku garam K3

Kualitas garam hasil hidroekstraksi *batch* dibandingkan dengan kualitas garam industri murni yang ada di pasaran dan SNI. Analisis dilakukan berdasarkan uji visual (warna), analisis kadar NaCl, Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Tabel 6 menunjukkan perbandingan kualitas garam hasil hidroekstraksi *batch* dengan standar pasar dan SNI.

Tabel 6. Perbandingan kualitas garam hasil hidroekstraksi *batch* dengan SNI dan standar pasar

| | Hasil hidroekstraksi | SNI | Standar pasar |
|---------------|----------------------|------------|---------------|
| Warna | putih kecoklatan | putih | putih |
| NaCl (%) | 92.20-98.89 | min. 98,5 | 98.9 |
| Ca^{2+} (%) | 0.11-0.85 | maks. 0.1 | 0.09 |
| Mg^{2+} (%) | 0.06-0.74 | maks. 0.06 | 0.06 |

Berdasarkan Tabel 6, secara umum kualitas garam hasil hidroekstraksi *batch* masih belum memenuhi standar SNI, dimana kualitas garam industri harus memenuhi minimal keempat parameter uji tersebut. Berdasarkan uji visual, kristal garam hasil hidroekstraksi masih berwarna putih kecoklatan. Hal ini menunjukkan bahwa masih ada pengotor tak larut berupa debu atau lumpur yang masih terkandung di dalam kristal garam. Kadar NaCl tertinggi (98,89%) yang diperoleh sudah hampir memenuhi SNI, namun kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} pada run penelitian yang bersangkutan masih di atas SNI, sehingga garam masih dikatakan belum memenuhi SNI. Demikian pula pada kadar Mg^{2+} yang sudah memenuhi SNI (0,06%), kadar NaCl dan Ca^{2+} pada run penelitian yang bersangkutan masih di atas SNI. Namun

proses hidroekstraksi *batch* ini dapat menurunkan 86,90% kadar Ca^{2+} dan 95,65% kadar Mg^{2+} .

Kesimpulan

Proses hidroekstraksi menghasilkan penurunan rata-rata Ca^{2+} sebesar 86,90% dan Mg^{2+} sebesar 95,65%. Proses hidroekstraksi dapat meningkatkan kualitas garam rakyat K1 dan K2 menjadi garam SNI. Kemurnian NaCl tertinggi diperoleh saat menggunakan bahan baku garam K2 pada variasi percobaan F:S dengan perbandingan 1:45, yaitu sebesar 98,89%. Penelitian ini masih dapat dikembangkan dengan melakukan variasi perbandingan F:S yang lebih besar untuk mengetahui kemurnian maksimum yang dapat dicapai. Proses hidroekstraksi *batch* multistap dan/atau kontinu pun dapat dilakukan untuk mengetahui seberapa efisien dan efektif proses ini dapat digunakan untuk pemurnian garam rakyat

Daftar Pustaka

- [1] A. Martina, dan J. R. Witono, *Pemurnian Garam dengan Metode Hidroekstraksi Batch*, Prosiding The 1st University Research Colloquium 2015 (ISSN 2407-9189), Universitas Muhammadiyah, Surakarta, 2015, p. 36-42.
- [2] A. Martina, Ginanjar K.P., Willy, dan J. R. Witono, *Pemurnian Garam Rakyat Melalui Proses Hidroekstraksi Secara Batch*, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia UNPAR 2015, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, 2015.
- [3] D. Lesdantina, dan Istikomah, *Pemurnian NaCl dengan Menggunakan Natrium Karbonat*, Seminar Tugas Akhir S1 Teknik Kimia UNDIP 2009, Semarang, http://eprints.undip.ac.id/1337/1/paper_isti_mahda.pdf.pdf, diakses pada 6 September 2011.
- [4] D. Wilarso, Peningkatan Kadar NaCl pada Proses Pencucian Garam Rakyat di Pabrik, *Buletin Penelitian dan Pengembangan Industri* No.21, Agustus 1996, 23-26, <http://isjd.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/21962326.pdf>, diakses pada 20 September 2012.
- [5] Kementerian Kelautan dan Perikanan, *Panduan Pengembangan Usaha Terpadu Garam dan Artemia*, Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumberdaya Non Hayati Badan Riset Kelautan dan Perikanan Departemen Kelautan dan Perikanan, 2007.
- [6] Kusnarjo, Pengurangan Kadar Mg^{2+} di Dalam Garam Rakyat dengan Proses Unggun Terfluidisasi, *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses 2000*, Semarang, 2000, p. A21-A27.
- [7] Othmer, K., *Encyclopedia of Chemical Technology*, 2nd ed., Vol 18, John Wiley and Sons Inc., USA, 1969.
- [8] T. Sulistyarningsih, W. Sugiyo, dan S. M. R. Sedyawati, *Pemurnian Garam Dapur Melalui Metode Kristalisasi Air Tua dengan Bahan Pengikat Pengotor $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 - \text{NaHCO}_3$ dan $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 - \text{Na}_2\text{CO}_3$* , <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/saintek/article/download/335/319>, 2010, diakses pada 6 September 2011.
- [9] V. A. Mayasari, dan R. Lukman, *Studi Peningkatan Mutu Garam dengan Pencucian*, <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-10536-Paper.pdf>, 2011, diakses pada 13 Oktober 2011.
- [10] V. M. Sedivy, Environmental Balance Of Slat Production Speaks in Favour Of Solar Saltworks, <http://www.salt-partners.com/pdf/Beijing2009Paper.pdf>, 2006, diakses pada 3 Januari 2011.
- [11] V. M. Sedivy, V.M., *Processing of Salt For Chemical And Human Consumption*, 9th Symposium on Salt (ISBN 978-7-80251-213-9), Vol. 2, (2010), 1385-1402, Beijing.
- [12] Widayat, Production of Industry Salt with Sedimentation-Microfiltration Process : Optimization of Temperature and Concentration by Using Surface response Methodology, *TEKNIK* Vol. 30 No.1, (2009), 11-18, <http://eprints.undip.ac.id/20179/1/Widayat.pdf>, diakses pada 6 September 2011.
- [13] Widayat, D. S. Retnowati, F. Himawan, dan M. Widiyanti, Pembuatan garam Industri dari Air Laut Kota Rembang dengan Metode Pengendapan dan Evaporasi, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, Yogyakarta, 2005.