

PENINGKATAN KUALITAS GARAM DARI LIMBAH *REVERSE OSMOSIS* AIR LAUT MENJADI GARAM KONSUMSI

Dessy Dwi Adifi Suwardi*, Reynaldi Donny Pratama, Nurul Widji Triana

Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Jalan Raya Rungkut Madya No.1 Gunung Anyar, Kota Surabaya, Jawa Timur
60249, Indonesia

*Penulis korespondensi: dessydadifi@gmail.com

Abstrak

Total dissolved solid (TDS) air laut memiliki kisaran nilai cukup tinggi yaitu 11.000 – 35.000 mg/L. PT PLTU Paiton dengan teknologi *sea water reverse osmosis* (SWRO) merupakan unit yang mengolah air laut dimana hanya 30% produk menjadi air tawar sedangkan 70% sebagai limbah yang dikembalikan ke laut. Berdasarkan kenyataan yang ada, penelitian ini mempelajari metode peningkatan kualitas garam dengan penambahan bahan kimia NaOH dan Na₂CO₃ yang diharapkan dapat dikembangkan menjadi metode yang sesuai untuk pemanfaatan limbah cair air laut dari sistem SWRO, ditinjau dari kandungan NaCl dan jenis pengotor yang terdapat dalam limbah SWRO. Pada proses peningkatan kualitas garam, limbah SWRO ditambahkan dengan reagen NaOH dan Na₂CO₃ dengan variabel konsentrasi teoritis; excess 5%; excess 10%; excess 15% dan excess 20% dan dengan waktu pengadukan 15; 30; 45 dan 60 menit. Hasil analisis metode atomic absorption spectrophotometric (AAS) diperoleh kadar Mg dan Ca terbaik sebesar 8,63 x 10⁻³ ppm dan 2,65 x10⁻³ ppm. Dengan kadar NaCl terbaik dengan konsentrasi sebesar 94,85% pada penambahan reagen konsentrasi excess 15% dengan waktu pengadukan 60 menit. Hal ini menunjukkan bahwa besarnya konsentrasi reagen mempengaruhi banyaknya zat pengotor atau ion Ca dan Mg yang bereaksi dengan reagen sehingga membentuk endapan yang lebih banyak dan konsentrasi garam NaCl semakin besar karena ion Na dan ion Cl bereaksi membentuk NaCl.

Kata kunci: garam konsumsi; konsentrasi reagen; *sea water reverse osmosis*; waktu pengadukan

ENHANCING SALT QUALITY FROM SEAWATER REVERSE OSMOSIS WASTE

Abstract

Natural seawater has a high total dissolved solid (TDS) value range of 11,000-35,000 mg/L. PT PLTU Paiton using *sea water reverse osmosis* (SWRO) technology obtained data from processed is only 30% into fresh water while the remaining 70% of waste water is thrown into the sea. Based on this fact, in this study studied the method of adding chemical solutions NaOH and Na₂CO₃ which is expected to be developed into a suitable method for the treatment of seawater wastewater from the SWRO system, in terms of industrial scale and the type of pollutants contained in SWRO waste processing wastewater from the RO process into Salt. In the process of improve salt quality, SWRO waste was added with NaOH and Na₂CO₃ reagents with theoretical concentration variables; excess 5%; excess 10%; excess 15% and excess 20% and with stirring time about 15 until 60 minutes. The results of the analysis of AAS method obtained the best Mg and Ca levels of 8.63x10⁻³ ppm and 2.65 x10⁻³ ppm. With the best NaCl content with a concentration of 94.85% on the addition of reagents excess concentration of 15% with a stirring time of 60 Minutes. This shows that the greater the concentration of reagents, the more impurities are bound so that the concentration of NaCl salt is better.

Keywords: salt consumption; reagent concentration; *seawater reverse osmosis*; stirring time

PENDAHULUAN

Total dissolved solid (TDS) air laut memiliki kisaran nilai cukup tinggi yaitu 10.000 – 35.000 mg/L. PT PLTU Paiton dengan teknologi *sea water*

reverse osmosis (SWRO) merupakan unit yang mengolah air laut dimana hanya 30% produk menjadi air tawar sedangkan 70% sebagai limbah yang dikembalikan ke laut. RO membutuhkan operasional yang cukup besar, energi yang tinggi dan investasi

besar. Prinsip kerja membran RO adalah menyaring dengan memberi tekanan pada larutan sehingga molekul-molekul yang berukuran besar seperti molekul garam dan lainnya akan terpisah menjadi air limbah yang akan menjadi bahan baku dalam penelitian ini. Hasil penelitian ditemukan nilai TDS klorida sebesar 1,65 mg/L atau lebih dari 4% pada air limbah RO. (Diaratih, Diaratih dan Hadi, 2015) menyatakan bahwa nilai COD rata-rata sebesar 6800 mg/L dan nilai BOD rata-rata sebesar 2600 mg/L. Sehingga dari fakta tersebut, dilakukan penelitian ini, dengan tujuan mempelajari metode penambahan zat kimia NaOH dan Na_2CO_3 diharapkan menjadi menjadi opsi yang sesuai, juga membuka penelitian lebih lanjut untuk pemanfaatan limbah cair air laut dari sistem SWRO, ditinjau dari kandungan NaCl dan jenis impurities yang terkandung di dalam limbah SWRO. Penelitian ini mengolah limbah cair buangan proses SWRO yang memiliki kandungan NaCl besar menjadi garam yang memiliki nilai jual.

Garam merupakan bahan baku yang banyak digunakan sebagai bahan yang umum pada industri, antara lain pada sintesis sodium sulfat (Na_2SO_4), sodium karbonat (Na_2CO_3), sodium bikarbonat (NaHCO_3), dan yang lainnya (Wulandari dan Sholihin, 2020). Memproduksi garam secara kuantitatif di Indonesia masih banyak dilakukan secara konvensional yaitu menggunakan daerah tempat yang luas dan terbuka yang dipanasi langsung menggunakan sinar matahari untuk menguapkan kandungan air. Pembuatan garam ini dilakukan dengan menyiapkan tempat yang luas yakni tambak yang diratakan dengan alat bantu silinder baja yang masih dioperasikan menggunakan tenaga manusia. Setelah itu, bak penampung dialiri dengan air laut melewati pipa kemudian dipanaskan secara langsung menggunakan bantuan sinar matahari, sehingga dalam selang beberapa lama, air laut membentuk kristal dan membentuk butiran-butiran garam. Produk dapat diambil setelah kurang lebih 10 hari. Salah satu kekurangan dari proses ini hanya dapat berlangsung pada musim kemarau di daerah pesisir, dari musim penghujan yang berakhir bulan April hingga mulai musim penghujan pada awal Desember. Produk yang dihasilkan dari pembuatan garam secara konvensional tersebut kualitasnya tidak dapat dijaga dengan baik karena masih banyak kandungan *impurities* yang belum terpisah sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut (Kurniawan, 2019).

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan pemurnian garam rakyat yang berasal dari Pasar Larangan Sidoarjo dengan kadar NaCl 81,88% menggunakan metode rekristalisasi yaitu dengan menambahkan bahan kimia *sodium hidroxide* (NaOH), *sodium carbonate* (Na_2CO_3) dan *barium chloride* (BaCl_2). Variabel yang digunakan berupa waktu pengadukan yang divariasikan 15 menit, 30 menit dan 45 menit serta berat bahan pengikat

pengotor: NaOH 2gr, Na_2CO_3 1,5gr dan BaCl_2 2,5gr didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa konsentrasi NaCl terbaik terdapat pada percobaan dengan waktu pengadukan 45 menit, konsentrasi NaCl didapatkan sebesar 98,86% yang mana angka ini telah sesuai SNI garam industri (Wiraningtyas dkk., 2017).

Ada pula penelitian menggunakan metode rekristalisasi guna mendapatkan konsentrasi garam berasal dari Bledug Kuwu yang lebih murni dengan menambahkan bahan kimia kalsium oksida (CaO), barium hidroksida (Ba(OH)_2) dan ammonium karbonat ($(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$). Prosesnya dimana kristal garam ditambahkan air panas sampai larut kemudian ditambahkan dengan bahan kimia lalu diuapkan pelarutnya hingga terbentuk kristal garam. Hasil yang didapatkan berupa garam berbentuk kristal garam sebesar 4,3275gr dan rendemen sebesar 85,346 % dan dengan konsentrasi NaCl sebesar 89,44% yang belum memenuhi standar mutu garam SNI masyarakat dan industri (Maulana dkk., 2017).

Pada penelitian lain, untuk menghasilkan air bersih dengan memanfaatkan *reverse osmosis* (RO) sebagai metode desalinisasi bahan baku air laut, digunakan metode elektrolisis limbah RO, *Hofmann Electrolysis Apparatus* yang berisi katoda berupa perak serta anoda berupa karbon yang mengikat dan merombak rangkaian elektrolit pada limbah cair SWRO dengan kondisi operasi 12 jam. Disinfektan dibentuk dari hasil elektrolit yang berupa Ca(OCl)_2 dan NaOCl, garam NaCl, dan beberapa senyawa gas seperti H_2 , O_2 , dan Cl_2 . Hanya saja proses ini menghasilkan garam yang masih berupa larutan. Sehingga dibutuhkan percobaan lebih lanjut untuk pemurnian meningkatkan kandungan garam ataupun ekstraksi elektrolit tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa elektrolisis SWRO dan BWRO didapatkan TDS bahan baku 1060 mg/L membentuk kristal NaCl dengan konsentrasi terbaik sebesar 2272,32 mg/L (Janani and Hadi, 2018).

Pengotor pada limbah cair *reverse osmosis* tidak jauh berbeda dengan air laut pada umumnya karena proses *reverse osmosis* tidak menambahkan suatu senyawa kimia atau berkontak dengan unsur kimia tetapi hanya dilewatkan pada membran yang bertekanan yang menghasilkan air demineralisasi. Ada dua jenis RO, *seawater reverse osmosis* (SWRO) mengandung ion-ion pengotor Ca^{2+} (400mg/L), Mg^{2+} (1765,71mg/L) dan lain-lain sedangkan pada *brackish water reverse osmosis* (BWRO) mengandung ion-ion pengotor Mg^{2+} (32,57mg/L) dan lain-lain. Kadar NaCl pada *seawater reverse osmosis* (SWRO) sebesar 17,8043% dan air laut memiliki kadar garam rata-rata 3,5%.

Pada penelitian kali ini memanfaatkan limbah cair *reverse osmosis* dengan kadar NaCl yang lebih tinggi untuk ditingkatkan kualitasnya menjadi garam konsumsi maupun industri, yang dalam prosesnya akan menghasilkan garam yang memiliki kuantitas dan kualitas lebih baik serta memiliki nilai ekonomi.

Proses rekristalisasi disimpulkan mampu membuat kandungan NaCl pada garam krosok lebih baik. Pengurangan kandungan magnesium sulfat ($MgSO_4$), magnesium klorida ($MgCl_2$), dan kalsium sulfat ($CaSO_4$) dengan penambahan pengikat zat pengotor diharapkan dapat mengikat kandungan pengotor sehingga kandungan garam lebih banyak.

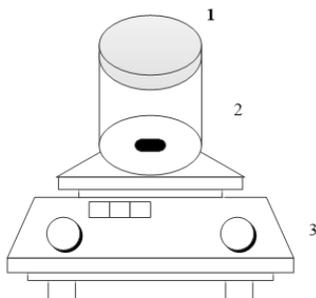
METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan baku yang perlu disiapkan pada penelitian ini adalah limbah cair dari proses *reverse osmosis* air laut yang didapat dari PLTU Paiton, NaOH dengan kemurnian 99,9% H_2O 0,1% dan Na_2CO_3 kemurnian 100% diperoleh dari PT. Merck Indonesia Tbk.

Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Keterangan:

1. Aluminium foil
2. Beaker glass
3. Magnetic stirrer

Gambar 1. Rangkaian alat

Prosedur

Peningkatan Kualitas Garam

Prosedur dalam penelitian ini (Gambar 2) adalah pertama menyiapkan sampel limbah cair SWRO. Kemudian, menambahkan reagen NaOH dan Na_2CO_3 bervariasi berdasarkan perhitungan stoikiometri mulai dari: teoritis; excess 5%; excess 10%; excess 15% dan excess 20%. Selanjutnya campuran diaduk dengan diletakkan di atas *magnetic stirrer* pada kecepatan 100rpm dengan lama pengadukan mulai 15 menit hingga 60 menit. Kemudian, diendapkan selama 60 menit, lalu larutan disaring dengan menggunakan kertas saring. Filtrat yang diperoleh diuapkan menggunakan kompor listrik dengan suhu $\pm 100^\circ C$ dengan waktu kurang lebih 4-5 jam sampai terbentuk *slurry*. Selanjutnya, *slurry* tersebut dikeringkan dengan oven sampai terbentuk kristal garam selama 1 jam (pada suhu $150^\circ C$).

Analisa

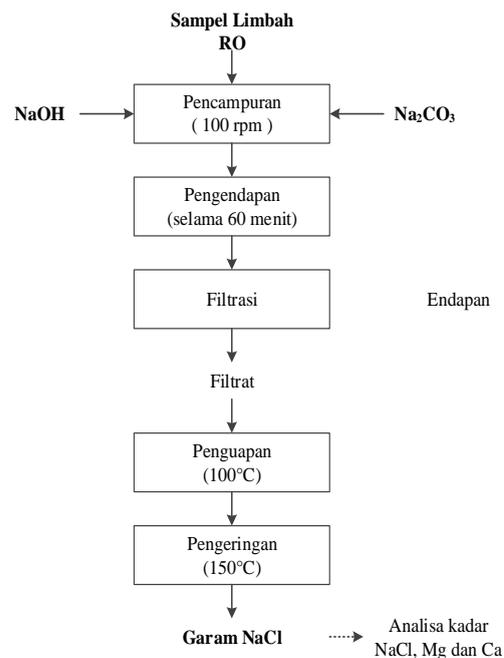
Analisa hasil dilakukan untuk mengetahui apakah kadar NaCl, Mg^{2+} dan Ca^{2+} telah sesuai standar nasional. Kadar NaCl dianalisa dengan metode argentometri dan sedangkan kadar Mg^{2+} dan

Ca^{2+} dianalisa menggunakan *atomic absorption spectrophotometric* (AAS) (Noknik dkk., 2014)

Analisa kadar NaCl menggunakan metode titrasi argentometri dilakukan dengan menimbang produk kristal garam sampel sebesar 0,250 gram. Kemudian dilarutkan dengan menambahkan sedikit aquadest sampai larut, lalu mengencerkan larutan garam sampai dengan tanda batas 100ml dalam labu takar. Setelah itu, larutan tersebut diambil sebanyak 25ml, dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan indikator K_2CrO_4 5% sebanyak 3 – 5 tetes. Kemudian dilakukan titrasi dengan larutan $AgNO_3$ 0,1N yang telah distandarisasi sampai dengan larutan sampel berwarna merah bata. Kadar NaCl dihitung menggunakan persamaan 1.

$$\% NaCl = \frac{(V \times N) AgNO_3 \times Mr NaCl \times fp}{m_{garam}} \times 100\% \dots\dots(1)$$

Dimana V , nilai rata-rata volume $AgNO_3$ dari hasil titrasi, N , normalitas $AgNO_3$, Fp , faktor pengenceran, dan m adalah massa garam dalam mg.



Gambar 2. Diagram alir proses

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Limbah Cair *Reverse Osmosis* Air Laut

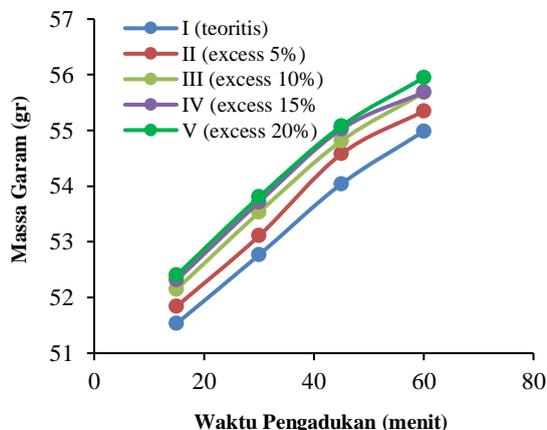
Karakteristik limbah cair dari proses *reverse osmosis* adalah berwarna bening, tidak berbau dan tidak berwarna. Tahap awal dilakukan uji analisa bahan baku untuk mengetahui kadar Mg dan Ca yang terkandung dalam limbah. Hal ini bertujuan untuk mengetahui banyaknya NaOH dan Na_2CO_3 yang direaksikan untuk mengikat Mg dan Ca dengan stoikiometri.

Hasil Analisa Bahan Baku Awal

Kadar awal NaCl pada limbah cair RO air laut sebesar 72,072% dan kandungan Mg dan Ca pada limbah cair RO air laut yang diujikan di Lab Gizi UNAIR Kampus C berturut-turut adalah sebesar 1765,71mg dan 400mg sebelum terjadinya proses reaksi penambahan bahan kimia NaOH dan Na₂CO₃.

Hasil Produk Garam

Dari Gambar 3 dapat diketahui bahwa hubungan waktu pengadukan terhadap massa garam adalah berbanding lurus yang berarti semakin lama pengadukan yang dilakukan maka hasil produk garam yang dihasilkan semakin banyak. Begitu pula pada penambahan reagen berbagai konsentrasi berpengaruh pada banyaknya hasil produk garam yang terbentuk. Terlihat pada massa produk garam yang dihasilkan pada konsentrasi reagen variabel I (teoritis) dengan lama pengadukan 60 menit sebesar 54,9827gr, yang meningkat pada variabel V (*excess* 20%) dengan lama pengadukan yang sama yakni 60 menit diperoleh garam sebesar 55,9442 gr. Hal ini disebabkan saat penambahan *excess reagen* NaOH dan Na₂CO₃ menyebabkan terbentuknya senyawa NaCl baru akibat reaksi yang terjadi, sehingga semakin banyak senyawa NaCl yang terkandung pada kristal garam dan berat garam yang terbentukpun menjadi semakin banyak (Lesdantina, 2009).

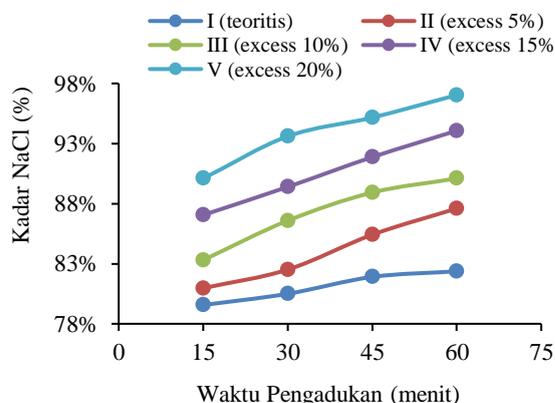


Gambar 3. Hubungan antara waktu pengadukan (menit) dan produk garam (gr) terhadap konsentrasi reagen (%)

Hasil Analisa Kadar NaCl

Dari Gambar 4 terlihat bahwa semakin bertambahnya waktu pengadukan, maka kandungan NaCl garam yang didapatkan semakin tinggi. Demikian pula pada penambahan reagen dengan berbagai konsentrasi, berpengaruh pada semakin tingginya kadar NaCl yang terbentuk. Pada variabel I dimana penambahan senyawa kimia tanpa *excess*, terdapat kenaikan kadar NaCl dibandingkan dengan bahan awal. Pada variabel II (*excess* 5%), variabel III (*excess* 10%), variabel IV (*excess* 15%) menunjukkan hasil yang sama yakni semakin meningkatnya kadar

NaCl pada produk dengan variasi lama waktu pengadukan 15; 30; 45 dan 60 menit. Konsentrasi NaCl pada variabel I (teoritis), waktu pengadukan 60 menit sebesar 82,37%, variabel II (*excess* 5%) pada waktu pengadukan 60 menit sebesar 87,56%, variabel III (*excess* 10%) pada waktu pengadukan 60 menit sebesar 90,09%, variabel IV (*excess* 15%) pada waktu pengadukan 60 menit sebesar 94,85% dan variabel V (*excess* 20%) pada waktu pengadukan 60 menit sebesar 95,15%. Pada variabel V (*excess* 20%) dengan waktu pengadukan 60 menit sudah memenuhi SNI garam konsumsi. Apabila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, menurut (Maulana dkk., 2017) faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan NaCl dan pemisahan endapan dari hasil reaksi kimia tersebut adalah suhu, *chemical excess*, rasio Ca/Mg, pengadukan dan pengendapan. Berdasarkan penelitian menunjukkan bahwa besaran parameter-parameter tersebut bervariasi bergantung dengan kondisi optimal operasi yang dijalankan, penambahan reagen yang semakin banyak mengakibatkan semakin banyaknya *impurities* yang terikat, sehingga garam NaCl lebih murni. Sampai pada penambahan reagen tertentu menunjukkan kadar NaCl yang relatif konstan. Penambahan reagen ini juga memiliki selektivitas yang cukup tinggi menyebabkan endapan dapat berpisah dengan produk yang diinginkan sehingga kadar *impurities* yang terkandung pun sangatlah kecil terbukti dari teori dan penelitian yang telah ada.



Gambar 4. Hubungan waktu pengadukan (menit) dan kadar NaCl (%) terhadap konsentrasi reagen (%)

Hasil Analisa Atomic Absorption Spectrophotometric (AAS) untuk Mg dan Ca

Dapat dilihat pada Tabel 1 bahwa kadar Mg dan Ca terbaik diperoleh pada konsentrasi reagen V (*excess* 20%) dengan lama pengadukan 60 menit yakni sebesar $8,50 \times 10^{-3}$ ppm dan $2,36 \times 10^{-3}$ ppm. Nilai tersebut telah sesuai SNI 01-3556-2000 yaitu memiliki kadar maksimal Mg dan Ca dalam garam konsumsi yaitu 2,0 ppm.

Hubungan antara waktu pengadukan (menit) dan kadar Ca (ppm) maupun Mg (ppm) pada berbagai konsentrasi reagen (%) cenderung berbanding terbalik yang berarti semakin lama waktu pengadukan pada berbagai konsentrasi reagen maka kadar Mg dan Ca yang tersisa pada garam semakin sedikit. Kadar Mg dan Ca dianalisa dengan menggunakan *atomic absorption spectroscopy* (AAS).

Berdasarkan data pada Tabel 1 terlihat bahwa terdapat penurunan kadar Mg dan Ca setelah dilakukan proses penambahan reagen pada berbagai konsentrasi. Untuk variabel I dimana penambahan senyawa kimia tanpa *excess* menunjukkan penurunan kadar Mg dan Ca dibandingkan dengan bahan awal. Pada variabel II (*excess* 5%), variabel III (*excess* 10%), variabel IV (*excess* 15%) dan variabel V (*excess* 20%) menunjukkan hasil yang cenderung hampir sama yakni semakin menurunnya kadar Mg dan Ca pada produk berbagai lama waktu pengadukan 15, 30, 45 dan 60 menit. Kadar Mg dan Ca terbaik untuk variabel I (teoritis) ada pada waktu 60 menit sebesar $9,76 \times 10^{-3}$ ppm dan $3,61 \times 10^{-3}$ ppm, variabel II (*excess* 5%) ada pada waktu 60 menit sebesar $9,43 \times 10^{-3}$ ppm dan $3,15 \times 10^{-3}$ ppm, variabel III (*excess* 10%) ada pada waktu 60 menit sebesar $9,08 \times 10^{-3}$ ppm dan $2,92 \times 10^{-3}$ ppm, variabel IV (*excess* 15%) ada pada waktu 60 menit sebesar $8,63 \times 10^{-3}$ ppm dan $2,65 \times 10^{-3}$ ppm dan variabel V (*excess* 20%) ada pada waktu 60 menit sebesar $8,50 \times 10^{-3}$ ppm dan $2,36 \times 10^{-3}$ ppm. Berdasarkan analisa *atomic absorption spectroscopy* (AAS) yang telah dilakukan kadar Mg dan Ca baik pada variabel I teoritis sampai dengan variabel V dengan *excess* 20% telah sesuai dengan SNI 3556-2000 maksimal kadar Mg dan Ca yang dibolehkan. Selain itu, berdasarkan data pada tabel juga terlihat bahwa pada *excess* 15% dan *excess* 20% angka kenaikan konsentrasi garam memiliki perbedaan konsentrasi yang rendah (Lesdantina, 2009). Jika konsentrasi bahan pengikat tinggi (bahan pengikat yang digunakan Na_2CO_3 dan NaOH) akan berpengaruh terhadap stabilitas kualitas garam yang dihasilkan.

Tabel 1. Hasil analisa AAS kadar Mg dan Ca (ppm)

Konsentrasi Reagen	Komponen	Waktu Pengadukan (menit) ($\times 10^{-3}$)			
		15	30	45	60
I	Mg	9,92	9,85	9,80	9,76
	Ca	3,78	3,74	3,61	3,61
II	Mg	9,65	9,53	9,47	9,43
	Ca	3,51	3,42	3,24	3,15
III	Mg	8,95	8,81	9,27	9,08
	Ca	3,10	3,02	2,98	2,92
IV	Mg	8,95	8,81	8,69	8,63
	Ca	2,87	2,81	2,72	2,65
V	Mg	8,59	8,54	8,50	8,50
	Ca	2,54	2,49	2,41	2,36

SIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa garam konsumsi hasil penambahan reagen untuk variabel I memiliki massa lebih rendah dibandingkan dengan variabel II, III, IV dan V. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah *impurities* pada variabel I yang terikat oleh penambahan reagen lebih rendah dibandingkan dengan variabel lainnya. Didapatkan hasil terbaik garam konsumsi yaitu pada konsentrasi *reagen* variabel V penambahan *excess* 20%, pada waktu pengadukan 60 menit, dengan kadar NaCl 95,15%, kadar Mg $8,63 \times 10^{-3}$ ppm dan kadar Ca $2,65 \times 10^{-3}$ ppm dimana hal ini menyatakan hasil uji produk garam sesuai dengan baku mutu garam konsumsi SNI 01-3556-2000.

SARAN

Disaat proses untuk menguapkan air lebih baik menggunakan wadah yang memiliki luas permukaan besar agar air lebih cepat menguap, dan ditutup dengan baik agar letupan garam tidak sampai keluar yang menyebabkan hasil produk dapat berkurang. Dapat dilakukan penambahan *excess* reagen yang lebih besar untuk mendapatkan kadar NaCl lebih besar sehingga dapat memenuhi standar garam industri. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk kandungan *impurities* lain dalam garam. Agar memenuhi syarat sebagai garam konsumsi maka perlu ditambahkan analisa yodium.

DAFTAR PUSTAKA

- Diaratih, V., Diaratih, V.I. and Hadi, W., 2015. Alternatif Pemanfaatan Air Limbah Dari Reverse Osmosis Dengan Metode Elektrolisis Untuk Menghasilkan Gas Hidrogen dan Oksigen. *Jurnal Teknik ITS*, [online] 4(1), pp.F117–F119.
- Hoiriyah, Y.U., 2019. Peningkatan Kualitas Produksi Garam Menggunakan Teknologi Geomembran. *Jurnal Studi Manajemen dan Bisnis*, 6(2), pp.71–76.
<https://doi.org/10.21107/jsmb.v6i2.6684>.
- Janani, N.M. and Hadi, W., 2018. Pengolahan Air Limbah Reverse Osmosis Melalui Elektrolisis Untuk Menghasilkan Elektrolit. *Jurnal Purifikasi*, 18(01), pp.11–18.
- Kurniawan, A., 2019. Indeks Kesesuaian Garam (Ikg) Untuk Menentukan Kesesuaian Lokasi Produksi Garam; Analisis Lokasi Produksi Garam Di Kabupaten Tuban Dan Kabupaten Probolinggo. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(2), pp.119–127.
<https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2019.003.02.14>.
- Lesdantina, D.& I., 2009. Dengan Menggunakan Natrium Karbonat.

- Maulana, K.D., Jamil, M.M., Eka Manunggal Putra, P., Rohmawati, B. and Rahmawati, 2017. Peningkatan Kualitas Garam Bledug Kuwu Melalui Proses Rekrystalisasi dengan Pengikat Pengotor CaO , Ba (OH)₂ , dan (NH₄)₂CO₃. *Journal of Creativity Student*, 2(1), p.44.
- Noknik, D., Herawati, K., Hendrani, J., Ph, D., Nugraheni, D.S. and Env, M., 2014. *Pertanian Konvensional Disusun Oleh : Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Katolik Parahyangan. Pemurnian Garam Dengan Metode Hidroekstraksi Batch*, (Iii), pp.1–40.
- Wiraningtyas, A., Sandi, A., Sowanto, S. and Ruslan, R., 2017. Peningkatan Kualitas Garam Menjadi Garam Industri Di Desa Sanolo Kecamatan Bolo Kabupaten Bima. *Jurnal Karya Abdi Masyarakat*, 1(2), pp.138–145. <https://doi.org/10.22437/jkam.v1i2.4292>.
- Wulandari, N. and Sholihin, H., 2020. View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk. Pengaruh Penggunaan Pasta Labu Kuning (Cucurbita Moschata) Untuk Substitusi Tepung Terigu Dengan Penambahan Tepung Angkak Dalam Pembuatan Mie Kering, 1(2), pp.274–282.