

## PENENTUAN KARAKTERISTIK HIDRO-EKSTRAKTOR MODEL

Annisa Nur Rahmi<sup>1\*</sup>, Bherillyansyah Meidy<sup>1)</sup> Edi Mulyadi<sup>1)</sup>, Nurul Widji Triana<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur  
Jalan Raya Rungkut Madya No.1, Gunung Anyar, Surabaya 60294 Indonesia

<sup>\*</sup>Penulis korespondensi: E-mail [youngannisa@gmail.com](mailto:youngannisa@gmail.com)

### Abstrak

Garam merupakan salah satu komoditas besar dari Indonesia sebagai negara dengan banyak pantai dan perairan. Garam didapat dengan beberapa cara yaitu kristalisasi air laut, rekristalisasi, pembuatan garam dari batuan garam, dan pembuatan garam dengan proses Open pan. Sampai saat ini kebutuhan garam yang berkualitas tinggi masih diimpor dari luar negeri. Indonesia pada 2018 mengimpor garam kurang lebih 2,2 juta ton/tahun. Untuk meningkatkan kadar NaCl dengan membersihkan kotoran tanah pada garam menggunakan hidro-ekstraktor secara kontinyu. Metode yang digunakan adalah hidroekstraksi dimana pengotor pada permukaan garam akan direduksi dengan proses pencucian dengan larutan garam jenuh yang dibuat dari garam dengan kadar NaCl 97%. Dimana bahan baku yang berupa garam krosok dengan kadar NaCl 84,15%. Variabel peubahnya adalah feed garam krosok sebesar 1, 2, 3, 4 dan 5 kg dan kecepatan screw conveyor sebesar 35, 40, 45, 50 dan 55 rpm. Pada hidro-ekstraktor dengan kapasitas 8000ml, didapatkan hasil terbaik yaitu pada feed garam krosok sebesar 1 kg dengan kecepatan putaran screw conveyor sebesar 55 RPM dan kadar NaCl sebesar 95,79%.

**Kata kunci:** garam; hidroekstraksi; kontinyu; screw conveyor

### Abstract

Salt is a substance with a solid form, like a white crystal. It is one of the major communities of Indonesia as a country with many beaches and waters. Salt is obtained in several ways, namely crystallization of seawater, recrystallization, salt from salt rock, and salt by the Open Pan process. Currently, the need for high-quality salt is still imported from abroad. In 2018, Indonesia imported salt of approximately 2.2 million tons/year. To increase levels of NaCl by cleaning soil impurities in salt rock using a hydro-extractor continuously. The method used is hydro-extraction, where the impurity on the surface of the salt will be reduced by washing with a saturated salt solution made from salt with 97% NaCl. The raw material is in the form of salt rock with 84.15% NaCl. The variables are salt rock feed of 1, 2, 3, 4, and 5 kg and screw conveyor speeds of 35, 40, 45, 50, and 55 rpm. In the hydro-extractor with a capacity of 8000ml, the best results were obtained, with a feed of 1 kg of rock salt with a screw conveyor's speed of 55 RPM and NaCl content of 95.79%.

**Keywords:** salt; hydro-extraction; continuously; screw conveyor

### PENDAHULUAN

Garam yaitu suatu zat yang memiliki wujud padatan seperti kristal berwarna putih. Merupakan salah satu komoditas besar dari Indonesia sebagai negara dengan banyak pantai dan perairan. Selain dikonsumsi, natrium

klorida (garam) juga banyak digunakan sebagai bahan dasar (starting material) untuk berbagai keperluan industri, misalnya pembuatan konistik soda (NaOH), soda kue (NaHCO<sub>3</sub>), Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, gas klorin (Cl<sub>2</sub>), industri tekstil, garam farmatesis dan sebagainya. Dalam paten WO 2007036949 dinyatakan bahwa kira-kira 60% garam produksi

dunia digunakan untuk aplikasi industri berbasis klor-alkali dan industri kaustik soda. Garam yang diperlukan dalam industri dipersyaratkan memenuhi kualitas garam super dengan kadar NaCl sekitar 99%[1].

**Tabel 1.** Kualitas Garam

Parameter	Garam Konsumsi	Garam Industri		
	Rumah Tangga	Industri Aneka Pangan	Industri CAP	Farmasi
NaCl, min %	94,0	97,0	96,0	99,0
Ca, maks %	1,0	0,06	0,10	0,005
Mg, maks %	-	0,06	0,05	-
Sulfat, maks%	2,0	-	0,2	0,015
Bahan tak larut,%	0,5	0,5	-	-
Air, maks %	7,0	0,5	2,5	0,5
Fe(CN) <sub>6</sub> , ppm	5,0	-	-	-
Iodium, ppm	30-40	10	-	-
Cd, ppm	0,5	0,5	-	-
Pb, ppm	10	10	-	-
Hg, ppm	0,1	0,1	-	-
As, ppm	0,1	0,1	-	3
Fe, ppm	100	-	-	2
Al, ppm	-	-	-	0,2
Logam berat, ppm	-	-	-	5

Sumber: Peraturan Menteri Perindustrian RI No 88/M-IND/PER/10/2014

Dari beberapa variabel penelitian terdahulu yang telah dijalankan oleh beberapa peneliti seperti Maulana et al., (2017) yang melakukan proses pemurnian garam dengan menggunakan variabel dengan variasi dari larutan pencuci yaitu CaO, Ba(OH)<sub>2</sub>, dan (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> yang kemudian diuapkan dan kadar NaCl awal sebesar 78,92% meningkat menjadi 89,44%[3]. Kemudian, selanjutnya penelitian pemurnian garam dengan metode evaporasi dengan variabel variasi jumlah evaporator yang digunakan (*single evaporator* atau *multiple evaporator*) telah diteliti oleh Sumada et al., (2016) dengan hasil kadar NaCl sebesar 94,85 %

- 99,73 %[4]. Selanjutnya juga menggunakan metode rekristalisasi yang dijalankan oleh Rositawati et al., (2013) dimana variabel yang digunakan adalah non preparasi dan preparasi (penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaOH dan PAC) serta waktu kristalisasi dihasilkan kadar NaCl sebesar 99,969%[5]. Hingga hidro-ekstraksi dengan proses *batch* yang dilakukan oleh Martina et al., (2015) dengan menggunakan variabel ukuran padatan kristal garam, waktu ekstraksi, dan rasio F:S dihasilkan kadar NaCl maksimum 98,34% dan hilang garam masih berkisar 0,2-7,4%[7].

Hidro-ekstraksi merupakan proses ekstraksi padat-cair menggunakan pelarut air. Ekstraksi padat-cair jika substansi yang diekstraksi terdapat di dalam campurannya yang berbentuk padat. [8]. Proses pembersihan garam dengan hidro-ekstraksi memanfaatkan sifat kelarutan NaCl sebagai komponen utama dari garam. Dalam proses ini, pengotor dalam garamlah yang akan diekstrak keluar menggunakan pelarut berupa larutan garam murni (99%). Larutan garam murni akan melarutkan pengotor dalam kristal garam, sedangkan garam (NaCl) tidak akan ikut melarut. Proses pemurnian garam yang mengaplikasikan metode hidro-ekstraksi adalah proses SALEX (KREBBS Swiss). Proses ini dapat menghasilkan garam dengan kemurnian 99,7-99,8% NaCl [6]. Proses SALEX membutuhkan fraksi garam yang paling berharga, terbaik dan larut dalam sedikit air, membentuk air garam murni jenuh. Kemudian memungkinkan air garam mengalir -perlahan dan ke atas, counter current- melalui lapisan kristal garam bergerak ke bawah. Setiap kristal sepenuhnya tercakup oleh air garam murni sehingga setiap pengotor padat yang larut memiliki kesempatan dan waktu untuk larut. Juga, kotoran yang terperangkap dalam celah memiliki cukup waktu untuk pergi. [9]

Pada penelitian sebelumnya proses pembersihan garam dengan metode hidroekstraksi dilakukan secara *batch* yang membutuhkan waktu yang cukup lama. Oleh karena itu maka pada penelitian kali ini akan dibuat hidro-ekstraktor secara kontinyu untuk membantu meningkatkan kadar NaCl dengan membersihkan kotoran tanah pada garam

dengan hidro-ekstraktor yang dibantu dengan alat *screw conveyor* sebagai reaktor.

Selain kemampuan pengangkutannya, *screw conveyor* dapat disesuaikan dengan berbagai operasi pemrosesan. *Screw conveyor* mampu melakukan pencampuran garam. Contohnya seperti percobaan oleh Hartati et al., (2015) yang melakukan yodisasi garam rakyat dengan menyampurkan garam krosok dan iodium secara homogen dengan mekanisme *screw injeks*. Kekuatan sudut *screw* dalam menerima gaya dorong yang disebabkan material dan putaran mesin yang sangat penting dalam memindahkan garam krosok. Besarnya gaya dorong dipengaruhi torsi dan kecepatan putar dari motor penggerak Rofeg and Kabib, (2018). Berdasarkan landasan teori yang ada dapat disimpulkan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Perbandingan feed yang masuk dan solvent (pelarut) F:S

Perbandingan F:S pun mempengaruhi kualitas garam yang dihasilkan pada proses pembersihan dengan hidroekstraksi ini. Semakin besar F:S, semakin besar pula kadar NaCl dan % penurunan  $Ca^{2+}$  dan  $Mg^{2+}$  yang diperoleh.

2. Waktu proses ekstraksi

Semakin lama waktu proses ekstraksi yang dilakukan maka akan semakin banyak pengotor seperti kalsium dan magnesium yang terdapat dalam garam akan memaksimalkan proses terangkatnya pengotor dari celah-celah dalam kristal melalui difusi.

3. Kecepatan putaran *screw conveyor*

Kecepatan putaran pada *screw conveyor* akan mempengaruhi turbulensi pencampuran garam dengan air garam jenuh. Semakin besar kecepatannya maka turbulensi pencampuran akan semakin besar sehingga membantu meningkatkan laju difusi.

4. Ukuran partikel padatan

Pada ukuran partikel yang lebih kecil, luas permukaan kontak kristalgaram dengan larutan pengekrak menjadi lebih besar, sehingga pengotor yang terdapat di permukaan kristal dapat dengan mudah tereduksi. Selain itu, pengotor yang

terdapat di dalam kisi kristal pun akan lebih mudah terkestrak karena jarak tempuh pengotor dari dalam kisi kristal keluar menjadi lebih pendek.

5. Zat pengotor

Semakin banyak zat pengotor (kalsium, magnesium dll) yang terdapat dalam garam, maka akan diperlukan kualitas air garam jenuh yang sangat murni diperlukan untuk mendapatkan pembersihan terbaik yang nantinya akan meningkatkan kadar NaCl.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah garam rakyat (krosok) sebagai bahan utama yang diambil dari daerah Sidoarjo dengan kadar NaCl sebesar 84,15% dan air yang digunakan untuk melarutkan garam krosok dalam pembuatan larutan garam jenuh sebagai larutan pengekrak.

### Alat

Alat yang digunakan yaitu serangkaian alat hidroekstraksi model kontinyu. Alat ini meliputi bak pencuci sebagai alat terjadinya hidroekstraksi, bak penampung *overflow* dan *screw conveyor* untuk mengaduk serta alat pengangkut garam yang telah dimurnikan serta screening yang digunakan untuk memisahkan garam dengan air pencuci.

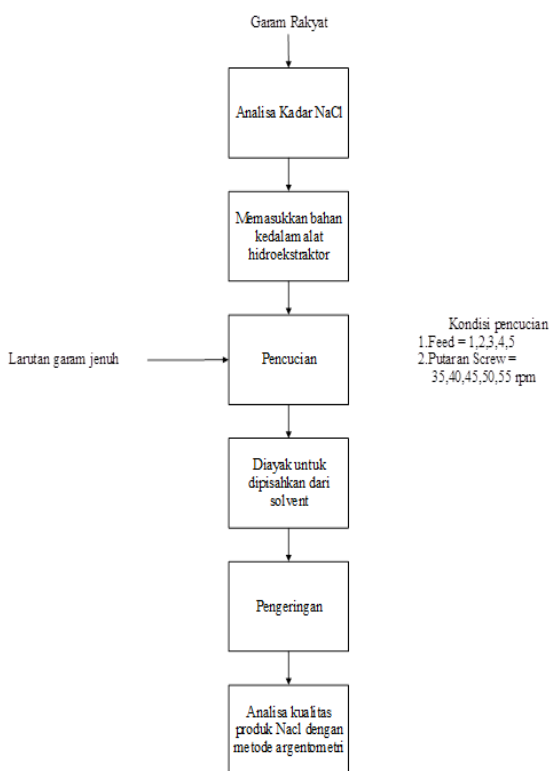
### Prosedur

Hal pertama yang dilakukan adalah menganalisa kadar NaCl pada garam krosok sebelum dimurnikan. Kemudian membuat larutan garam jenuh sebagai pencuci garam krosok. Setelah itu, memasukkan garam krosok serta larutan garam jenuh dengan variabel peubahnya yaitu F sebesar 1, 2, 3, 4, dan 5 kg ke dalam reaktor dengan waktu ekstraksi 30 menit dan dengan putaran *screw* 35,40,45,50,55 rpm. Dimana variabel tetap berupa Waktu ekstraksi selama 30 menit, kemiringan *screw conveyor* sebesar 20°, panjang *screw conveyor* sebesar 150cm, volume hidro-ekstraktor sebesar 8000ml, jumlah pencucian sebanyak 1 kali, volume solvent sebesar 1000ml, waktu tinggal selama 14 menit, dan debit bahan sebesar 71,28 ml/min.

Setelah dicuci, garam krosok diayak untuk dipisah dari larutan pencucinya terlebih dahulu. Lalu garam hasil pencucian dikeringkan untuk menghilangkan kadar air dan tahap terakhir yaitu dengan menganalisa kadar NaCl pada garam krosok hasil pencucian dan %losses setiap kali pencucian. Garam krosok dianalisis kadar NaCl nya dengan uji Argentometri. Sedangkan, untuk mengetahui %losses (kadar hilang garam) setiap kali pencucian yaitu dengan cara:

$$\%losses = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

Dimana  $m_1$  berupa massa garam sebelum pencucian (kg) dan  $m_2$  berupa massa garam setelah pencucian (kg).



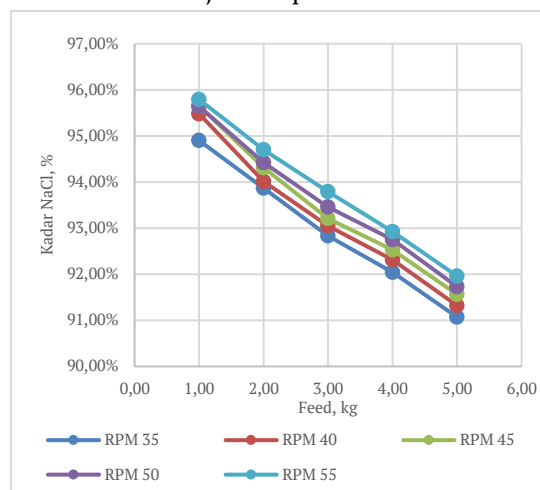
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar NaCl dalam sampel diperoleh dari hasil analisa dengan metode argentometri. Metode ini menggunakan  $AgNO_3$  sebagai pereaksi sehingga diperoleh kadar NaCl yang terkandung dalam sampel garam dalam satuan %berat. Dari keseluruhan data dapat dilihat jumlah solvent berpengaruh terhadap kualitas

kadar garam yang dihasilkan pada proses pembersihan dengan proses hidroekstraksi menggunakan *screw conveyor*. Telah ditetapkan bahwa jumlah solvent yang digunakan untuk pencucian sebanyak 1000ml. Didapat hasil kadar NaCl terendah pada saat umpan garam 5 kg dengan putaran *screw conveyor* sebesar 35 RPM sebesar 91,07% dan hasil kadar NaCl terbesar didapat pada umpan garam 1 kg dengan putaran *screw conveyor* sebesar 55 RPM sebesar 95,79%.

Dari data hasil analisa dapat dibuat grafik untuk mengetahui hubungan antara kadar NaCl dengan variasi umpan garam dan putaran *screw conveyor*. Grafik hubungan antara F:S dan kadar NaCl ditunjukkan pada Gambar 2.

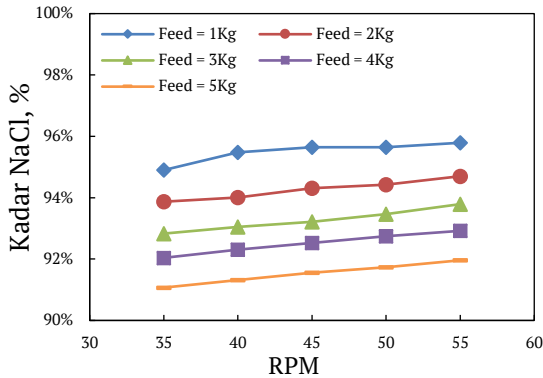


Gambar 2. Hubungan Feed dengan Kadar NaCl

Variabel feed (umpan garam) akan menentukan kadar garam yang dihasilkan. Semakin banyak feed yang digunakan maka kadar garam akan juga semakin kecil. Berdasarkan grafik dapat dinyatakan bahwa feed 1 kg adalah yang terbaik, karena kadar NaCl yang diperoleh lebih tinggi dari yang lainnya yaitu 95,79%. Hal tersebut terjadi karena jumlah garam jenuh yang terdapat dalam solvent yang cukup banyak pada proses hidroekstraksi ini akan lebih optimal mengikat pengotor dalam jumlah yang lebih banyak yang terdapat pada garam krosok. Sedangkan jika jumlah solvent yang digunakan lebih sedikit dibandingkan feed yang masuk maka akan membuat proses pencucian tidak optimal.

Selanjutnya Kadar NaCl dihubungkan juga dengan putaran dari *screw conveyor*. Hal ini diperlukan untuk mengetahui pengaruh putaran

screw conveyor terhadap kadar NaCl yang dapat ditunjukkan pada Gambar 3.



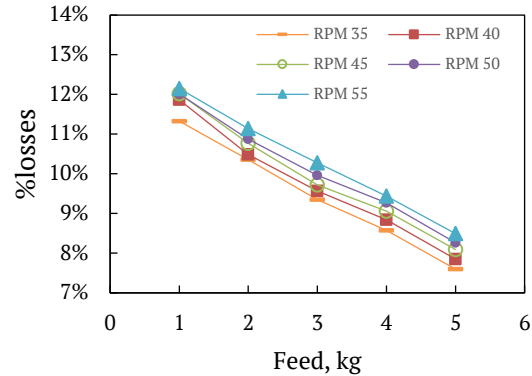
**Gambar 3.** Hubungan antara Putaran Screw Conveyor dengan Kadar NaCl

Dari hasil analisa yang diperoleh dapat dinyatakan bahwa putaran screw conveyor mempengaruhi kadar NaCl. Semakin besar RPM yang digunakan maka kadar NaCl yang didapat akan semakin besar juga. Dapat dilihat pada kadar NaCl yang tertinggi pada feed 1 kg dengan RPM 55. Sementara kadar garam yang paling rendah yaitu pada feed 5 kg dengan RPM 35. Hal ini dikarenakan kecepatan putaran pada screw conveyor akan mempengaruhi turbulensi pencucian garam dan air garam jenuh. Semakin besar kecepatan putarannya maka turbulensi pencampuran semakin besar sehingga membantu meningkatkan laju difusi.

Berdasarkan RPM dari screw conveyor yaitu RPM 35,40,45,50,55 didapatkan waktu tinggal (space time) untuk RPM 35 yaitu sebesar 38 detik, untuk RPM 40 sebesar 29 detik, RPM 45 sebesar 25 detik, RPM 50 sebesar 21 detik dan RPM 55 sebesar 17 detik. Semakin tinggi RPM maka semakin cepat waktu tinggal. Space time pada hidro-ekstraktor berbeda dengan waktu pengadukan pada tangki berpengaduk. Semakin besar space time maka semakin kecil RPM yang digunakan pada screw conveyor. Berbeda dengan waktu pengadukan. Waktu pengadukan semakin besar maka semakin cepat waktu reaksi, pada hidro-ekstraktor ini tidak bisa digunakan waktu pengadukan seperti pada tangki pengaduk karena fungsi antara tangka pengaduk dan screw conveyor berbeda.

Proses hidroekstraksi garam dengan proses kontinyu yang dilengkapi screw conveyor akan menyebabkan kehilangan berat garam.

Garam yang hilang berupa pengotor (debu, tanah dan pasir) selain dari senyawa NaCl. Pengotor tersebut akan tertinggal di dasar alat hidroekstraksi maupun larut bersama larutan garam jenuh. Dari data hasil analisa dapat dibuat grafik untuk mengetahui hubungan antara variasi umpan garam dan kehilangan garam. Grafik hubungan antara F:S dan kadar NaCl ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Hubungan antara Feed dengan Kehilangan Zat Pengotor (%losses)

Dari keseluruhan data yang diperoleh dapat dilihat bahwa feed dan putaran screw conveyor akan mempengaruhi jumlah pengotor yang hilang saat proses dilakukan. Kehilangan pengotor tertinggi terjadi pada feed 1 kg dengan putaran screw conveyor 55 RPM yaitu didapat sebesar 12.15% sementara kehilangan garam terkecil pada feed 5 kg dengan putaran screw conveyor 35 RPM yaitu didapat sebesar 7,60%. Semakin banyak solvent yang digunakan maka semakin banyak pula pengotor yang ikut terangkat dikarenakan solvent akan mengekstraksi pengotor yang ada pada garam sehingga berat dari garam sendiri akan berkurang dikarenakan ikut terekstraksi oleh larutan garam jenuh.

### SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa pada hidroekstraktor dengan kapasitas 8000ml, didapatkan hasil terbaik yaitu pada feed garam krosok sebesar 1 kg dengan putaran screw conveyor sebesar 55 RPM dan kadar NaCl sebesar 95,79%. Selain itu, terdapat zat pengotor yang terambil (seperti tanah,lumpur, dll) dalam larutan air garam

jenuh (pencuci) namun tidak diketahui komponen spesifik dari zat pengotor tersebut.

#### SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk dapat mengetahui konsentrasi pengotor seperti tanah, pasir, debu, Ca dan Mg selama proses hidroekstraksi serta perlu dilakukan penyempurnaan pada spesifikasi alat yaitu pada sela antara *screw conveyor* dan dinding tabung serta kemiringan *screw conveyor*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jumaeri, T. Sulistyaningsih, and W. Sunarto, 'Inovasi Pemurnian Garam (Natrium Klorida) Menggunakan Zeolit Alam Sebagai Pengikat Impuritas Dalam Proses Kristalisasi', *J. Sains dan Teknol.*, pp. 147–156, 2017.
- [2] R. Indonesia, 'Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 88/M-IND/PER/10/2014 Tentang Peta Panduan (Road Map) Pengembangan Kluster Industri Garam'.
- [3] K. D. Maulana, M. M. Jamil, P. E. M. P. Rohmawati, and Rahmawati, 'Peningkatan Kualitas Garam Bledug Kuwu Melalui Proses Rekristalisasi dengan Pengikat Pengotor CaO, Ba(OH)<sub>2</sub>, dan', *J. Creat. STUDENT*, vol. 2, no. 1, pp. 42–46, 2017.
- [4] K. Sumada, R. Dewati, and S. Suprihatin, 'Garam Industri Berbahan Baku Garam Krosok Dengan Metode Pencucian Dan Evaporasi', *J. Tek. Kim.*, vol. 11, no. 1, pp. 30–36, 2016.
- [5] A. . Rositawati, C. . Taslim, and D. Soetrisnanto, 'Rekristalisasi Garam Rakyat Dari Daerah Demak Untuk Mencapai SNI Garam Industri', *J. Teknol. Kim. dan Ind.*, vol. 2, no. 4, pp. 217–225, 2013.
- [6] A. Martina, J. R. Witono, F. T. Industri, and U. K. Parahyangan, 'PEMURNIAN GARAM DENGAN METODE HIDROEKSTRAKSI BATCH 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 gar', pp. 36–42, 2015.
- [7] A. Martina and J. R. Witono, 'Pemurnian Garam dengan Metode Hidroekstraksi Batch', 2015.
- [8] N. W. S. Rahayu, 'Hidroekstaksi Daun Ketapang (*Terminalia Catappa* L.) Sebagai Pengendali Penyakit Ice-Ice Pada Budidaya *Kappaphycus Alvarezii*', *Teknol. Sepuluh Nopember. Surabaya*, 2016.
- [9] K. Swiss, 'Purification of salt for chemical and human consumption', *Ind. Miner.*, no. April, pp. 1–20, 1996.
- [10] R. Hartati, E. Supriyo, and M. Zainuri, 'Yodisasi Garam Rakyat Dengan Sistem Screw Injection', *Gema Teknol.*, vol. 17, no. 4, pp. 160–163, 2015, doi: 10.14710/gt.v17i4.8935.
- [11] A. Rofeg and M. Kabib, 'Analisa Tegangan Screw Conveyor Pada Mesin Pencampur Garam Dan Iodium Sesuai Sni 3556 Dengan Metode Elemen Hingga', *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 935–940, 2018, doi: 10.24176/simet.v9i2.2452.