

GARAM INDUSTRI DARI GARAM RAKYAT DENGAN PENAMBAHAN REAGEN Na_2CO_3 DAN NaOH

Sri Redjeki, Muhammad Adam Abdullah, Ardo Krisnanto*

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
Jalan Raya Rungkut Madya Gunung Anyar, Surabaya Jawa Timur 60294, Indonesia

*Penulis Korespondensi: E-mail: 19031010014@student.upnjatim.ac.id

Abstrak

Garam merupakan salah satu bahan penting yang banyak digunakan untuk kebutuhan sehari-hari maupun bidang industri. Di Indonesia, sumber produksi garam berasal dari garam rakyat yang masih memiliki kualitas rendah dengan kadar NaCl sekitar 84%. Rendahnya kualitas garam disebabkan oleh masih banyaknya bahan impurities seperti MgCl_2 , MgSO_4 , CaSO_4 , dan lain-lain. Berdasarkan hal tersebut, dilakukan penelitian untuk meningkatkan kualitas garam rakyat dengan menggunakan metode rekristalisasi disertai penambahan reagen kimia Na_2CO_3 dan NaOH agar garam yang dihasilkan sesuai dengan SNI garam industri. Penambahan reagen kimia tersebut digunakan untuk mengikat impurities pada garam rakyat (Ca^{2+} dan Mg^{2+}) sehingga membuat kadar NaCl meningkat. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan variasi penambahan konsentrasi Na_2CO_3 dan NaOH secara berlebih (excess) menurut kebutuhan stokiometri, yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, 20%. Garam dilakukan uji AAS untuk mengetahui kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} serta uji titrasi argentometri untuk kadar NaCl . Hasil terbaik diperoleh dengan penambahan Na_2CO_3 sebesar 0% dan NaOH sebesar 20% menghasilkan garam dengan kadar NaCl 97,27%, kadar Ca^{2+} 0,038% dan kadar Mg^{2+} 0,0196%. Kemurnian garam ini telah memenuhi spesifikasi dari garam industri.

Kata kunci: garam industri; garam rakyat; impurities; rekristalisasi;

INDUSTRIAL SALT FROM PEOPLE'S SALT WITH THE ADDITION OF Na_2CO_3 AND NaOH

Abstract

Salt is an important ingredient that is widely used for daily needs and in the industrial sector. In Indonesia, salt production sources come from local salt which is still of low quality with a NaCl content of around 84%. The low quality of salt is caused by the large amount of impurities such as MgCl_2 , MgSO_4 , CaSO_4 , and others. Based on this, research was carried out to improve the quality of people's salt by using the recrystallization method accompanied by the addition of the chemical reagent Na_2CO_3 and NaOH so that the resulting salt complies with the SNI for industrial salt. The addition of these chemical reagents is used to bind impurities in local salt (Ca^{2+} and Mg^{2+}) thereby increasing NaCl levels. This research was carried out using variations in the addition of excess concentrations of Na_2CO_3 and NaOH according to stoichiometric requirements, namely 0%, 5%, 10%, 15%, 20%. The salt was subjected to an AAS test to determine Ca^{2+} and Mg^{2+} levels as well as an argentometry titration test for NaCl levels. The best results were obtained by adding 0% Na_2CO_3 and 20% NaOH to produce salt with a NaCl content of 97.27%, a Ca^{2+} content of 0.038% and Mg^{2+} content of 0.0196%. The purity of this salt has reached the specifications of industrial salt.

Key words: impurities; industrial salt; people's salt; recrystallization

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan memiliki garis pantai yang sangat panjang mencapai 99.093 km dan merupakan garis pantai terpanjang kedua di dunia (Badan Pusat Statistika,

2016). Garis pantai yang sedemikian panjang ini tentunya membuat banyak penduduk disekitarnya bekerja sebagai petani garam. Garam yang dihasilkan oleh petani garam disebut garam rakyat mempunyai kadar NaCl sekitar 82-84%. Untuk dapat dipergunakan garam rakyat sebagai garam industri

yang harus mempunyai kadar NaCl hingga min 97%, maka garam rakyat harus dilakukan peningkatan kadar NaCl nya. Namun produksi garam industri di Indonesia masih belum mencukupi kebutuhan garam dalam negeri dan masih perlu mengimpor dari negara lain seperti dari Singapura, Jepang, India dan Australia (Yulistiono & Brotowati, 2017).

Garam merupakan jenis mineral yang berasal dari laut maupun tambang. Garam merupakan kumpulan senyawa dengan bagian terbesar natrium chlorida (>80%) serta senyawa lainnya, seperti magnesium chlorida, magnesium sulfat, dan calsium chloride (Muljani et al., 2021). Garam yang dihasilkan dari air laut berupa garam NaCl masih mengandung banyak zat pengotor atau zat impurities. Kadar garam dapat dipengaruhi oleh zat pengotor dan senyawa impuritis yang terkandung didalamnya (Astuti et al., 2016).

Garam dapat diklasifikasikan menjadi beberapa macam. Berdasarkan pemanfaatannya garam dapat dibagi menjadi dua yaitu garam konsumsi dan garam industri. Garam konsumsi adalah garam yang digunakan untuk konsumsi atau dapat diolah menjadi garam rumah tangga dan garam diet untuk konsumsi masyarakat. Garam konsumsi juga dapat dibagi menjadi beberapa tingkatan (*grade*) lagi berdasarkan kepada kadar NaCl yang dikandungnya yaitu high grade (kadar NaCl >97%), medium grade (kadar NaCl 94,7 – 97%) dan low grade (kadar NaCl kisaran 90 – 94,7 %). Garam industri adalah garam yang digunakan untuk membantu atau sebagai bahan baku dalam proses produksi seperti garam industri kaustik, industri aneka pangan, garam farmasi, garam pro analis, garam industri perminyakan dan sebagainya (Muljani et al., 2021).

Kadar dari garam sesuai dengan Kementrian Perindustrian terdapat beberapa kode SNI seperti garam industri soda kaustik dan garam industri aneka pangan. Spesifikasi atau persyaratan dari garam tersebut yaitu sebagai berikut.

Tabel 1. SNI 0303:2012 Garam industri soda kaustik (BSN, 2012)

Parameter	Satuan	Persyaratan
Kadar NaCl	%	min 96
Kadar Mg	%	maks 0,05
Kadar Ca	%	maks 0,1

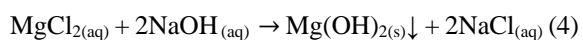
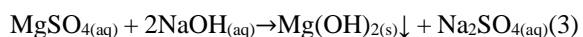
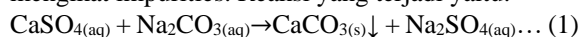
Tabel 2. SNI 8207:2016 Garam industri aneka pangan (BSN, 2012)

Parameter	Satuan	Persyaratan
Kadar NaCl	%	min 97
Kadar Mg	%	maks 0,06
Kadar Ca	%	maks 0,06

Memproduksi garam dilakukan dengan berbagai metode diberbagai negara di dunia. Metode paling umum digunakan yaitu penambangan batuan garam (halite), evaporasi dengan cahaya matahari, dan pemurnian brine dengan vacuum pan (Dave, 2018). Produksi garam di Indonesia mayoritas menggunakan metode evaporasi dengan sinar matahari. Metode untuk meningkatkan kualitas garam juga beragam diantaranya yaitu metode rekristalisasi, metode presipitasi kimia, dan metode pertukaran ion (ion exchange) (Muljani et al., 2021). Meningkatnya kadar kualitas garam sebanding dengan berkurangnya zat-zat pengotor maupun impurities yang terkandung pada garam.

Zat pengotor (berbentuk fisik) yang terdapat dalam garam dapat dihilangkan dengan metode rekristalisasi yaitu dengan cara melarutkan garam dengan pelarut yang sesuai seperti H₂O untuk membentuk larutan jenuh setelah itu zat pengotor yang mengendap dilakukan penyaringan. Untuk zat impurities yang terkandung dalam garam seperti MgSO₄, CaSO₄, Na₂SO₄, MgCl₂, CaCO₃, dan senyawa lainnya perlu dikurangi agar sesuai dengan standar garam Industri yaitu dengan kadar NaCl hingga >97% (Redjeki, 2021). Penghilangan impurities ini dapat dilakukan dengan menambahkan zat reagen setelah proses rekristalisasi dengan reagen seperti Na₂CO₃ dan NaOH yang ditambahkan secara berturut-turut dengan diselingi penyaringan (Yulistiono, 2017).

Metode rekristalisasi disertai dengan penambahan reagen kimia dapat secara efektif menghasilkan garam dengan kualitas bagus. Reagen kimia seperti Na₂CO₃ dan NaOH merupakan salah satu contoh reagen yang dapat digunakan untuk mengikat impurities. Reaksi yang terjadi yaitu:



Telah dilakukan sebelumnya penelitian mengenai metode rekristalisasi, seperti penelitian yang dilakukan (Rositawati et al., 2013) untuk menjadikan garam rakyat mencapai SNI garam industri menggunakan metode rekristalisasi garam disertai penambahan Na₂CO₃, NaOH dan koagulan PAC. Penambahan Na₂CO₃ dan NaOH digunakan untuk mengikat ion Ca dan Mg. Sedangkan koagulan PAC digunakan untuk mengendapkan padatan tersuspensi terbentuk. Dalam penelitian ini menggunakan variasi waktu kristalisasi yaitu 1; 1,5; 2; 2,5 jam. Kadar NaCl yang diperoleh secara berturut-turut adalah sebesar 90,955%; 99,571%; 99,969%; dan 99,964%. Kadar NaCl yang tertinggi didapatkan pada waktu 1,5 jam yaitu sebesar 99,969% dan kadar tersebut sudah memenuhi standard SNI sebagai garam industri.

Menurut penelitian yang dilakukan (Astuti et al., 2016), lama waktu pengadukan dapat mempengaruhi pengikatan impuritis untuk meningkatkan kadar NaCl pada garam rakyat. Selain itu untuk meningkatkan kadar NaCl pada garam rakyat dapat dilakukan dengan menambah senyawa pengikat impuritis. Senyawa pengikat impuritis yang digunakan adalah NaOH, Na₂CO₃, dan BaCl₂. Dalam penelitian ini menggunakan variasi waktu pengadukan dengan lama berturut yaitu 15 menit, 30 menit, dan 45 menit. Kadar NaCl yang diperoleh dengan lama waktu pengadukan tersebut yaitu berturut-turut 92,26%, 97,62%, dan 98,86%. Kadar NaCl yang tertinggi diperoleh pada pengadukan selama 45 menit yaitu sebesar 98,86%.

Menurut penelitian yang dilakukan (Redjeki & Iriani, 2021), pembuatan garam industri dari garam rakyat dilakukan dengan cara menambahkan beberapa reagen untuk mengendapkan impurities dalam larutan garam rakyat. Pengendapan impurities seperti MgCl₂, MgSO₄, CaCl₂, dan CaSO₄ dapat diendapkan dengan penambahan reagen NaOH dan Na₂CO₃. Dalam penelitian ini digunakan konsentrasi *excess* reaktan dimana reagen yang digunakan dalam reaksi pengendapan diberikan secara berlebih yaitu sebesar 5%, 10%, 15%, dan 20%. Hasil percobaan dengan JAR test, diperoleh kadar NaCl dengan penambahan reagen dengan konsentrasi berbeda-beda secara berturut-turut sebesar 90%; 94,5%; 98%; dan 99%. Kadar NaCl terbaik diperoleh pada penambahan reagen 20% yaitu sebesar 99% dimana hal ini disebabkan oleh impuritis-impuritis yang terkandung telah hampir seluruhnya terendapkan.

Dari penelitian terdahulu, pembuatan garam menjadi kualitas NaCl yang lebih baik telah dilakukan dengan penambahan berbagai macam reagen seperti BaCl₂, NaOH, Na₂CO₃ dan koagulan PAC. Variabel tertentu juga digunakan seperti lama waktu pengadukan dan waktu kristalisasi dalam beberapa penelitian yang telah dilakukan. Namun belum adanya penggunaan variasi dari penambahan reagen tertentu dengan konsentrasi yang lebih beragam untuk mencapai kondisi optimum kadar NaCl yang terbaik. Disamping kadar NaCl yang terbaik, penambahan ini diharapkan menghasilkan kadar impurities yang sedikit. Sehingga dilakukan penelitian garam industri dari garam rakyat dengan penambahan reagen Na₂CO₃ dan NaOH. Dari beberapa penjelasan diatas hipotesis dari penelitian ini adalah penambahan reagen Na₂CO₃ dan NaOH pada garam rakyat diduga dapat mempengaruhi kadar NaCl, Ca dan Mg. Kedua bahan tersebut diduga dapat meningkatkan kadar NaCl dan juga menurunkan impuritis yang terkandung pada garam rakyat seperti Ca dan Mg hingga mencapai SNI garam industri. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan kadar NaCl terbaik yang memenuhi dalam SNI garam industri dengan penambahan reagen Na₂CO₃ dan NaOH yang beragam.

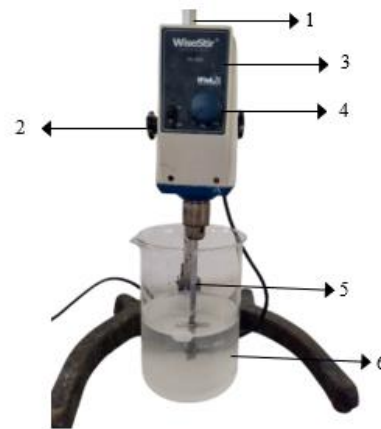
METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan adalah garam rakyat konsentrasi 88% yang diperoleh dari Bangkalan, Madura serta reagen kimia Natrium Karbonat (Na₂CO₃) dan Natrium Hidroksida (NaOH) yang didapatkan dari Tidar Kimia. Bahan tambahan yang digunakan adalah aquadest, perak nitrat, dan kalium kromat.

Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Beaker glass, Termometer, Neraca analitik, Kertas saring, Enlenmeyer, Pipet, Spatula, Stopwatch, Oven, dan Motor pengaduk.



Gambar 1. Rangkaian Alat Pengaduk

1. Statif
2. Klem
3. Motor pengaduk
4. Pengatur rpm
5. Batang pengaduk
6. Beaker glass

Prosedur

Analisa Bahan Baku

Bahan baku garam rakyat dianalisa terlebih dahulu dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*). Kandungan yang dianalisa berupa kadar NaCl, Mg²⁺ dan Ca²⁺.

Tahap Rekristalisasi

Melarutkan garam rakyat sebanyak 360 gram ke dalam 1 liter aquadest hingga jenuh. Penyaringan dengan menggunakan kertas saring dilakukan untuk menyaring kotoran-kotoran. Didapatkan larutan garam jenuh untuk proses selanjutnya

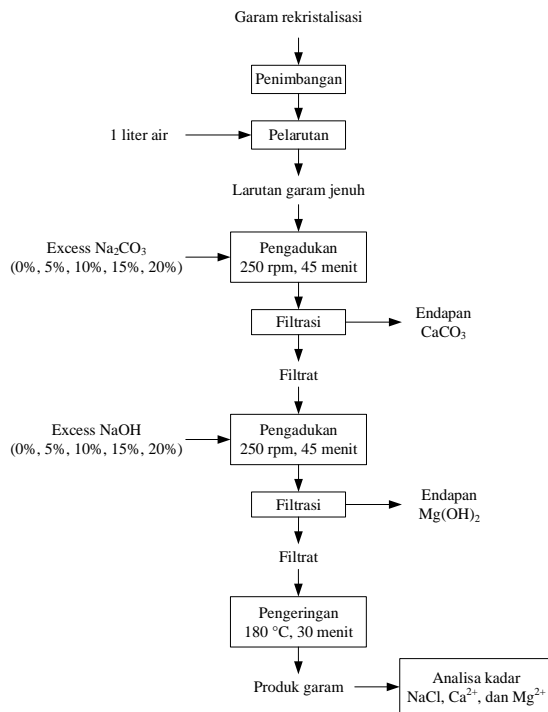
Tahap Percobaan

Pada tahap ini larutan garam jenuh ditambahkan dengan reagen natrium karbonat dengan variasi *excess* 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Dilakukan pengadukan dengan kecepatan 250 rpm selama 45 menit. Menyaring larutan menggunakan kertas saring untuk diambil filtratnya. Filtrat

ditambahkan reagen NaOH dengan variasi *excess* 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Dilakukan pengadukan dengan kecepatan 250 rpm selama 45 menit. Menyaring larutan menggunakan kertas saring untuk diambil filtratnya. Memanaskan filtrat menggunakan oven dengan temperature 180 °C hingga kandungan air hilang dan terbentuk kristal garam. Garam yang diperoleh selanjutnya dianalisa kadar NaCl dan impuritiesnya (Mg^{2+} dan Ca^{2+}).

Tahap Analisa Akhir

Analisa kadar NaCl dilakukan dengan melarutkan 50 gram sampel garam menggunakan aquades 200 mL. Mengambil 2 mL filtrat dan diencerkan dengan 100mL aquades lalu ditambahkan 1 mL kalium kromat. Selanjutnya menitrasi dengan perak nitrat sampai terbentuk endapan merah bata.



Gambar 2. Diagram alir proses penelitian

Tabel 4. Pengaruh penambahan *excess* reagen NaOH terhadap kadar impurities Ca dan Mg pada kondisi penambahan *excess* reagen Na_2CO_3 yang bervariasi

NaOH, % \ Na ₂ CO ₃ %		Hasil Analisis Kadar Impurities									
		0		5		10		15		20	
		Ca (%)	Mg (%)	Ca (%)	Mg (%)	Ca (%)	Mg (%)	Ca (%)	Mg (%)	Ca (%)	Mg (%)
0	0,066	0,0198	0,0526	0,0211	0,0694	0,0201	0,0486	0,0177	0,038	0,0196	
5	0,083	0,0185	0,0705	0,0173	0,0804	0,0152	0,0735	0,017	0,0772	0,0167	
10	0,1203	0,0168	0,083	0,0178	0,0847	0,0161	0,0763	0,0157	0,0714	0,0185	
15	0,1018	0,0164	0,0876	0,0178	0,0836	0,0187	0,0894	0,0177	0,0931	0,0189	
20	0,0881	0,0154	0,0738	0,0167	0,0734	0,017	0,0836	0,0172	0,0901	0,0185	

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini bahan baku garam rakyat sebelum ke tahap percobaan dilakukan analisa kadar impurities Ca dan Mg terlebih dahulu. Sebelum dilakukan analisa, garam rakyat dilakukan proses rekristalisasi tanpa penambahan reagen. Hasil analisa tersebut terdapat pada Tabel 3 berikut.

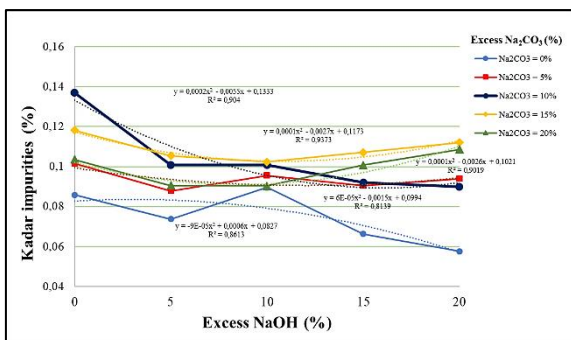
Tabel 3. Kadar Ca dan Mg pada bahan baku awal

Kode Sampel	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode / Alat
Garam Rekristalisasi	Ca - Total	0,14	%	AAS
	Mg - Total	0,06	%	AAS
Garam Rakyat	Ca - Total	0,20	%	AAS
	Mg - Total	0,04	%	AAS

Pengaruh Penambahan Na_2CO_3 dan NaOH Terhadap Kadar Impurities Ca dan Mg

Penambahan reagen Na_2CO_3 dan NaOH bertujuan untuk menurunkan kadar impurities Ca dan Mg . Penurunan kadar impurities dapat diketahui melalui uji dengan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer*. Berdasarkan hasil penelitian, digunakan pengamatan mengenai penurunan kadar impurities yang dipengaruhi oleh penambahan reagen Na_2CO_3 dengan variasi *excess* 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan NaOH dengan variasi *excess* 0%, 5%, 10%, 15%, 20% yang telah disajikan pada Tabel 4 berikut.

Berdasarkan tabel 4 penambahan reagen Na_2CO_3 dan NaOH dapat menurunkan kadar impurities Ca dan Mg pada garam rakyat. Kadar impurities sebelum penambahan reagen Na_2CO_3 dan NaOH awalnya untuk Ca sebesar 0,14% dan Mg sebesar 0,06%. Setelah dilakukan penambahan reagen secara berlebih yakni Na_2CO_3 5% dan NaOH 5%, membuat kadar Ca dan Mg turun menjadi 0,0705% dan 0,0173%. Penurunan kadar impurities tersebut disebabkan oleh reaksi yang terjadi dengan reagen yang ditambahkan yakni Na_2CO_3 dan NaOH pada reaksi 1 – 4. Endapan yang dihasilkan dari reaksi tersebut dihilangkan dan larutan garam akan menjadi lebih murni. Namun dengan penambahan *excess* reagen yang terlalu besar, kadar impurities yang diperoleh cenderung naik. Kadar impurities Ca dan Mg pada penambahan Na_2CO_3 0% dan NaOH 20% sebesar 0,038% dan 0,0196%. Sementara dengan penambahan *excess* Na_2CO_3 15% dan NaOH 20% diperoleh kadar Ca sebesar 0,0931% dan Mg sebesar 0,0189%. Penambahan reagen yang lebih besar menghasilkan kadar impurities yang semakin besar pula yang disebabkan pengikatan impurities kurang optimal. Menurut (Lesdantina, 2009) penambahan reagen Na_2CO_3 yang terlalu berlebih justru menyebabkan ion Ca^{2+} dan CO_3^{2-} lebih sukar untuk berikatan dengan reagen sehingga kurang efektif dalam menghilangkan impurities tersebut.



Gambar 3. Pengaruh penambahan *excess* reagen NaOH terhadap kadar impurities Ca dan Mg pada kondisi penambahan *excess* reagen Na_2CO_3 yang bervariasi

Penambahan reagen Na_2CO_3 dan NaOH secara berlebih dapat mempengaruhi dari adanya kadar impurities yang terkandung dalam garam seperti Ca dan Mg. Dapat dilihat pada gambar 3, penambahan

excess reagen tersebut menyebabkan penurunan kandungan impurities Ca maupun Mg. Namun terdapat beberapa titik yang menunjukkan kecenderungan naik dan turunnya kadar impurities atau bersifat fluktuatif pada kondisi tertentu. Seperti dalam penambahan *excess* reagen NaOH dari 0% sampai 10% pada semua kondisi *excess* Na_2CO_3 cenderung mengalami penurunan untuk kadar impurities yang didapatkan. Penurunan kadar impurities ini terjadi karena reaksi antara kedua reagen dengan impurities lalu menghasilkan endapan padat yang dapat dipisahkan. Agar diperoleh pengendapan yang maksimum maka penambahan reagen perlu diberikan dengan konsentrasi berlebih dari reaksi pengendapan sehingga kadar impurities menjadi rendah (Gustiawati, 2016).

Namun kadar impurities cenderung mengalami kenaikan pada penambahan *excess* reagen NaOH dari 15% sampai 20% pada kondisi *excess* Na_2CO_3 5% sampai 20%. Kecenderungan ini disebabkan karena penambahan reagen Na_2CO_3 dan NaOH yang terlalu berlebih dapat menyebabkan impurities sukar untuk berikatan dengan reagen. Reaksi yang terbentuk antara impurities dan reagen juga terlalu rendah menyebabkan endapan yang terbentuk tidak tersaring dan ikut mengkristal kembali menjadi garam (Murni et al., 2011). Berdasarkan hasil yang didapatkan, kadar impurities yang paling baik yakni pada penambahan *excess* reagen NaOH 20% dengan kondisi penambahan reagen Na_2CO_3 0% dengan kadar Ca^{2+} sebesar 0,038% dan Mg^{2+} sebesar 0,0196%. Kadar tersebut telah memenuhi dari SNI 0303:2012 untuk garam industri kaustik dimana kadar maksimal Ca = 0,1% dan Mg = 0,05% dan juga pada SNI 8207 : 2016 untuk spesifikasi garam industri aneka pangan dengan kadar maksimal Ca = 0,06% dan Mg = 0,06%.

Pengaruh Penambahan Na_2CO_3 dan NaOH Terhadap Kadar NaCl

Penambahan reagen Na_2CO_3 dan NaOH bertujuan untuk meningkatkan kadar NaCl . Peningkatan kadar NaCl dapat diketahui melalui uji titrasi yaitu titrasi argentometri metode *Mohr*. Berdasarkan hasil penelitian, digunakan data pengamatan mengenai peningkatan kadar NaCl yang dipengaruhi oleh penambahan reagen Na_2CO_3 dengan variasi *excess* 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan NaOH dengan variasi *excess* 0%, 5%, 10%, 15%, 20% seperti tabel berikut.

Tabel 5. Pengaruh penambahan *excess* reagen NaOH terhadap kadar NaCl pada kondisi penambahan *excess* reagen Na_2CO_3 yang bervariasi

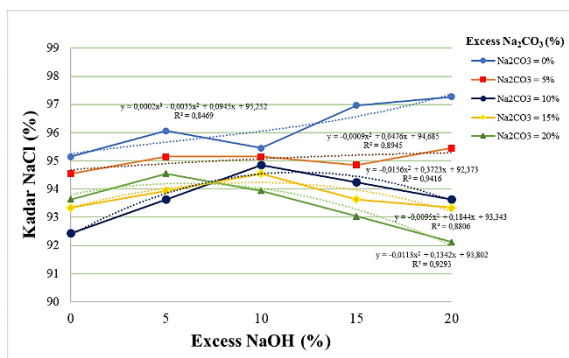
NaOH, \%	$\% \text{NaCl}$					
	$\text{Na}_2\text{CO}_3, \%$	0	5	10	15	20
0		95,1525	96,0616	95,4555	96,9707	97,2737
5		94,5464	95,1525	95,1525	94,8494	95,4555
10		92,4252	93,6373	94,8494	94,2434	93,6373
15		93,3343	93,9403	94,5464	93,6373	93,3343
20		93,6373	94,5464	93,9403	93,0312	92,1221

Berdasarkan tabel 5 kadar NaCl pada garam meningkat setelah dilakukan penambahan reagen Na_2CO_3 dan NaOH . Garam rakyat yang semula memiliki kandungan NaCl sebesar 88% menjadi meningkat sekitar 5% - 10%. Peningkatan kadar NaCl ini tergantung seberapa banyak penambahan *excess* reagen dari Na_2CO_3 dan NaOH yang diberikan. Penambahan reagen yang semakin banyak akan menghasilkan kualitas garam yang lebih baik dengan ditandai dari kadar NaCl yang naik pula.

Kenaikan kadar NaCl juga dipengaruhi oleh kadar impurities yang terkandung pada garam, semakin sedikit impurities maka garam yang dihasilkan juga semakin murni. Namun penambahan *excess* reagen yang terlalu besar dapat membuat kadar NaCl turun meskipun kadar impurities turun. Penyebabnya yakni reagen yang tidak bereaksi dengan impurities akan ikut terlarut dengan larutan garam kembali. Selanjutnya pada saat garam dikristalisasi, impurities akan berada pada kisi-kisi garam dan membuat kadar garam rendah (Sumada et al., 2012).

yang cenderung mengalami kenaikan kadar NaCl pada kondisi penambahan Na_2CO_3 0% - 20%. Kenaikan kadar NaCl tersebut disebabkan karena reaksi yang terjadi akibat ditamahnya kedua reagen tersebut. Reaksi pada persamaan 1 - 4 tersebut menyebabkan terikatnya impurities yang terdapat dalam garam seperti Ca dan Mg sehingga membentuk endapan yang dapat dipisahkan. Kandungan impurities yang berkurang membuat garam lebih bersih dan kadar NaCl nya menjadi naik. Menurut (Redjeki, 2021) kandungan impurities pada garam akan mengalami penurunan akibat bereaksi dengan reagen tertentu yang dapat mengikat impurities. Impurities yang semakin menurun akan menaikkan harga konsentrasi dari NaCl pada garam akibat dari impurities yang hampir sepenuhnya menghilang.

Penambahan *excess* reagen Na_2CO_3 dan NaOH yang sangat berlebih dapat menyebabkan turunnya kadar NaCl bila dibandingkan dengan penambahan yang lebih sedikit. Dapat dilihat pada gambar 4, bahwa pada penambahan *excess* NaOH mulai dari 10% hingga 20% dengan hampir semua kondisi *excess* Na_2CO_3 yang ada membuat kadar NaCl semakin berkurang. Berbeda dengan penambahan *excess* Na_2CO_3 0% dan 5% yang masih mengalami kenaikan. Kenaikan kadar NaCl pada penambahan tersebut karena impurities Ca dan Mg pada garam hampir hilang sepenuhnya membuat kadar NaCl pada garam akan semakin naik. Sedangkan pada penambahan reagen yang terlalu berlebih menyebabkan penurunan kadar NaCl meskipun kadar impurities Ca dan Mg turun. Sisa reagen Na_2CO_3 dan NaOH yang tidak bereaksi dengan impurities akan ikut larut bersama garam dan membentuk kristal pada proses rekristalisasi sehingga konsentrasi NaCl menjadi menurun kembali. Menurut (Lukum et al., 2021) semakin banyak penambahan reagen seperti Na_2CO_3 dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ membuat kualitas garam semakin baik. Namun bila terlalu besar penambahan kedua reagen tersebut, maka kadar NaCl nya akan mengalami penurunan meskipun konsentrasi impuritiesnya berkurang. Hal tersebut disebabkan oleh kelebihan reagen yang digunakan tidak membentuk padatan melainkan terlarut dan membentuk kristal pada proses kristalisasi. Akibatnya kadar NaCl yang didapatkan tidak naik melainkan



Gambar 4. Pengaruh penambahan *excess* reagen NaOH terhadap kadar NaCl pada kondisi penambahan *excess* reagen Na_2CO_3 yang bervariasi

Penambahan *excess* reagen Na_2CO_3 dan NaOH dapat mempengaruhi dari kadar NaCl yang didapatkan. Gambar 4 menunjukkan kenaikan kadar NaCl seiring dengan ditamahnya *excess* reagen yang beragam. Namun pada gambar 4 terdapat beberapa titik pada grafik yang naik turun juga atau bersifat fluktuatif pada kondisi tertentu. Seperti pada penambahan *excess* reagen NaOH 0% hingga 10%

menjadi semakin turun. Berdasarkan hasil yang didapatkan kadar NaCl tertinggi ada pada penambahan *excess* Na₂CO₃ 0% dan NaOH 20% dengan kadar NaCl sebesar 97,2737%. Kadar tersebut telah memenuhi untuk spesifikasi SNI 0303 : 2012 untuk garam industri kaustik dengan kadar minimal NaCl = 96% serta SNI 8207 : 2016 spesifikasi untuk garam industri aneka pangan yaitu dengan kadar minimal NaCl = 97%.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pembuatan garam industri dari garam rakyat dengan metode rekristalisasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa garam paling baik dihasilkan pada penambahan *excess* reagen Na₂CO₃ 0% dan NaOH 20% dengan kadar NaCl sebesar 97,2737%, kadar Ca²⁺ sebesar 0,038% dan Mg²⁺ sebesar 0,0196%. Spesifikasi garam tersebut telah memenuhi spesifikasi SNI 0303 : 2012 untuk garam industri kaustik dan SNI 8207 : 2016 untuk garam industri aneka pangan.

SARAN

Adapun saran setelah dilakukannya penelitian ini yakni perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai peningkatan kadar garam agar mencapai SNI garam industri dengan kadar yang lebih baik. Ada beberapa metode yang dapat digunakan seperti pemisahan dengan metode anion-kation (*Ion-Exchange*) atau penyaringan skala nano yang dapat membantu dalam mencapai target untuk spesifikasi garam yang lebih tinggi lagi. Analisis yang lebih lengkap juga dapat membantu dalam keakuratan data yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, P. R., Herlina Yulianti, C., & Aji Prasetya, R. (2016). Pengaruh Lama Waktu Pengadukan Terhadap Pengikatan Impuritis untuk Meningkatkan Kadar NaCl Pada Garam Rakyat. *Journal of Pharmacy and Science*, 1(1).
- Badan Pusat Statistika. (2016). *Statistik Sumber Daya Laut dan Pesisir* (Sub Direktorat Statistik Lingkungan Hidup, Ed.). Badan Pusat Statistika.
- Badan Standarisasi Nasional. (2012). *SNI Garam Untuk Industri Soda Kaustik*. Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2016). *SNI Garam Industri Aneka Pangan*. Badan Standarisasi Nasional.
- Dave, P. H. (2018). *Salt: The Complete Reference*. DAYA Publishing House.
- Gustiawati, N., & Aprilianti. (2016). *PENINGKATAN KUALITAS GARAM RAKYAT DENGAN METODE REKRISTALISASI*. Jurusan Teknik Kimia. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Lesdantina. (2009). Pemurnian NaCl Dengan Menggunakan Natrium Karbonat. *Jurnal Seminar Tugas Akhir Teknik Kimia*.
- Lukum, A., Mohamad, E., Tangahu, A. D. K., & Ohi, S. Y. (2021). Production and optimization of sea salt quality on the coast of Tomini Bay. *Journal of Physics: Conference Series*, 1968(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1968/1/012013>
- Muljani, S., Sumada, K., & Pujiastuti, C. (2021). *Transformasi Teknologi Produksi Garam* (A. Rofiq, Ed.). CV. Jakad Media Publisng.
- Murni, D. A., Gunawan, & Hastuti, R. (2011). Pemurnian NaCl dengan Penambahan Bahan Pengikat Impurities pada Garam Krosok dan Garam Kuwu dengan Rekristalisasi Secara Penguapan dan Penambahan Gas HCl. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 14(1), 8–11.
- Redjeki, S., & Iriani. (2021). Produksi Garam Industri Dari Garam Rakyat. *Jurnal Teknik Kimia*, 16(1), 41–44.
- Rositawati, A. L., Taslim, C. M., & Soetrisnanto, D. (2013). Rekristalisasi Garam Rakyat Dari Daerah Demak Untuk Mencapai Sni Garam Industri. *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri*, 2(4), 217–225. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtki>
- Sumada, K., Astuti, C. P., & Widodo, L. U. (2012). Kajian Removal Garam Rakyat Dengan Metode Kristalisasi. *Seminar Nasional Teknik Kimia Soebardjo Brotohardjono IX*.
- Yulistiono, S. H., & Brotowati, S. (2017). Peningkatan Kualitas Garam Kasar Menjadi Garam Industri. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M)*, 2(1), 75–78.