

PEMURNIAN DAN YODISASI *IN SITU* PENGOLAHAN LIMBAH PADAT BLOTONG MENJADI GARAM KONSUMSI DI INDUSTRI GARAM BERYODIUM

*(Purification and In situ Iodisation of Blotong Solid Waste into Consumption Salt in
Iodized-Salt Industry)*

Nilawati dan Marihati

Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri
Jl. Ki Mangun Sarkoro, No. 6 Semarang 50136, Indonesia
e-mail: nilawatibbtpi@yahoo.co.id

Naskah diterima 9 Februari 2015, revisi akhir 31 Mei 2015 dan disetujui untuk diterbitkan 12 Agustus 2015

ABSTRAK. Limbah padat yang dihasilkan dari industri garam beryodium berupa garam sapon dan blotong. Jumlah garam sapon 50-100 kilogram dan blotong 1-2 ton per 10 ton garam bahan baku per hari. Tujuan penelitian ini untuk mendaur ulang limbah blotong dengan pemurnian dan rekristalisasi serta yodisasi in situ sehingga diperoleh garam konsumsi beryodium dengan peningkatan kandungan NaCl dan KIO_3 yang homogen. Pada penelitian ini digunakan 2 variabel yaitu variabel konsentrasi KIO_3 dengan tingkatan 30, 40, 50 & 60 ppm dan variabel air garam blotong yang sudah dilarutkan menjadi 24^0Be terdiri dari air garam yang dimurnikan dengan Na_2CO_3 dan NaOH, dan air garam yang tidak dimurnikan. Komposisi blotong garam terdiri dari kadar air 12,318%, Cl 46,409%, NaCl murni 82,685%, Mg^{2+} 0,784%, Ca^{2+} 1,420% dan SO_4 sebesar 2,747%. Setelah dilakukan proses pemurnian dan rekristalisasi, terjadi penurunan bahan pengotor terlarut, yaitu Mg^{2+} menjadi 0,278% (penurunan 64,54%) dan Ca^{2+} menjadi 0,153% (penurunan 89,23%). Kandungan NaCl meningkat menjadi 96,481% dan telah memenuhi standar SNI 01-3556-2010 yaitu sebesar 94,7%.

Kata kunci: blotong, daur ulang, pemurnian, rekristalisasi, yodisasi in situ

ABSTRACT. The solid waste of iodized-salt industry are sapon (50-100 kilograms) and blotong (1-2 tons) per 10 tons per day. The objective of this research was for recycling blotong through purification, recrystallization and in situ iodisation to increase NaCl content and homogeneous KIO_3 . This research used two variables which were KIO_3 concentration within 30,40, 50 & 60 ppm, and brine water of blotong that had soluted into 24^0Be (consist of salt water which purified with Na_2CO_3 , NaOH and unpurified salt water). The composition of blotong were 12.318% water content, 46.409% Cl, 82.685% pure NaCl, 0.784% Mg^{2+} , 1.420% Ca^{2+} and 2.747% SO_4 . After purification and recrystallization, impurities was decreased, Mg^{2+} became 0.278% (64.54% reduction) and Ca^{2+} became 0.153% (89.23% reduction). NaCl content was increasing into 96.481% and fulfilled the NaCl standard of salt consumption based on SNI 3556-2010 (94.7%).

Keywords: blotong, in situ iodisation, purification, recycling, recrystallization

1. PENDAHULUAN

Garam merupakan salah satu produk yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup terutama manusia meskipun dalam jumlah yang tidak banyak namun keberadaan garam tidak dapat

disubstitusikan dengan produk lain. Industri garam konsumsi beryodium umumnya industri kecil dan menengah. Ada 3 jenis industri garam konsumsi beryodium yaitu (1) industri yang mengolah bahan baku mulai dari pencucian, penirisan, yodisasi, pengeringan sampai pengemasan, (2)

industri yang hanya melakukan proses yodisasi sampai pengemasan dan (3) industri yang hanya melakukan pengemasan saja (Marihati, 2012; Marihati, 2013). Industri garam beryodium jenis pertama yang menghasilkan produk samping dalam bentuk limbah padat berasal dari tahapan proses pencucian garam bahan baku yang biasa disebut blotong. Serra & Serra (2005), menyatakan kehilangan garam pada proses pencucian secara konvensional sebesar 10-15% sedangkan informasi dari industri garam beryodium di Rembang UD Apel Merah menyebutkan kehilangan garam yang terikut dalam blotong sekitar 20-30%. Komposisi blotong terdiri dari NaCl sebagai komponen utama, zat pengotor tak larut berupa tanah, batu dan pasir, serta zat pengotor terlarut berupa senyawa Magnesium Klorida, Magnesium Sulfat dan Kalsium Klorida serta Kalsium Sulfat. Dalam penelitian ini dibatasi pada daur ulang blotong sedangkan daur ulang sapon telah dilakukan oleh Marihati dan Muryati (2014). Selama ini blotong dijual Rp. 200,- per kilogram atau disesuaikan dengan harga pembeli, bisa jadi dibawah Rp. 200,- kepada pengrajin penyamak kulit. Pada penelitian ini dengan menggunakan salah satu prinsip dari produksi bersih yaitu *reuse, recycling, reduction* dan *recovery*, maka limbah padat endapan pencucian di daur ulang menjadi garam konsumsi beryodium dengan teknologi pemurnian dan rekristalisasi serta yodisasi *in situ*. Rekristalisasi merupakan pemurnian suatu zat padat dari campuran atau pengotornya dengan cara mengkristalkan kembali zat tersebut setelah dilarutkan dalam pelarut yang sesuai. Untuk blotong digunakan pelarut air bersih. Penelitian Sugiyo, dkk., (2010) menyatakan peningkatan kadar NaCl dan pengikat pengotor dengan menggunakan NaOH-NaH dan NaOH-NaCl₂ dapat meningkatkan NaCl 10,55% dari 80,1173% menjadi 90,6704%. Jumlah IKM garam beryodium yang ada di Jawa Tengah adalah sebanyak 105 unit yang tersebar pada 7 kabupaten yaitu Kabupaten Pati, Rembang, Demak, Semarang, Kebumen, Jepara dan Brebes dengan total

produksi 485.527,4 ton per tahun (Disperindag, 2014).

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian tentang peningkatan kualitas garam melalui proses pemurnian yang dilanjutkan dengan rekristalisasi antara lain Setyoprato, dkk. (2003) yang berhasil menaikkan kadar NaCl dari 88,38% menjadi 99,01%. Sulistyarningsih (2011) dapat menaikkan kadar NaCl dari 80,117% menjadi 96,46% dengan menggunakan bahan pengikat pengotor, Na₂C₂O₄ dan Na₂CO₃, sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Widayat (2009) dengan menggunakan Natrium Stearat sebagai bahan pengendap Mg²⁺ dan Ca²⁺ 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 (2006). Marihati dan Muryati (2014) melakukan penelitian pemanfaatan garam sapon melalui proses pemurnian dan rekristalisasi sehingga menghasilkan garam beryodium yang memenuhi persyaratan SNI 3556-2010. Pada penelitian tersebut kadar NaCl yang semula 94,7% meningkat menjadi 97,71%.

Untuk pemurnian dan rekristalisasi limbah blotong garam belum pernah dilakukan. Permasalahan yang ada di industri selama ini selain limbah blotong yang belum diolah juga kandungan KIO₃ yang tidak merata, hal ini disebabkan yodisasi dilakukan dengan penyemprotan kemudian diaduk secara manual atau dengan alat penggiling namun masih belum sempurna. Dalam penelitian ini dilakukan yodisasi *in situ* sehingga nanti diperoleh kandungan KIO₃ yang merata. Mendaur ulang limbah padat blotong merupakan salah satu kegiatan penerapan produksi bersih di IKM garam konsumsi beryodium.

Penelitian ini bertujuan untuk mendaur ulang limbah padat hasil pencucian garam (blotong) untuk dijadikan garam konsumsi beryodium sehingga akan meningkatkan kadar NaCl dan nilai jualnya serta mengetahui rendemen dan kualitas garam yang dihasilkan dengan proses pemurnian dan rekristalisasi serta

yodisasi *in situ*, maksudnya yodisasi dilakukan langsung di dalam air garam.

2. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah blotong garam yang diperoleh dari UD Apel Merah Kabupaten Rembang, NaOH, Na₂CO₃, air, kertas saring, kain saring, KIO₃ dan bahan kimia untuk pengujian. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan, pH meter, baumometer, beker gelas, gelas ukur, pengaduk, meja kristalisasi dan alat untuk pengujian.

Analisa Dasar Blotong Garam

Analisa dasar blotong garam meliputi kandungan Cl, Mg, Ca, SO₄, air, NaCl murni dan NaCl total. Pemisahan kotoran tak larut (lumpur, batu dan pasir) dilakukan dengan melarutkan 1 Kg blotong garam dalam air bersih ± 2,5 liter sehingga setelah penyaringan diperoleh air garam dengan kekentalan 24⁰Be. Air garam 24⁰Be digunakan untuk percobaan pemisahan kotoran terlarut yaitu Ca²⁺ dan Mg²⁺. Kotoran terlarut dipisahkan dengan menggunakan larutan Na₂CO₃ dan NaOH. Penambahan NaOH dilakukan hingga pH larutan 9. Berdasarkan penelitian Marihati dan Muryati (2014), pemurnian garam sapon pada pH 9 dengan penambahan NaOH terlebih dahulu dan kemudian ditambahkan Na₂CO₃. Bedanya dengan penelitian ini adalah dilakukan pengikatan kotoran dengan Na₂CO₃ terlebih dahulu dan kemudian ditambahkan NaOH hingga pH 9 serta yodisasi *in situ* yaitu memasukkan KIO₃ langsung ke dalam larutan yang akan dikristalkan sebelum menjadi garam, sedangkan penelitian Marihati dan Muryati (2014) dilakukan dengan yodisasi penyemprotan setelah menjadi garam.

Pemisahan kotoran terlarut

Pemisahan kotoran terlarut dilakukan secara hampir bersamaan antara penambahan larutan Na₂CO₃ dan NaOH sampai pH 9 sambil diaduk secara perlahan selama 5 menit lalu dibiarkan kira-kira 1 jam agar endapan yang terbentuk stabil dan jernih, kemudian disaring. Air garam yang

jernih yang dihasilkan kemudian dikristalisasi dengan menambahkan KIO₃ secara *in situ* sesuai dengan perlakuan yaitu 30, 40, 50 dan 60 ppm. Larutan air garam 24⁰Be disiapkan masing-masing 3 liter untuk setiap perlakuan kemudian dijemur di bawah sinar matahari dengan ketebalan 1 cm, setelah mengkristal ditambahkan lagi larutan garam hingga 3 liter dan terakhir air garam dituangkan sedikit demi sedikit ke meja kristalisasi (nampan).

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan 2 variabel yaitu variabel konsentrasi KIO₃ dengan tingkatan 30, 40, 50 dan 60 ppm, dan variabel air garam blotong yang sudah dilarutkan menjadi 24⁰Be terdiri dari air garam yang dimurnikan dengan Na₂CO₃ dan NaOH (disimbolkan P) dan air garam yang tidak dimurnikan (disimbolkan dengan K), jadi perlakuan seluruhnya yaitu K1, K2, K3, K4 dan P1, P2, P3, P4, dimana 1, 2, 3 dan 4 adalah variabel konsentrasi KIO₃ (30, 40, 50 dan 60 ppm). Selanjutnya produk garam dari blotong dilakukan analisa kimia meliputi kadar air, Cl⁻, Mg²⁺, Ca²⁺, SO₄²⁻, NaCl murni dan KIO₃ dengan menggunakan metode SII 0140-76.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Limbah Padat Blotong Garam

Blotong garam yang berwarna hitam hasil endapan pencucian garam selama ini tidak bernilai ekonomis padahal masih banyak mengandung zat-zat yang masih bermanfaat seperti NaCl yang masih tinggi dengan kandungannya 87,739% dan bahan pengotor yang terlarut dari kristal garam bahan baku berupa senyawa Mg dan Ca. Hasil analisa limbah blotong garam dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Pada Gambar 1 terlihat blotong yang diambil dari industri garam UD Apel Merah di Kabupaten Rembang, Jawa Tengah. Blotong tersebut terlihat berwarna kehitaman (sebelah kanan) sedangkan endapan pemisahan kotoran yang tak larut berupa pasir, tanah, pecahan kulit kerang berwarna hitam pekat (sebelah kiri).

Tabel 1. Karakteristik limbah padat blotong garam

Parameter	Persentase (%)
Kadar air	12,318
Cl-	46,409
NaCl murni	82,685
NaCl total	87,739
Mg ²⁺	0,784
Ca ²⁺	1,420
SO ₄ ⁼	2,747

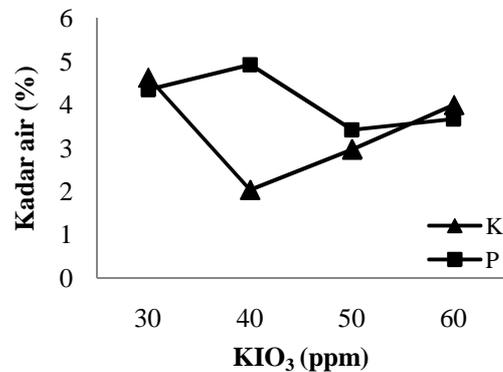


Gambar 1. Blotong garam (kanan) dan endapan pemurnian (kiri)

Kadar Air

Kandungan air memiliki peranan yang sangat besar terhadap kestabilan iodat. Uap air yang diserap oleh pengotor yang bersifat higroskopis sangat berperan dalam kecepatan hilangnya iodium. Menurut Maswati, dkk. (2003), air yang diserap oleh garam berperan penting dalam mekanisme hilangnya KIO₃ melalui suatu reaksi redoks. Reaksi tersebut dapat dituliskan $IO_3(aq.) + 6H^+ + 5e \rightarrow \frac{1}{2} I_2(aq.) + 3H_2O$. Reaksi ini terjadi pada kondisi terlarut dalam air, oleh karena itu keberadaan air sangat berperan pada hilangnya iodium dari garam. Standar kadar air untuk garam konsumsi maksimal 7%. Hasil penelitian untuk perlakuan pemurnian mempunyai kadar air berkisar antara 2,038-4,624% dengan rata-rata 3,406%. Untuk perlakuan tanpa pemurnian maka kadar air garam berkisar antara 3,419-4,929% dengan rata-rata 4,093%, namun semua perlakuan kadar airnya dibawah 7%, seperti tersaji pada Gambar 2. Menurut SNI 3556-2010 dan SII0140-76, kandungan kadar air garam konsumsi beryodium maksimal 7%. Semua

perlakuan memenuhi syarat SNI garam konsumsi beryodium. Untuk perlakuan tanpa pemurnian kadar airnya sedikit agak lebih tinggi, hal ini disebabkan karena kandungan Mg-nya lebih tinggi dimana Mg mempunyai sifat yang higroskopis.

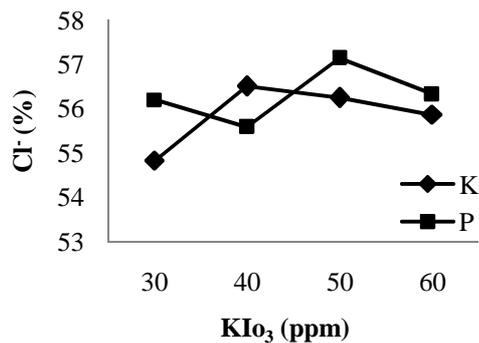


Gambar 2. Kadar air garam konsumsi beryodium dengan pemurnian (P) dan tanpa pemurnian (K)

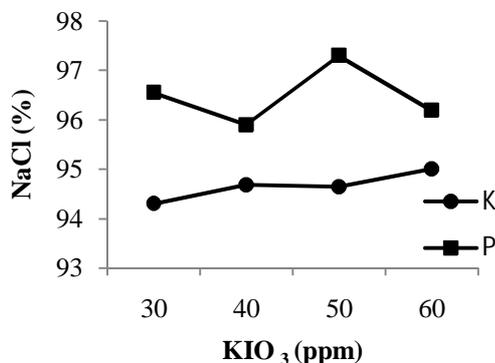
Kadar Cl⁻ dan NaCl Murni

Pemurnian filtrat dari pengolahan blotong garam pada penelitian ini bertujuan agar diperoleh kadar NaCl tinggi seperti penelitian Sugiyo, dkk. (2010). Peningkatan kadar NaCl pemurnian dengan menggunakan NaOH-NaH dan NaOH-NaCl₁ dapat meningkatkan NaCl sebesar 10,55% (80,1173% menjadi 90,6704%). Pada penelitian ini, kadar Cl untuk perlakuan tanpa pemurnian berkisar 54,825-56,511% dengan nilai rata-rata 55,864%. Sedangkan dengan pemurnian, nilai Cl berkisar 55,589-57,151% dengan rata-rata sebesar 56,320%. Jadi, nilai Cl dengan pemurnian terbukti memang kadarnya lebih tinggi dibandingkan tanpa pemurnian. Kandungan NaCl murni juga demikian yang mana untuk perlakuan kontrol (tanpa pemurnian), NaCl murni lebih rendah daripada perlakuan pemurnian. Persentase kontrol NaCl murni berkisar antara 94,302-95,001% dengan rata-rata 94,656%, sedangkan dengan perlakuan pemurnian nilai NaCl berkisar 95,892-97,299% dengan rata-rata 96,481%. Seiring dengan kandungan Cl yang meningkat maka kandungan NaCl murni dengan perlakuan pemurnian juga terjadi peningkatan. Peningkatan Cl dan

NaCl, dengan penambahan Na_2CO_3 sebagai pengikat kotoran yang larut terutama senyawa Ca dan penambahan NaOH untuk pengikat pengotor Mg maka akan membentuk $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dan CaCO_3 yang berupa endapan. Pengendapan unsur Mg dan Ca akan meningkatkan kandungan Cl dan NaCl garam. Untuk perlakuan konsentrasi KIO_3 tidak menunjukkan nilai Cl dan NaCl yang mencolok (nilainya hampir sama) namun untuk perlakuan pemurnian dan tanpa pemurnian terlihat nilai yang agak berbeda seperti tersaji pada Gambar 3 dan 4. Menurut Marihati (2012), umumnya kandungan NaCl (basis kering) dalam garam rakyat di Indonesia masih kurang dari 94,7% berarti masih banyak kandungan MgCl_2 , MgSO_4 dan KCl dalam garam tersebut.



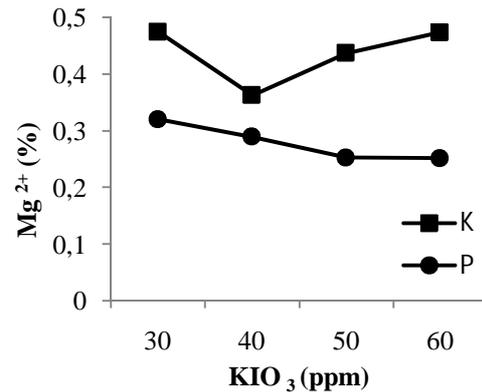
Gambar 3. Kadar Cl^- garam konsumsi beryodium dengan pemurnian (P) dan tanpa pemurnian (K)



Gambar 4. Kadar NaCl murni garam konsumsi beryodium dengan pemurnian (P) dan tanpa pemurnian (K)

Kadar Mg^{2+}

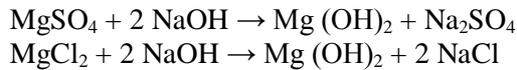
Kadar Mg garam konsumsi beryodium dengan pemurnian (P) dan tanpa pemurnian (K) dapat dilihat pada Gambar 5. Magnesium merupakan salah satu senyawa pengotor yang larut dalam kristal garam, senyawa ini mempunyai sifat higroskopis. Salah satu cara untuk mengurangi kadar Mg dengan metode pemurnian (Saksono, 2002).



Gambar 5. Kadar Mg^{2+} garam konsumsi beryodium dengan pemurnian (P) dan tanpa pemurnian (K)

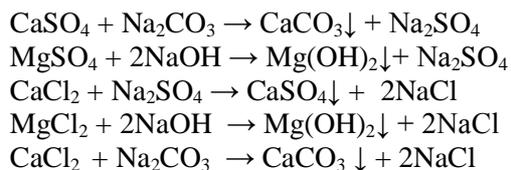
Hasil penelitian menunjukkan kadar magnesium blotong cukup tinggi karena blotong itu sendiri merupakan endapan pencucian garam dari kumpulan zat-zat terlarut di dalam garam yang ikut mengendap terutama magnesium, kandungannya sebesar 0,784% namun di dalam garam yang telah dimurnikan kandungan Mg sebesar 0,251-0,320% dengan rata-rata 0,278%. Sedangkan yang tanpa pemurnian nilainya lebih tinggi yaitu 0,362-0,474% dengan rata-rata 0,436%. Rata-rata Mg pada blotong adalah 0,784% dan setelah dimurnikan nilai Mg menjadi 0,278%, berarti jumlah Mg yang mengendap sekitar 64,54%. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ lebih cepat mengendap dari pada CaCO_3 karena nilai *Solubility Product Constant* (Ksp) lebih rendah yaitu $1,8 \times 10^{-11}$ sedangkan CaCO_3 mempunyai nilai Ksp sebesar $5,5 \times 10^{-6}$. Semakin larut suatu zat maka semakin tinggi nilai Ksp-nya (Petrucci, *et.al.*, 2007). Jadi, nilai Ksp yang kecil yang mempercepat terjadinya pengendapan. Menurut Suprihatin (2010)

dan Jeffery, *et.al.* (1989), reaksi pengendapannya adalah sebagai berikut:



Kadar Ca^{2+} dan SO_4^{2-}

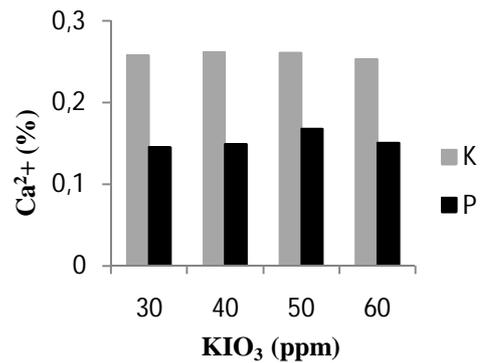
Senyawa Ca merupakan senyawa pengotor juga seperti senyawa Mg, senyawa ini juga bersifat higroskopis. Kadar Ca^{2+} pada perlakuan tanpa pemurnian berkisar 0,253-0,262% dengan rata-rata 0,258%. Untuk perlakuan pemurnian, kadar Ca berkisar 0,145-0,168% dengan rata-rata 0,153%. Pemurnian dengan pengendapan pengotor diantaranya CaSO_4 , MgSO_4 , CaCl_2 dan MgCl_2 yaitu dengan menggunakan Na_2CO_3 dan NaOH akan membentuk reaksi sebagai berikut (Suprihatin, 2010 dan Jeffery, *et.al.*, 1989):



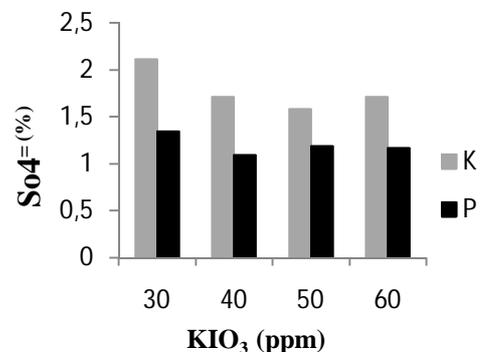
Kandungan Ca blotong sebesar 1,420% dan setelah dimurnikan kandungan Ca menjadi 0,153%, berarti dengan pemurnian terjadi penurunan Ca sebesar 1,267% atau secara persentase turun 89,23%. Persyaratan bahan baku untuk garam konsumsi beryodium (SNI 01-4435-2000), ion Ca^{2+} dan ion Mg^{2+} tidak dipersyaratkan namun keberadaan ion-ion tersebut berpengaruh terhadap kualitas garam beryodium yang akan dihasilkan. Konsentrasi KIO_3 tidak menunjukkan nilai yang berbeda jauh terhadap nilai Ca dan SO_4 seperti tersaji pada Gambar 6 dan 7.

Kadar KIO_3 , Yodisasi *In situ* dan Kestabilan KIO_3

KIO_3 merupakan mikro nutrien yang wajib ada di dalam garam konsumsi, jika tidak ada atau kurang dari 30 ppm maka akan terkena sanksi hukum khususnya peraturan daerah yang telah berlaku di Kabupaten Pati dan Rembang, Jawa Tengah. Kadar KIO_3 dari perlakuan pemurnian dan tanpa pemurnian terjadi perbedaan.



Gambar 6. Kadar Ca^{2+} garam konsumsi beryodium dengan pemurnian (p) dan tanpa pemurnian (K)



Gambar 7. Kadar SO_4^{2-} Garam Konsumsi Beryodium dengan Pemurnian dan Tanpa Pemurnian (K)

Kandungan KIO_3 dengan pemurnian lebih tinggi yaitu rata-rata 47,695% dan tanpa pemurnian rata-rata 43,539%. Hal ini disebabkan karena dengan pemurnian kandungan magnesium di dalam garam menjadi rendah sedangkan tanpa pemurnian kandungan magnesiumnya lebih tinggi. Dengan adanya kandungan magnesium di dalam garam akan mudah melepaskan KIO_3 dari garam. Ini merupakan salah satu fungsi dari pencucian garam yaitu untuk menghilangkan senyawa-senyawa yang larut seperti magnesium dan kalsium. Kandungan KIO_3 pada konsentrasi 30, 40, 50 dan 60 ppm dengan yodisasi *in situ* menyebabkan kehilangan KIO_3 hanya sedikit atau kandungannya merata. Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa jumlah KIO_3 dari masing-masing perlakuan masih dapat dikatakan stabil dan terjadi penguapan KIO_3 yang tidak signifikan.

Tabel 2. Kandungan KIO_3 garam dengan pemurnian dan tanpa pemurnian dan yodisasi *in situ*

Perlakuan	Kandungan KIO_3 (ppm) – 0 bulan	Kandungan KIO_3 (ppm) – 1 bulan	Penurunan selama 1 bulan (ppm)
K1	26,954	26,734	0,220
K2	29,767	28,954	0,813
K3	36,759	35,456	1,303
K4	43,539	42,997	0,562
Rata-rata	34,254	33,535	0,899
P1	28,656	28,303	0,353
P2	42,059	41,974	0,005
P3	58,663	57,725	0,938
P4	61,401	60,980	0,421
Rata-rata	47,694	47,245	0,449

Keterangan 1= 30 ppm, 2=40 ppm, 3=50 ppm, 4=60 ppm

Setelah disimpan selama 1 bulan maka KIO_3 dapat dikatakan lebih stabil karena tidak terjadi penurunan yang berarti dimana untuk perlakuan tanpa pemurnian kandungannya rata-rata dari 34,254 ppm menjadi 33,535 ppm, sedangkan untuk perlakuan pemurnian kandungan KIO_3 47,694 ppm menjadi 47,245 ppm sehingga dapat disimpulkan perlakuan pemurnian dan yodisasi *in situ* menjadikan KIO_3 lebih stabil. Penurunan KIO_3 rata-rata untuk pemurnian hanya 0,449 ppm sedangkan tanpa pemurnian 0,899 ppm.

Menurut Diosady dan Mannar, (2006), kehilangan KIO_3 pada penelitiannya adalah 50% dari proses yodisasi sampai konsumsi. Garam yang tidak dimurnikan lebih cepat hilang kandungan iodiumnya. Namun, hasil penelitian Comandini, *et.al.* (2013) menunjukkan bahwa di dalam pemasakan sayuran, kehilangan iodiumnya tidak signifikan. Dewi, dkk. (2010) menyatakan bahwa adanya zat besi akan mengurangi kandungan yodium di dalam garam.

Rendemen Garam

Hasil penelitian diperoleh bahwa rendemen garam yang tidak dimurnikan jumlahnya lebih tinggi daripada perlakuan yang dimurnikan yaitu masing-masing 842,25 g dan 766,25 g. Tingginya rendemen garam hasil olahan blotong tanpa pemurnian disebabkan karena masih adanya bahan-bahan pengotor baik itu yang larut maupun yang tidak larut. Konversi 1 Kg blotong garam menjadi garam konsumsi beryodium 77% untuk perlakuan pemurnian sedangkan yang

tanpa pemurnian rendemennya adalah 84%. Hasil rendemen garam yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 8.

Tabel 3. Hasil rendemen garam yang dihasilkan

Perlakuan	Berat garam yang Dihasilkan dari 3 liter air garam 24^0Be (g)
K1	831
K2	808
K3	888
K4	842
Rata-rata	842,25
P1	762
P2	743
P3	770
P4	789
Rata-rata	766,25

Ket.: 1 Kg blotong dilarutkan dalam 2,5 liter air



Gambar 8. Kristal garam konsumsi beryodium tanpa pemurnian (a) dan dengan pemurnian (b)

4. KESIMPULAN

Limbah padat blotong garam dapat di daur ulang dengan pemurnian dan rekristalisasi dengan rendemen sebesar 77%. Komposisi blotong garam terdiri dari kadar air 12,318%, Cl^- 46,409%, $NaCl$

murni 82,685%, Mg^{2+} 0,784%, Ca^{2+} 1,420% dan SO_4^- sebesar 2,747%. Setelah dilakukan proses pemurnian dan rekristalisasi maka terjadi penurunan bahan pengotor terlarut, seperti Mg^{2+} menjadi 0,278% (penurunannya 64,54%). Untuk Ca^{2+} menjadi 0,153% (penurunannya 89,23%). NaCl meningkat menjadi 96,48%. Yodisasi *in situ* menjadikan KIO_3 di dalam garam lebih stabil, kehilangannya sangat sedikit dan pada perlakuan pemurnian KIO_3 juga masih stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- BSN. (2010). Garam Konsumsi Beriodium. SNI 01-3556-2010. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN. (2000). Persyaratan Bahan Baku Untuk Garam Konsumsi Beryodium. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Comandini, P., Cerretani, L., Rinaldi, M., Cichelli, A., & Chiavaro, E. (2013). Stability of Iodine During Cooking: Investigation on Biofortified and not Fortified Vegetables. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 64(7), 857-861.
- Departemen Perindustrian R.I. (1976). Mutu dan Cara Uji Garam Konsumsi. SII 0140-76. Jakarta.
- Dewi, F. K., Helmyati, S., & Hidayat, N. (2010). Stabilitas Kadar Iodium Dalam Garam Fortifikasi Kalium Iodida (KI) Menggunakan Nafeedta Pada Kondisi Penyimpanan Terbuka. *Jurnal Nutrisia*. 12(1), Maret 2010, Poltokes. Kemenkes Yogyakarta.
- Diosady, L.L., Albert, J. O., Mannar, V.M.G. & FitzGerald, S. (2006). *Stability of Iodine in Iodized Salt*. <http://archive.unu.edu/unupress/food/V193e/ch06.htm#b5-Conclusions>.
- Jeffery, G.H., Bassett, J., Mendham, J. & Denney, R.C. (1989). *Vogel's Textbooks of Quantitative Chemical Analysis*. Fifth Edition. Longman Scientific & Technical Copublished In The United State With John Wiley & Son, Inc.. New York.
- Marihati. (2011). Minimalisasi Beban Cemaran Industri Garam Beryodium Dengan Pemenuhan Mutu Garam Rakyat Melalui Pola Sentralisasi Air Tua dan Air Lewat Tua. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*. 1(3), 177-278.
- Marihati. (2012). Good House Keeping pada IKM Garam Beryodium. *Proceeding HKI*. Seminar Nasional Kimia III. Unes Press. Semarang.
- Marihati. (2013). *Penerapan SNI Produk di Industri Kecil dan Menengah Garam Beryodium*. Rafi Sarana Perkasa (ed 1), Semarang, ISBN: 978-602-7969-03-2.
- 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. Kementerian Perindustrian. Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri. ISBN 978 602 285 015 1.
- Maswati, Ambo U., & Prastawa B., (2003). Analisis Pengaruh Kandungan Zat Pengotor dan Zat Pereduksi Terhadap Kestabilan KIO_3 Pada Garam Konsumsi. *Marina Chemical Acta*. 4(2), 13-17.
- Petrucci & Ralph H., et al. (2007). *General Chemistry: Principles and Modern Applications*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. http://chemwiki.ucdavis.edu/Physical_Chemistry/Equilibria/Solubility/Solubility_Product_Constant_Ksp.
- Setyoprato, P., Siswanto, Wahyudi, Ilham & Heru, S. (2003). Studi Eksperimental Pemurnian Garam NaCl dengan Cara Rekristalisasi. *Unitas*, 11(2), 17-28.
- Sulistyaningsih, T.W., Sugiyo, S.M.R. & Sedyawati. (201). Pemurnian Garam Dapur Melalui Metode Kristalisasi Air Tua dengan Bahan Pengikat Pengotor $Na_2C_2O_4$ dan $NaHCO_3$ [Electronic version]. *Jurnal sains dan Teknologi*. 8(1), 26-33.
- Serra, C.M.J. & Serra, S.A. (2005). *Purification and Refining of Salt for Chemical and Human Consumption*. Salt Engineers. Salt Machinery Montseny-Pol. Ind. ST. Pere Molanta-08799. Olerdola-Barcelona, Spain.
- Sedivy, V. M. (2006). *Upgrading and Refining of Salt for Chemical and Human*

- Consumption*. Salt Partners Zurich, Switzerland.
- Sugiyo, W., & Kurniawan, C. (2010). Perbandingan Penggunaan Naoh-NAH dengan NaOH-Na₂ Sebagai Bahan Pengikat Impurities Pada Pemurnian Garam Dapur. *Saintekno*, 8(1), 57-68.
- Suprihatin. (2010). Pemanfaatan Air Laut Pada Pembuatan Mg(OH)₂ dengan Penambahan Ca(OH)₂ dari Dolomit. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik*. 10(1), 19-23. http://eprints.upnjatim.ac.id/2979/1/4._SUPRIH_AIR_LAUT.pdf.
- Widayat, W. (2009). Production of Industry Salt with Sedimentation–Microfiltration Process: Optimazation of Temperature And Concentration By Using Surface Response Methodology. *Teknik*, 30(1), 11-18.