

# PEMISAHAN NaCl DARI LIMBAH PADAT IKM GARAM BERYODIUM UNTUK INDUSTRI PENYAMAKAAN KULIT DAN PENGOLAHAN AIR INDUSTRI

## NaCl SEPARATION FROM SOLID WASTE SALT SMI IODIZED SALT INDUSTRY INTO SALT FOR TANNERIES AND INDUSTRIAL WATER TREATMENT

Nilawati, Marihati, dan Muryati

Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri

Jl. Kimangunsarkoro No. 6 Semarang 50136, Semarang

e-mail : [nilawatibbtppi@yahoo.co.id](mailto:nilawatibbtppi@yahoo.co.id), [marihati52@yahoo.com](mailto:marihati52@yahoo.com), [muryati.bbtppi@gmail.com](mailto:muryati.bbtppi@gmail.com)

Diterima: 16 September 2016; Direvisi: 20 September 2016 –11 Oktober 2016;

Disetujui: 17 November 2016

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan *sludge* kotor menjadi garam untuk industri penyamakan kulit dan pengolahan air industri dengan spesifikasi NaCl minimum 85%. Variabel yang digunakan yaitu variabel pertama adalah formulasi *sludge*, terdiri dari perbandingan *sludge* bersih dan *sludge* kotor yaitu 50%: 50% dan 0:100%). Variabel kedua adalah jumlah penambahan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dalam proses pemurnian larutan garam terdiri dari 0, 3, 4 dan 5 g/l larutan garam  $24^\circ\text{Be}$ . Penambahan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sebanyak 4 g/l larutan garam merupakan hasil yang terbaik dengan nilai prosentase penurunan  $\text{Ca}^{2+}$  minimum 91,67% dan zat pengotor  $\text{Mg}^{++}$  mengalami penurunan minimum 14%. Pemisahan NaCl dari *sludge* melalui proses pelarutan dan pemurnian menaikkan NaCl formula 50%:50% dari 66,75% menjadi 95,77%, sedangkan NaCl dari formula 0:100% dari 48,5% menjadi 91,87%. Rendemen garam untuk formula 50% : 50% dan 0: 100% masing-masing 79,7% dan 77,4%.

Kata kunci : garam industri pemisahan NaCl, *sludge*

### Abstract

This study aims to utilize the dirty *sludge* into salts for the tanning industry and water treatment industry with minimum specification of 85% NaCl. The research used 2 variables, there were the first variable was formulation of *sludge*, consisting which comparison clean *sludge* and dirty *sludge* that was 50%: 50% and (0: 100%). A second variable was amount of additional  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  in the process of purification of saline solution consisting of 0, 3, 4 and 5 g/l of saline solution  $24^\circ\text{Be}$ . The addition of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  as much as 4 g/l of saline solution was the best result with the percentage reduction in minimum 91.67%  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Mg}^{++}$  impurities decreased 14% minimum. NaCl separation of *sludge* through leaching and purification process of raising the formula NaCl 50%: 50% from 66.75% to 95.77%, while the formula 0:100% NaCl from 48.5% to 91.87%. The yield of salt to the formula of 50%: 50% and 0:100%, respectively 79.7% and 77.4%.

Keywords: industrial salt, separation NaCl, *sludge*

## PENDAHULUAN

Industri Kecil Menengah (IKM) Garam beryodium merupakan unit usaha kecil menengah yang menghasilkan garam beryodium dengan menggunakan garam rakyat (garam hasil penguapan air laut) sebagai bahan bakunya. Dalam proses produksinya IKM garam beryodium mengeluarkan limbah padat berupa ceceran garam yang sering disebut garam sapon sebanyak  $\pm 3$  ton/bulan dan limbah padat berbentuk lumpur berasal dari unit proses pencucian yang biasa disebut blotong (*sludge*) yang terdiri dari *sludge* bersih dan *sludge* kotor masing-masing 40

sampai 60 ton/ bulan. Dari ke-3 (tiga) jenis limbah padat diatas yang masih memiliki nilai ekonomis adalah garam ceceran, garam (NaCl maksimum 94%) dan *sludge* bersih dengan NaCl 85% dengan harga maksimum Rp. 200/kg, sedangkan *sludge* kotor yang kandungan NaCl-nya sekitar 48,5% belum termanfaatkan dan masih dibuang diareal pabrik (Marihati, Muryati dan Nilawati, 2015)

Pemanfaatan limbah garam berupa ceceran garam menjadi garam konsumsi beryodium telah dilakukan oleh Marihati dan Muryati (2014), diperoleh kenaikan NaCl murni dari 94,97% menjadi 97,71%. Begitu juga penelitian pemanfaatan *sludge*

pencucian garam menjadi garam beryodium telah dilakukan oleh Nilawati dan Marihati, (2015), diperoleh hasil kenaikan NaCl murni dari 82,69% menjadi 96,48%. Hasil penelitian keduanya menunjukkan garam beryodium memenuhi persyaratan SNI 3556-2010, dimana proses pengolahannya melalui pemisahan padatan tak larut dan padatan terlarut dengan proses pemurnian dan rekristalisasi.

Menurut Kementerian Perindustrian (2014) tentang road map garam menyebutkan bahwa industri penyamakan kulit membutuhkan garam sebagai bahan penolong pada proses penyamakan kulit dengan persyaratan kandungan NaCl minimum 85%. Sedangkan untuk pengolahan air industri, garam digunakan sebagai penjernih air dan pelunak air boiler dengan spesifikasi kandungan NaCl minimum 85%. Ditinjau dari kandungan NaCl dalam *sludge* kotor yaitu 48,5% dan kandungan padatan tak larut 40%, maka besar kemungkinannya *sludge* kotor ini dapat dimanfaatkan menjadi garam untuk penyamakan kulit dan garam untuk pengolahan air industri sehingga memiliki nilai ekonomi, melalui proses pemisahan padatan tak larut, diikuti dengan pemurnian dan rekristalisasi.

Penelitian Sugiyo, W., *dkk*, (2010), peningkatan kadar NaCl dan pengikat pengotor impuritis dengan menggunakan NaOH-NaH dan NaOH-NaCl dapat meningkatkan NaCl 10,55% dari 80,1173% menjadi 90,6704 %. Penelitian Martina, A., *dkk*. (2016) pemurnian garam rakyat kw-3 dengan metode hidroekstraksi *batch* dimana kristal garam yang akan dimurnikan dicuci menggunakan larutan garam murni jenuh (larutan pengekstrak) mampu mereduksi 78,21% kadar  $Ca^{2+}$  dan 76,09% kadar  $Mg^{2+}$ . Kadar NaCl meningkat dari 86,2 menjadi 98,34%.

Sulistyaningsih, (2011) dapat menaikkan kadar NaCl dari 80,117% menjadi 96,46% dengan menggunakan bahan pengikat pengotor,  $Na_2C_2O_4$  dan  $Na_2CO_3$  menjadi 96,460 %, sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Widayat, *dkk* (2009) dengan menggunakan Natrium Stearat sebagai bahan pengendap  $Mg^{2+}$  dan  $Ca^{2+}$  mampu menghasilkan kadar

NaCl maksimum 96,19%. Selain itu telah dilakukan pula penelitian peningkatan mutu garam dari kadar NaCl 94–95% menjadi 99,95-99,97% melalui pencucian sistem proses hydrosol oleh Sedivy, V. M., (2006). Penelitian yang dilakukan oleh Setyoprato, P, *dkk*, (2003) : (2011), pemurnian NaCl dengan pencucian meningkatkan NaCl dari 88,30 % menjadi 99,01%. Pemurnian yang dilakukan oleh Rathmayaka, D.D.T., *et al*, (2013) menggunakan  $Ca(OH)_2$ ,  $Na_2CO_3$  dan Polyaluminiumchloride (PAC) pada garam bahan baku menghasilkan NaCl dari 98,02% menjadi 99,80%,  $MgCl_2$  dari 0,83% menjadi 0,0157%,  $CaSO_4$  dari 0,51% menjadi 0,2750%.

Berdasarkan hal-hal tersebut diatas maka perlu kiranya dilakukan penelitian yang bertujuan untuk memperoleh data yang berkaitan dengan kondisi operasi masing-masing tahapan proses dan hasil penelitian dapat diaplikasi di IKM garam beryodium agar dapat mengolah limbah padat berupa *sludge* hasil pencucian untuk industri penyamakan kulit dan pengolahan air industri minimal persyaratan garam dengan NaCl sekitar 85% (Kementerian Perindustrian, 2014).

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *sludge* kotor dan *sludge* bersih yang diperoleh dari larutan bak pengendap larutan pencuci di IKM Garam Beryodium UD Apel Merah - Rembang, NaOH,  $Na_2CO_3$ , kertas saring, reagen untuk uji parameter-parameter sesuai SNI 3556-2010.

### Peralatan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah bak pelarutan *sludge* dan pemurnian larutan garam  $24^{\circ}$  Be, baumemeter, beker glass, pH meter, saringan, timbangan, gelas ukur, pengaduk, ember, jirigen nampan sebagai meja kristalisasi. Penelitian ini dilakukan di laboratorium BBTPI

Semarang pada Juni sampai November 2015.

### Prosedur

#### Proses Pemisahan kotoran Tak Larut

Pelarutan limbah padat IKM garam beryodium berupa sludge bersih dan sludge kotor bertujuan untuk pemisahan kotoran tak larut (lumpur, pasir, ranting kayu) dilakukan dengan melarutkan 1 kg *sludge* garam dalam air bersih  $\pm$  2,5 liter sehingga setelah penyaringan diperoleh air garam kekentalan 24<sup>0</sup>Be. Air garam 24<sup>0</sup>Be digunakan untuk percobaan pemisahan kotoran terlarut (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>).

#### Proses Pemisahan Kotoran Terlarut

Pemisahan kotoran terlarut dilakukan secara hampir bersamaan antara penambahan larutan NaOH sampai pH 9 kemudian Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dengan 3, 4, dan 5 gram per-liter air garam sambil diaduk pelan selama 5 menit kemudian dibiarkan kira-kira 1 jam agar endapan yang terbentuk stabil dan jernih, kemudian disaring, air garam yang jernih yang kemudian dikristalisasi di bawah terik matahari 4-5 hari.

#### Proses Kristalisasi

Larutan air garam 25<sup>0</sup> Be yang masing-masing 4 l untuk setiap perlakuan kemudian dijemur di terik matahari dengan ketebalan 1 cm. Dipilih 4l karena konversi air garam 4 l akan menghasilkan kristal garam lebih kurang 1 kg (Nilawati dan Marihai, 2015). Setelah mengkristal ditambah lagi larutan garam hingga 4 l. Penambahan air garam sedikit demi sedikit kedalam meja kristalisasi, dalam penelitian ini meja kristalisasi menggunakan nampan.

#### Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan 2 variabel yaitu pertama variabel formulasi limbah padat yang terdiri dari perbandingan *sludge* bersih dan *sludge* kotor (50%:50%) dilambangkan dengan F1 dan 0%:100% dilambangkan dengan F2. Variabel kedua adalah konsentrasi penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> yang terdiri dari 0 g (tanpa penambahan) dilambangkan dengan (P0), 3 g (P1), 4 g (P2) dan 5 g (P3) per-liter air garam 24<sup>0</sup> Be.

### Analisa Data

Hasil uji laboratorium dari limbah padat yang terdiri dari Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> dan NaCl dihitung sebagai Cl total, larutan pemurnian yang terdiri dari data Ca<sup>2+</sup> dan Mg<sup>2+</sup> dengan metode SII 0140-76 serta pengujian kimia kristal garam dengan parameter NaCl dihitung sebagai Cl total menggunakan metode SNI 01-3556-2010. Rendemen garam dihitung setelah panen garam tergantung dari sinar matahari, biasanya 5-7 hari. Data-data yang diperoleh akan dianalisa secara deskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Bahan Baku Limbah Padat IKM Garam

Hasil uji kimia untuk limbah padat IKM garam beryodium berupa ceceran garam (garam sapon) dan *sludge* pencucian garam berupa *sludge* kotor dan *sudge* bersih dengan parameter Ca, Mg, SO<sub>4</sub> dan NaCl, seperti tersaji pada Tabel 1. Dari jenis limbah padat tersebut maka semua limbah padat masih mempunyai nilai ekonomis, namun untuk meningkat nilai ekonomisnya terutama untuk meningkat kadar NaCl-nya. Kadar NaCl bisa ditingkatkan dengan menghilangkan bahan pengotor yang adapada kristal garam. Salah satu cara untuk menghilangkan bahan pengotor terutama pengotor terlarut berupa Mg dan Ca adalah dengan metode pemurnian, seperti penelitian yang telah dilakukan antara lain oleh Rathmayaka, D.D.T., *et al*, (2013); Sugiyo, W., *dkk.*, (2010); Martina, A *dkk.*, (2016); Sulistyaningsih, 2011)

Tabel 1. Hasil Uji Limbah Padat IKM Garam Konsumsi Beryodium UD Apel Merah

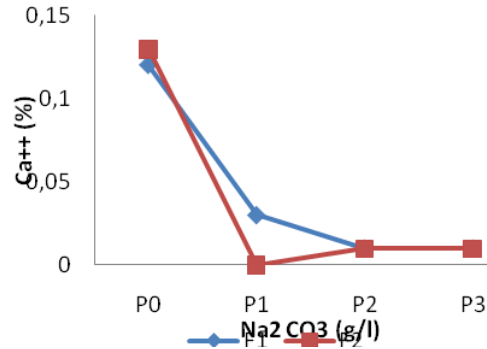
JENIS	Ca %	Mg %	SO <sub>4</sub> %	NaCl dry basis, %	KET.
Ceceran Garam	0,1706 0,1667	0,2267 0,2269	0,746 0,720	94,17 94,45	3 ton/bulan
<i>sludge</i> kotor	1,4056 1,4089	0,6616 0,6570	0,887 0,861	48,42 48,04	20 -30 ton/bulan
<i>sludge</i> bersih	0,6048 0,6125	0,742 0,736	0,843 0,817	85,48 85,03	20-30 ton/bulan

### Kandungan Ca<sup>2+</sup>

Hasil penelitian Martina, A., *dkk*, (2016). pemurnian garam rakyat kw-3 dengan metode hidroekstraksi *batch* mampu menurunkan kadar Ca<sup>2+</sup> sebesar 78,21%. Penelitian Rathmayaka, D, D.T., *et al*, (2013) dengan pemurnian terhadap garam bahan baku penurunan Ca dari 0,51% menjadi 0,275% (persentase penurunan sebesar 46,08%).

Namun dalam penelitian ini dapat menurun nilai Ca<sup>2+</sup> hingga 91,67%. Hasil penelitian ini penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> mampu mereduksi kandungan Ca<sup>2+</sup> dalam larutan garam yang berasal dari hasil pelarutan *sludge*. Terjadi penurunan yang sangat signifikan dari P0 (tanpa pemurnian) dengan perlakuan pemurnian untuk P1, P2 dan P3 (tersaji pada Gambar 1). Hal ini disebabkan karena baik reaksi antara CaSO<sub>4</sub> + Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> membentuk CaCO<sub>3</sub> + Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> adalah reaksi tidak bolak balik atau cenderung ke arah produk karena nilai K (konsentrasi produk/konsentrasi reaktan) sangat besar. Penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sebanyak 4 g/l larutan garam merupakan hasil yang terbaik dengan nilai persentase penurunan Ca<sup>2+</sup> 91,67% baik dalam larutan garam 50% *sludge* bersih dan 50% *sludge* kotor (F1), maupun formulasi F2 0% *sludge* bersih dan 100% *sludge* kotor dengan kandungan Ca<sup>2+</sup> awalnya masing-masing 0,12% dan 0,13% menjadi 0,01%. Sedangkan pemakaian Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sebanyak 5 g/l larutan garam tidak berpengaruh signifikan terhadap penurunan Ca<sup>2+</sup> karena hanya 0,64% lebih tinggi dibanding dengan prosentase penurunan Ca<sup>2+</sup> yang menggunakan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 4 g/l larutan garam.

Jadi penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> secara berlebih tidak disarankan karena prosentase penurunannya tidak sebanding dengan banyaknya pemakaian Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, apalagi dalam penerapan di lapangan jumlah *sludge* yang diolah sehari minimal 1 ton atau setara dengan 3 m<sup>3</sup> larutan garam.

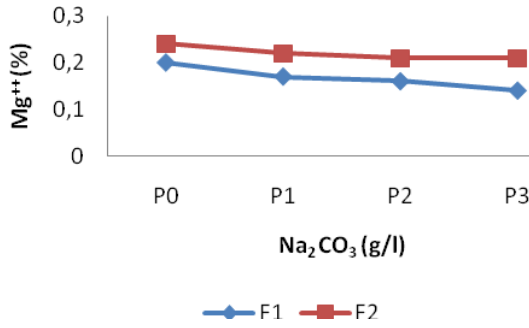


Gambar 1. Kandungan Ca<sup>2+</sup> Air Garam Hasil Pemurnian dari Limbah Padat IKM Garam Beryodium

### Kandungan Mg<sup>2+</sup>

Kandungan zat pengotor Mg<sup>2+</sup> secara umum mengalami penurunan yang cukup berarti (seperti tersaji pada Gambar 2) terutama untuk larutan garam yang berasal dari formulasi F1 (50%: 50%) dengan prosentase penurunan rata-rata 21,3%, sedangkan untuk formula F2 (0%:100%), persentase penurunannya rata-rata 14%.

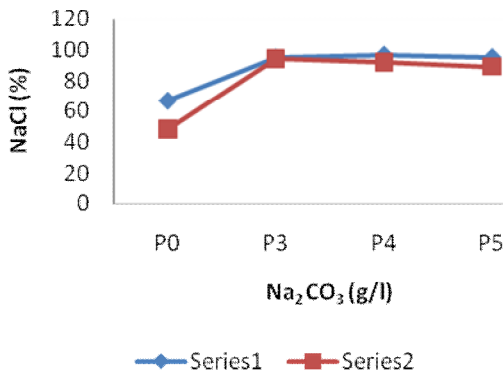
Seperti halnya reaksi antara CaSO<sub>4</sub> + Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> membentuk CaCO<sub>3</sub> + Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> maka reaksi antara senyawa Mg + NaOH membentuk Mg(OH)<sub>2</sub> juga reaksi tidak bolak balik atau cenderung ke arah produk karena nilai K (konsentrasi produk/konsentrasi reaktan) sangat besar. Dalam proses pemurnian ini penurunan pengotor berupa Mg<sup>2+</sup> tidak sebanyak penurunan zat pengotor Ca<sup>2+</sup>, karena pembentukan Mg(OH)<sub>2</sub> dengan penambahan NaOH pada penelitian ini hanya sampai pH 9, padahal pH optimum pembentukan Mg(OH)<sub>2</sub> adalah 9,5 – 10,0 (Rositawati, A., L., *dkk*, 2014) atau dengan perkataan lain senyawa Mg yang belum diikat oleh NaOH masih cukup banyak. Hal ini dilakukan untuk menjaga pH garam maksimum 9 karena sebagai garam untuk pengolahan air industri terutama bahan pelunak air ketel pH tidak boleh bersifat alkalis.



Gambar 2. Kandungannya Mg<sup>2+</sup> Garam Hasil Pemurnian dari Limbah Padat IKM Garam Beryodium

**Hasil Uji Kristal Garam dari Limbah Padat IKM Garam Beryodium**

Persyaratan mutu garam untuk industri penyamakan kulit dan garam untuk pengolahan air industri hanya ditentukan oleh parameter NaCl saja yaitu garam yang kandungan NaCl nya minimum 85% (Kementerian Perindustrian, 2014).



Gambar 3. Kandungannya NaCl Garam Hasil Pemurnian dari Limbah Padat IKM Garam Beryodium

Kristalisasi semua larutan garam murni yang berasal dari pelarutan *sludge* pencucian garam menghasilkan garam yang telah memenuhi persyaratan untuk garam industri penyamakan kulit dan garam untuk pengolahan air industri karena kandungan NaCl nya >85% (tersaji pada Gambar 3). Pemisahan NaCl dari *sludge* melalui proses pelarutan dan pemurnian dapat menaikkan kandungan NaCl dari formula F1 (50%:50%) yang

semula 66,75% meningkat menjadi 95,77% (prosentase kenaikan 69,74%), sedangkan kandungan NaCl dari formula F2 (0%:100%) meningkat dari 48,5% menjadi 91,87% (prosentase kenaikan 52,19%). Rendemem garam untuk formula F1 dan F2 rendemennya tidak terlalu berbeda yaitu masing-masing 79,7% dan 77,4%.

Berdasarkan hal-hal tersebut diatas, maka ditinjau dari pemenuhan persyaratan garam untuk industri penyamakan kulit dan garam untuk pengolahan air industri serta ditinjau dari nilai ekonomis yang dimiliki *sludge* bersih dan *sludge* kotor, maka formula F2 lebih disarankan agar limbah padat IKM garam beryodium semuanya dapat dimanfaatkan.

**KESIMPULAN**

Melalui proses pemisahan NaCl Limbah padat yang berupa *sludge* pencucian garam melalui pemurnian semua perlakuan dapat dimanfaatkan untuk industri penyamakan kulit dan pengolahan air industri dengan kadar NaCl diperoleh diatas 85%. Formula *sludge* bersih dan *sludge* kotor (50%:50%) semula NaCl 66,75% menjadi 95,77% (prosentase kenaikan 69,74%). Formula (0%:100%) NaCl awal 48,5% menjadi 91,87% (prosentase kenaikan 52,19%). Penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> yang terbaik adalah 4 g/l prosentase penurunan kandungan Ca<sup>2+</sup> 91,67%, dan prosentase penurunan kandungan Mg<sup>2+</sup> sebanyak 14%.

**SARAN**

Agar semua IKM Garam Beryodium dapat menggunakan teknologi pengolahan limbah padat yang dihasilkan pada unit pencucian garam agar dihasilkan garam bahan baku yang lebih ekonomis.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri, Bapak

Direktur IKM Garam Beryodium UD Apel Merah di Rembang serta analis Laboratorium Aneka Komoditi yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian melalui DIPA BBT PPI 2015.

## DAFTAR PUSTAKA

- Kementrian Perindustrian R.I.(2014), Peraturan Menteri perindustrian No 88/M.IND/PER/10/2014, Perubahan Peraturan Menteri Perindustrian : No. 134/M-IND/PER/10/2009 tentang Peta Panduan(Road Map) Pengembangan Klaster Industri Garam, Jakarta
- Marihati, Muryati (2014). Daur Ulang Limbah Padat Industri Garam Beryodium Melalui Proses Pemurnian dan rekristalisasi. Proceeding Seminar Nasional Teknologi Industri hijau I, 21 Mei 2014. Kementrian perindustrian, Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri .ISBN 978 602 285 015 1.
- Marihati, Muryati dan Nilawati, 2015.Laporan Teknis Penerapan Teknologi Daur Ulang Limbah Padat IKM Garam Beryodium melalui Proses Pemurnian dan Rekristalisasi Insitu Yodisasi. Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri.Semarang,
- Martina, A,Witono, J. R.,Pamungkas.G. K.,dan Willy.,2016.Pengaruh Kualitas Bahan Baku Dan Rasio Umpan Terhadap Pelarut Pada Proses Pemurnian Garam Dengan Metode Hidroekstraksi *Batch*. - Jurnal Teknik Kimia USU, Vol. 5, No. 1 (Maret 2016) ISSN 24079189.http://jurnal.usu.ac.id/index.php/jtk/article/viewFile/12102/5597
- Nilawati, Marihati, 2015. Pemurnian dan Yodisasi insitu pengolahan limbah padat blotong menjadi garam konsumsi di industri garam beryodium. Biopropal Industri Vol.6 No.2 Desember 2015 :43-51. Pontianak.
- Rathnayaka D. D. T., Vidanage P. W., Wasalathilake K. C., Wickramasingha H. W., Wijayarathne U. P. L, Perera S. A. S., 2013.Development of a Process to Manufacture HighQuality Refined Salt from Crude Solar Salt.World Academy of Science, Engineering and TechnologyInternational Journal of Chemical, Molecular, Nuclear, Materials and Metallurgical Engineering Vol:7, No:12.http://waset.org/publications/9996829/development-of-a-process-to-manufacture-high-quality-refined-salt-from-crude-solar-salt-
- Rositawati, A., L., Taslim, C. M., dan Soetrisnanto, D., 2014.Rekristalisasi Garam dari Demak untuk Mencapai SNI Garam Industri.Jurnal Teknologi Kimia dan Industri Vol . 2 No. 4.Undip.Semarang.
- Sedivy, V. M.(2006).Upgrading and Refining of Salt for Chemical and Human Consumption.Salt Partners Zurich, Switzerland,
- SNI 01-3556- 2010. Garam Konsumsi Beryodium..Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Sugiyono, W., Jumaeri &Kurniawan.(2010).Perbandingan Penggunaan NaOH-NaH Dengan NaOH-Na2 Sebagai Bahan Pengikat Impurities Pada Pemurnian Garam Dapur.Vol 8 No 1 Juni 2010.Jurnal Unnes.FMIPA.Semarang
- Setyoprato, P., Siswanto, Wahyudi , Ilham, &Heru, S.(2003).Studi Eksperimental Pemurnian Garam NaCl dengan Cara Rekristalisasi.Unitas, 11 (2). pp. 17-28. ISSN 0854-3097 .Surabaya.<http://repository.ubaya.ac.id/28/>
- Sulistyaningsih, T.W., Sugiyono, S. M. R., &Sedyawati.(2011).PemurnianGaram Dapur Melalui Metode Kristalisasi Air Tua dengan Bahan Pengikat Pengotor Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dan NaHCO<sub>3</sub> dan Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Jurnal Sains dan Teknologi Vol 8 no 1.http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/saintek/article/view/335/319.
- Widayat.(2009).Production Of Industry Salt With Sedimentation – Microfiltration Process: Optimazation Of Temperature And Concentration By Using Surface Response Methodology.TekNIK – Vol. 30 No. 1ISSN 0852-1697Jurnal Natur Indonesia.http://eprints.undip.ac.id/20179/1/Widayat.pdf.