

PEMURNIAN GARAM DENGAN METODE HIDROEKSTRAKSI BATCH

Angela Martina, Judy Retti Witono

Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan
email: angela.martina@unpar.ac.id

Abstract

Indonesia's coastline is one of the largest coastline in the world. That is why Indonesia has a great potential for producing salt and also can even be one of the world's salt producer. However, Indonesia is still relying on the imported salt, especially from Australia to accommodate the salt demand needed. Quality of the local salt has to be improved with some purification methods to get the standard quality of industrial salt. 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 batch reactor in 10, 30, and 60 minutes. F:S is varied by 1:10; 1:20; and 1:40. The quality of the purified salt are determined based on an analysis of the levels of Na^+ , Ca^{2+} , and Mg^{2+} . This method can reduce 78,21% Ca^{2+} and 76,09% Mg^{2+} .

Keywords: salt, purification, hydroextraction

1. PENDAHULUAN

Garam (NaCl) dapat diperoleh dari bahan baku berupa air laut, batuan garam, maupun larutan garam alamiah. Teknologi pemurnian garam yang diterapkan di masing-masing negara bergantung pada ketersediaan bahan baku ini. Hal ini juga yang akan mempengaruhi produksi dan kualitas garam yang dihasilkan. Di Indonesia, garam sebenarnya dapat menjadi komoditi yang strategis, baik sebagai bahan konsumsi maupun bahan baku industri. Dengan garis pantai sepanjang 95.181 km, Indonesia memiliki modal untuk dapat memenuhi kebutuhan garam nasional secara mandiri. Namun, hingga saat ini Indonesia masih mengandalkan impor garam dari Australia untuk memenuhi kebutuhan garam nasional, terutama garam industri. Kualitas garam lokal yang dihasilkan petani garam melalui proses evaporasi air laut sendiri masih berkisar 85-95%. Kadar ini masih di bawah standar garam industri yang membutuhkan garam dengan kemurnian 98,5%.

Umumnya, pemurnian garam dilakukan untuk mereduksi pengotor yang terkandung dalam kristal garam, baik pengotor yang terdapat di permukaan kristal maupun pengotor yang terdapat di dalam kisi kristal.

Pengotor dalam garam dapat berupa pengotor tak larut, seperti debu, tanah, dan pasir, serta pengotor terlarut yang didominasi oleh Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Pengotor yang terdapat di permukaan kristal dapat direduksi dengan proses pencucian, sedangkan pengotor di dalam kisi kristal dapat direduksi dengan proses pelarutan, pengendapan, dan rekristalisasi. Proses pencucian dapat dilakukan menggunakan air ataupun larutan garam jenuh, namun, pencucian menggunakan air akan ikut melarutkan garam, sehingga pada proses ini 10-40% garam akan hilang (Wilarso, 1996 dan Sedivy, 2006). Pengotor yang terdapat di dalam kisi kristal umumnya direduksi dengan metode pelarutan dilanjutkan dengan rekristalisasi. Kristal garam dilarutkan dalam air sehingga pengotor terlarut dapat ikut melarut dalam air. Bahan pengikat pengotor dapat ditambahkan untuk mengendapkan Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Endapan yang terbentuk dan juga pengotor yang tak larut (debu, tanah, dan pasir) dapat dipisahkan secara filtrasi. Larutan garam yang telah bersih dari pengotor kemudian dijenuhkan dan diuapkan hingga diperoleh kristal garam yang lebih murni. Proses rekristalisasi ini membutuhkan energi panas yang cukup besar untuk dapat menguapkan semua sisa air dan

mengkristalkan kembali garam yang sudah dimurnikan.

KREBBS Swiss memulai teknologi pemurnian garam dengan metode hidroekstraksi. Teknologi ini memungkinkan pemurnian garam dengan perpindahan massa dan energi yang lebih efisien. Metode ini dapat menghasilkan garam dengan kemurnian 99,8% (Sedivy, 2006). Namun, teknologi ini belum berkembang. Maka pada penelitian ini dilakukan studi awal pemurnian garam dengan metode hidroekstraksi secara *batch*.

2. KAJIAN LITERATUR

Hidroekstraksi merupakan metode pemurnian garam yang dilakukan dengan mengontakkan kristal garam dengan larutan garam murni jenuh. Teknologi KREBBS Swiss melakukan metode ini secara kontinu. Kristal garam diletakkan di atas *conveyor* dan larutan garam murni jenuh disemprotkan dari *spray* yang dipasang sepanjang *conveyor*. Larutan garam murni jenuh ini akan mereduksi pengotor yang terdapat di permukaan kristal. Sedangkan pengotor yang terdapat di dalam kisikristal direduksi dengan proses *hydromilling*, dimana ukuran kristal direduksi di dalam larutan garam murni jenuh. Ukuran kristal yang menjadi lebih kecil memungkinkan pengotor yang terdapat di dalam kristal keluar dan ikut melarut bersama larutan garam murni jenuh (Sedivy, 2006).

Metode hidroekstraksi dapat meminimalisasi penggunaan energi panas dan hilang garam akibat proses pencucian. Hal ini disebabkan karena pada proses ini pencucian dilakukan menggunakan larutan garam murni jenuh, sehingga hanya pengotor saja yang akan ikut melarut sedangkan garam hasil pemurnian akan tetap diperoleh dalam bentuk kristal. Selanjutnya, energi panas hanya dibutuhkan untuk mengeringkan kristal garam murni saja.

Proses pelarutan menjadi faktor yang ikut menentukan hasil proses hidroekstraksi ini. Proses pelarutan suatu komponen terlarut dalam pelarutnya akan berlangsung hingga larutan tersebut berada pada kondisi jenuhnya. Pada awal proses pelarutan, kristal NaCl dengan cepat akan larut dalam air, namun proses ini akan semakin lambat seiring dengan penambahan kristal NaCl ke dalam air hingga proses akan berhenti saat terjadi kesetimbangan, dimana jumlah ion Na^+ dan Cl^- yang berpindah dari kristal ke larutan sama dengan jumlah ion yang berpindah dari larutan ke kristal. Saat inilah larutan dikatakan dalam keadaan jenuh. Jika proses dilanjutkan hingga keadaan lewat jenuh, maka akan terbentuk endapan (McMurry dan Fay, 2003). Prinsip inilah yang dimanfaatkan dalam proses hidroekstraksi.

Keadaan kesetimbangan pada proses pelarutan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kelarutan, konsentrasi, tekanan, temperatur, pH, pembentukan ion kompleks, dan ukuran partikel.

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, pemurnian garam dilakukan menggunakan metode hidroekstraksi secara *batch*, dimana kristal garam yang akan dimurnikan dicuci menggunakan larutan garam murni jenuh (larutan pengekstrak) dalam gelas kimia. Proses ini memungkinkan pengotor yang terkandung di dalam kristal garam tereduksi tanpa membuat kristal garam ikut melarut, sehingga hilang garam dalam proses pencucian dan energi panas yang dibutuhkan untuk pengeringan dapat diminimalisasi. Pemisahan kristal garam hasil pemurnian dengan larutan garam murni jenuh pun dapat dengan mudah dilakukan secara filtrasi.

Bahan baku yang digunakan pada penelitian adalah garam rakyat K3 dengan ukuran kasar, -10+20 mesh, dan -20+30 mesh. Proses hidroekstraksi dilakukan

dengan waktu ekstraksi divariasikan 10, 30, dan 60 menit. Perbandingan F:S divariasikan 1:10; 1:20; dan 1:40.

Kualitas garam bahan bakudan garam hasil pemurnian akan ditentukan berdasarkan analisis kadar NaCl, Ca^{2+} , dan Mg^{2+} . Analisis kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang mengacu pada ASTM E534-98. Analisis ini dilakukan dengan metode titrasi kompleksometri menggunakan larutan EDTA dan indikator EBT untuk menentukan total kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} serta titrasi kompleksometri menggunakan larutan EDTA dan indikator *murexide* untuk menentukan kadar Ca^{2+} . Kadar Mg^{2+} ditentukan berdasarkan selisih titran kedua pengukuran tersebut. Analisis kadar NaCl dilakukan menggunakan *atomicabsorption spectrophotometer* (AAS).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan baku garam K3 dan garam industri murni dianalisis terlebih dahulu kadar NaCl, Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Tabel 1 menampilkan hasil analisis kadar NaCl, Ca^{2+} dan Mg^{2+} garam K3 dan garam industri murni serta perbandingannya dengan SNI.

Tabel 1. Perbandingan Kadar NaCl, Ca^{2+} dan Mg^{2+} Garam K3 dan Garam Industri Murni dengan SNI

Parameter	Kualitas garam	Hasil analisis	SNI garam industri
NaCl (%b)	K3	86,2	min.
	Industri	98,9	98,5
Ca^{2+} (%b)	K3	0,35	maks.
	Industri	0,09	0,1
Mg^{2+} (%b)	K3	0,80	maks.
	Industri	0,06	0,06

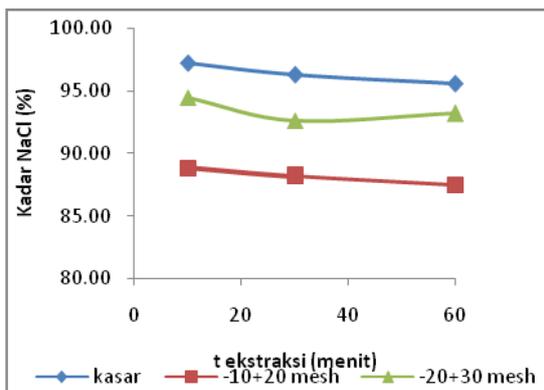
Berdasarkan hasil analisis, garam industri murni yang akan digunakan sebagai larutan pengekstrak dalam proses hidroekstraksi sudah memenuhi SNI. Diharapkan kristal garam hasil pemurnian akan memiliki standar kualitas yang tidak jauh berbeda dengan garam industri murni ini.

Kualitas Garam Hasil Hidroekstraksi pada Berbagai Ukuran Partikel

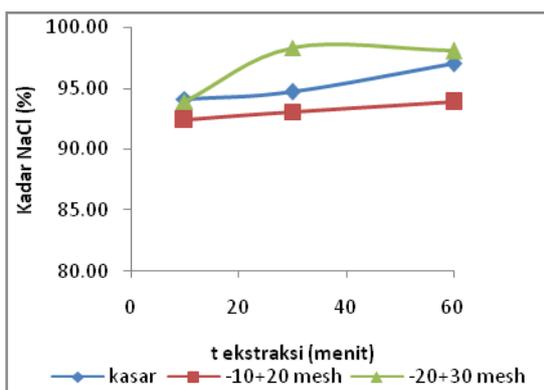
Hasil penelitian pada berbagai ukuran kristal garam dapat dilihat pada tabel 2. Berdasarkan hasil pada tabel 2, % penurunan kadar Mg^{2+} cenderung lebih besar dibandingkan % penurunan Ca^{2+} . Kadar Mg^{2+} di dalam kristal garam lebih tinggi dibandingkan Ca^{2+} , sehingga perbedaan konsentrasi Mg^{2+} dengan larutan pengekstrak pun lebih besar. Hal ini mengakibatkan *driving force* lebih besar dan perpindahan massa Mg^{2+} dari kristal garam menuju larutan pengekstrak menjadi lebih mudah dibandingkan perpindahan massa Ca^{2+} . Selain itu, kelarutan Mg^{2+} jauh lebih besar dibandingkan kelarutan Ca^{2+} . Hal ini pulalah yang mengakibatkan Mg^{2+} lebih mudah ikut melarut ke dalam larutan pengekstrak.

Pada ukuran partikel yang lebih kecil, Ca^{2+} dan Mg^{2+} pun cenderung lebih mudah untuk berpindah dari dalam kristal garam menuju larutan pengekstrak. Ukuran partikel yang lebih kecil membuat luas permukaan kontak antara kristal garam dengan larutan pengekstrak menjadi lebih besar, sehingga perpindahan massa pengotor, terutama yang berada di permukaan kristal menjadi lebih mudah. Jarak tempuh pengotor yang terjebak di dalam kisi kristal ke permukaan kristal pun menjadi lebih pendek, sehingga pengotor pun dapat lebih mudah tereduksi. Kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} pada akhir proses hidroekstraksi pun hanya tinggal sedikit. Seiring dengan tereduksinya pengotor (Ca^{2+} dan Mg^{2+}), kristal garam hasil hidroekstraksi pun menjadi lebih murni.

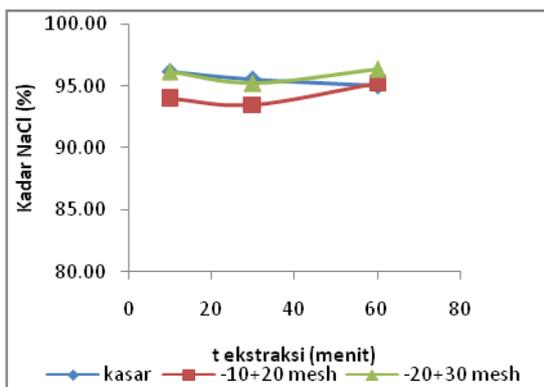
Gambar 1, gambar 2, dan gambar 3 menunjukkan kadar NaCl pada berbagai ukuran partikel. Ukuran partikel kecil (-10+20 mesh) cenderung menghasilkan garam dengan kadar NaCl lebih tinggi, namun pada F:S = 1:40 perbedaan kadar garam yang dihasilkan tidak terlalu signifikan karena perbedaan ukuran partikel yang digunakan tidak begitu berbeda. Untuk mendapatkan hasil yang lebih signifikan, penelitian dapat dilakukan menggunakan perbedaan ukuran partikel yang lebih signifikan.



Gambar 1. Kadar NaCl pada F:S = 1:10



Gambar 2. Kadar NaCl pada F:S = 1:20



Gambar 3. Kadar NaCl pada F:S = 1:40

Kualitas Garam Hasil Hidroekstraksi pada Berbagai F:S

Dapat dilihat pada tabel 2, penurunan Ca^{2+} dan Mg^{2+} pada ukuran partikel -20+30 mesh dan -10+20 mesh cenderung lebih besar dibandingkan pada partikel kasar. Namun, % penurunan Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang diperoleh pada kedua ukuran tersebut tidak begitu berbeda jika dibandingkan dengan ukuran

partikel kasar. Perbedaan ukuran partikel yang tidak terlalu signifikan mengakibatkan perbedaan hasil analisis ini menjadi tidak terlalu signifikan. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk perbedaan ukuran partikel yang lebih besar.

Perbandingan F:S pun mempengaruhi kualitas garam yang dihasilkan pada proses pemurnian dengan hidroekstraksi ini. Semakin besar F:S, semakin besar pula kadar NaCl dan % penurunan Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang diperoleh. Pada F:S yang semakin besar, larutan pengeksrak yang digunakan untuk proses hidroekstraksi pun semakin banyak, maka pengotor yang dapat diekstrak dari kristal garam pun akan semakin banyak pula. Akibatnya, pada akhir proses hidroekstraksi, Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang tersisa di dalam kristal garam hanya tinggal sedikit dan garam pun menjadi lebih murni (kadar NaCl lebih tinggi). Pada berbagai F:S pun, % penurunan Mg^{2+} pun cenderung lebih tinggi dibandingkan % penurunan Ca^{2+} . Dari hasil penelitian pada berbagai F:S, kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} terendah serta kadar NaCl tertinggi diperoleh pada perbandingan F:S terbesar (1:40). Kadar NaCl pada berbagai F:S dapat dilihat pada gambar 4, gambar 5, dan gambar 6.

Perbandingan F:S ikut menentukan seberapa efisien dan efektif proses hidroekstraksi dapat dilakukan. Banyaknya larutan pengeksrak yang digunakan dalam proses ini bergantung dari banyaknya garam yang ingin dimurnikan dan seberapa besar kadar pengotor (Ca^{2+} dan Mg^{2+}) yang ingin direduksi. Untuk mengetahui F:S optimum perlu dilakukan penelitian untuk mengamati profil perubahan konsentrasi Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam larutan pengeksrak selama proses hidroekstraksi berlangsung. Pengamatan ini akan memberikan informasi banyaknya volume larutan pengeksrak yang dibutuhkan untuk mereduksi pengotor hingga larutan tersebut tidak mampu lagi mengekstrak (mereduksi pengotor) pada jumlah bahan baku garam kotor tertentu.

Tabel 2. Kualitas Garam Hasil Hidroekstraksi

Kualitas garam hasil hidroekstraksi							
Ukuran partikel (mesh)	F:S	Waktu ekstraksi (menit)	Kadar Ca^{2+} (%)	Kadar Mg^{2+} (%)	% penurunan $[\text{Ca}^{2+}]$	% penurunan $[\text{Mg}^{2+}]$	Kadar NaCl (%)
-20+30	1:10	10	0,20	0,29	45,53	64,13	94,45
-20+30	1:10	30	0,24	0,22	34,64	73,70	92,63
-20+30	1:10	60	0,19	0,26	47,71	68,44	93,18
-20+30	1:20	10	0,12	0,37	67,32	54,57	93,92
-20+30	1:20	30	0,20	0,20	45,53	76,09	98,34
-20+30	1:20	60	0,14	0,24	60,78	71,31	98,08
-20+30	1:40	10	0,21	0,24	41,18	71,31	96,14
-20+30	1:40	30	0,09	0,21	73,86	74,18	95,22
-20+30	1:40	60	0,09	0,24	73,86	71,31	96,33
-10+20	1:10	10	0,12	0,33	67,32	59,35	88,84
-10+20	1:10	30	0,14	0,29	61,87	64,13	88,16
-10+20	1:10	60	0,21	0,31	41,18	62,70	87,49
-10+20	1:20	10	0,08	0,33	78,21	59,35	92,39
-10+20	1:20	30	0,10	0,31	72,77	61,74	93,11
-10+20	1:20	60	0,19	0,26	47,71	68,44	93,87
-10+20	1:40	10	0,14	0,28	60,78	65,57	93,95
-10+20	1:40	30	0,16	0,31	54,25	62,70	93,50
-10+20	1:40	60	0,14	0,26	60,78	68,44	95,23
Kasar	1:10	10	0,20	0,35	45,53	56,96	97,19
Kasar	1:10	30	0,16	0,31	56,43	61,74	96,24
Kasar	1:10	60	0,21	0,42	41,18	48,35	95,56
Kasar	1:20	10	0,18	0,41	50,98	49,78	94,13
Kasar	1:20	30	0,24	0,35	34,64	56,96	94,71
Kasar	1:20	60	0,19	0,26	47,71	68,44	97,03
Kasar	1:40	10	0,12	0,40	67,32	51,22	96,11
Kasar	1:40	30	0,16	0,31	54,25	62,70	95,48
Kasar	1:40	60	0,19	0,28	47,71	65,57	94,98

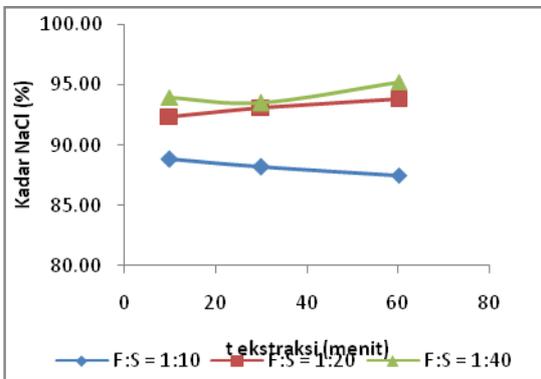
Kualitas Garam Hasil Hidroekstraksi pada Berbagai Waktu Ekstraksi

Waktu ekstraksi pun menjadi salah satu faktor yang menentukan kualitas garam hasil pemurnian dengan metode hidroekstraksi. Semakin lama waktu ekstraksi akan semakin lama pula waktu kontak antara kristal garam dengan larutan pengeksrak, sehingga pengotor yang terdapat di permukaan kristal maupun di dalam kisi kristal akan lebih

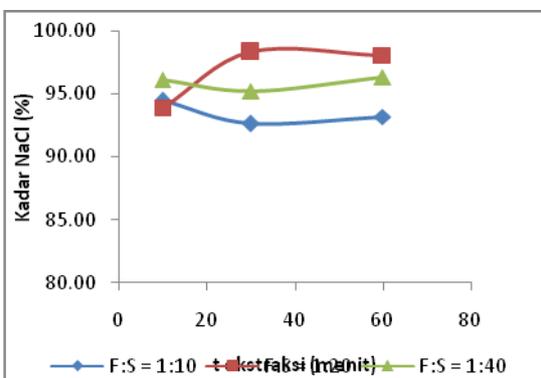
banyak tereduksi, sehingga pada akhir proses hidroekstraksi Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang tertinggal di dalam kristal garam hanya tinggal sedikit dan garam menjadi lebih murni (kadar NaCl lebih tinggi).

Tabel 2 menunjukkan kualitas garam hasil pemurnian dengan hidroekstraksi pada berbagai waktu reaksi. % penurunan Mg^{2+} lebih besar dibandingkan % penurunan Ca^{2+} , baik pada waktu ekstraksi 10, 30, maupun 60

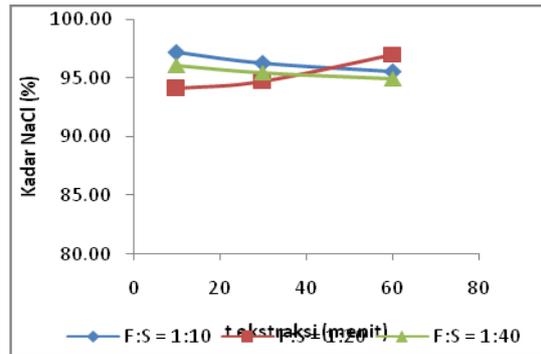
menit. Mg^{2+} yang lebih mudah larut dalam larutan pengeksrak mengakibatkan Mg^{2+} lebih mudah tereduksi dibandingkan Ca^{2+} . Namun, kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} pada garam hasil pemurnian tidak begitu berbeda, terutama pada waktu ekstraksi 30 dan 60 menit. Pada waktu ekstraksi yang terlalu lama, larutan pengeksrak yang digunakan akan semakin banyak mengandung pengotor (Ca^{2+} dan Mg^{2+}) sehingga perpindahan masa Ca^{2+} dan Mg^{2+} dari kristal garam menuju larutan pengeksrak pun semakin lambat. Hal inilah yang mungkin mengakibatkan Ca^{2+} dan Mg^{2+} sulit atau bahkan sudah tidak dapat tereduksi lagi. Pengamatan profil konsentrasi Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam larutan pengeksrak selama proses hidroekstraksi berlangsung dapat ikut menentukan waktu optimum proses hidroekstraksi.



Gambar 4. Kadar NaCl pada Ukuran Partikel -20+30 mesh



Gambar 5. Kadar NaCl pada Ukuran Partikel -10+20 mesh



Gambar 6. Kadar NaCl pada Ukuran Partikel Kasar

Hilang Garam

Proses pemurnian garam dengan hidroekstraksi memungkinkan terjadinya hilang garam. Dalam hal ini hilang garam dapat berupa pengotor (Ca^{2+} , Mg^{2+} , debu, tanah, dan pasir) yang tereduksi maupun NaCl yang ikut melarut. Jika proses pemurnian dilakukan dengan metode pencucian dengan air, hilang garam berkisar 10-40%. Pada proses hidroekstraksi, hilang garam dapat diminimalisasi hingga 1-2% saja (Sedivy, 2006). Dalam hal ini, proses pemurnian dilakukan dengan pencucian menggunakan larutan garam murni jenuh, sehingga hanya pengotor saja yang akan ikut terlarut dan tereduksi, sedangkan NaCl tidak ikut melarut. Pada penelitian hilang garam masih berkisar 0,2-7,4%.

Parameter Kualitas Garam

Selain dilihat dari kadar Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan NaCl, kualitas garam hasil pemurnian dengan hidroekstraksi *batch* ini pun dapat dilihat dari warna kristal garam yang dihasilkan. Kristal garam K3 berwarna coklat. Warna coklat pada kristal ini dipengaruhi oleh lahan pengolahan garam tersebut. Jenis tanah yang berbeda pada lahan pengolahan akan memberikan warna yang berbeda pada garam. Tanah merah akan menghasilkan kristal garam berwarna coklat, sedangkan garam berwarna putih dihasilkan pada tanah yang mengandung lempung hitam. Tanah merah lebih mudah larut dan cenderung mengotori air, sehingga pengotor pun akan ikut masuk dan mengkristal bersama garam, sedangkan tanah lempung sifatnya lebih sulit larut dalam air, sehingga garam yang

dihasilkan pun lebih putih dan bersih. Kristal garam hasil pemurnian dengan hidroekstraksi *batch* ini lebih bersih walaupun masih berwarna kecoklatan.

5. SIMPULAN

Secara umum, kualitas garam hasil pemurnian dengan metode hidroekstraksi *batch* ini belum memenuhi SNI untuk garam industri. Namun proses hidroekstraksi ini mampu mereduksi 78,21% kadar Ca^{2+} dan 76,09% kadar Mg^{2+} . Dengan kadar NaCl tertinggi 98,34%. Masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk dapat mengamati profil perubahan konsentrasi Ca^{2+} dan Mg^{2+} selama proses hidroekstraksi berlangsung. Penelitian menggunakan perbedaan ukuran partikel yang lebih signifikan pun dapat dilakukan untuk mengamati pengaruh ukuran partikel terhadap kualitas garam hasil pemurnian. Proses hidroekstraksi secara *batch* pun dapat pula dilengkapi dengan motor pengaduk untuk mengamati pengaruh kecepatan pengadukan dalam proses ini. Selanjutnya, proses masih dapat dikembangkan sehingga dapat dirancang untuk dapat dilakukan secara kontinu.

6. REFERENSI

- [1] American Society for Testing and Materials. 1998. Standard Test Methods for Chemical Analysis of Sodium Chloride. <http://en.blijoil.com/UserFiles/Uploads/E534.PDF>. Diakses tanggal 27 April 2012.
- [2] Anonim. 2002. SNI dan SII Garam Untuk Industri. Departemen Perindustrian dan Perdagangan RI.
- [3] Anonim. Metode Ekstraksi, http://ffarmasi.unand.ac.id/RPKPS/Metoda_ekstraksi.pdf. Diakses tanggal 29 Januari 2013.
- [4] Kementerian Perindustrian dan Perdagangan. 2010. <http://www.kemenperin.go.id/artikel/433/Kenenperin-Genjot-produksi-Garam-Nasional-Cheetam-Salt-Ltd-kabupaten-Nagekeo-Tandatangani-Mou>, diakses tanggal 23 September 2013.
- [5] Geankoplis, C.J. 1978. *Transport Processes and Unit Operations*. Edisi 3. Prentice-Hall International Inc. USA.
- [6] Mayasari, V.A. dan Lukman, R. 2011. Studi Peningkatan Mutu Garam dengan Pencucian, <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-10536-Paper.pdf>. Diakses tanggal 13 Oktober 2011.
- [7] McMurry, J. dan Fay, R.C. 2003. *Chemistry*. Edisi 4. Prentice Hall Inc. http://www.ebook3000.com/Chemistry--4th-Edition_109561.html. Diakses tanggal 6 September 2011.
- [8] Othmer, K. 1969. *Encyclopedia of Chemical Technology*. Edisi 2. Volume 18. John Wiley and Sons Inc. USA.
- [9] Sedivy, V.M. 2006. Upgrading and refining of salt for chemical and human consumption. <http://salt-partners.com/pdf/Ahmedabad2006P.pdf>. Diakses 21 Januari 2012.
- [10] Sedivy, V.M. 2010. Recent Developments in International Salt Trade : Review of International Salt Trade Developments in Asia-Pasific Region. International Salt Summit, Ahmedabad-Gujarat. http://www.salt-partners.com/pdf/Ahmedabad2010_PresentationTradeMin.pdf. Diakses tanggal 23 September 2012.
- [11] Setyoprato, P. Siswanto, W. dan Ilham, H.S. 2003. Studi Eksperimental pemurnian Garam NaCl dengan Cara Rekrystalisasi. Surabaya. http://repository.ubaya.ac.id/28/1/Art002_Puguh.pdf. Diakses tanggal 16 September 2012.
- [12] Wilarso, D. 1996. Peningkatan Kadar NaCl pada Proses Pencucian Garam Rakyat di Pabrik. *Buletin Penelitian dan Pengembangan Industri*. 21 : 23-26.