

PENGUNAAN BAKTERI HALOFILIK SEBAGAI BIOKATALISATOR UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS DAN PRODUKTIFITAS GARAM NaCl DI MEJA KRISTALISASI

THE USE HALOPHILIC BACTERIA AS BIOCATALISATOR TO IMPROVE THE QUALITY AND PRODUCTIVITY OF NaCl SALT IN CRYSTALIZATION POND

Marihati, Nani Harihastuti, Muryati, Nilawati, Syarifudin Eddy, dan Danny W. H
Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri, Kementerian Perindustrian
Jl. Ki Mangunsarkoro No.6 Semarang – Indonesia
e-mail: marihati52@yahoo.com

diajukan: 31/10/2014, direvisi: 14/11/2014, disetujui: 27/11/2014

ABSTRACT

The use of halophilic bacteria use as biocatalisator to improve the quality and productivity of NaCl salt in crystallization pond was performed as a scaling upprocess previously done by BBTPI. The presence of halophilic could increase the NaCl content in salt cristalization process. This activity includes the production of nutrients halophilic with Artemia salina as raw materials, and field trials at Pegaraman III Sampang – Madura. Total land area used 300 m² consist of halophilic crystallization pond, halophilic enrichment pond, crystallization control. The best nutritional composition for halophilic is : AS-3 consist of Artemia salina = 1.125 gram ; saline water 20^oBe = 450 ml; halophilic starter = 50 ml, sugar = 1,5 gram and urea = 0.5 gram. Crystallization process in the beginning of the rainy season, using AS-3 nutrients at a concentration of 28^o Be was the best treatment that produces salt with NaCl content of 98.116 % and land productivity was 84 tons salt/ha/season. Control land produce salt with NaCl content of 95.6 % and the productivity was 51 tons salt/ha/season .

Keywords : biocatalisator, halophilic, NaCl crystalization, productivity and salt quality

ABSTRAK

Penerapan penggunaan bakteri halofilik sebagai biokatalisator untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas garam NaCl di meja garam telah dilakukan pada skala lapangan di Pegaraman III Sampang – Madura. Keberadaan bakteri halofilik mampu meningkatkan kadar NaCl pada proses kristalisasi garam. Tahapan percobaan meliputi: pembuatan nutrisi halofilik berbahan baku tepung *Artemia salina* dan uji coba pengkayaan bakteri halofilik dan kristalisasi. Luas lahan 300 m² digunakan untuk meja kristalisasi bakteri halofilik, kolam pengkayaan dan, meja kristalisasi kontrol. Komposisi nutrisi terbaik untuk bakteri halofilik adalah: AS-3 yang terdiri dari tepung *Artemia salina* = 1,125 gram; air garam tua 20^oBe = 450 ml; starter halofilik = 50 ml; gula = 1,5 gram dan urea = 0,5 gram. Uji coba proses kristalisasi di awal musim hujan, menggunakan nutrisi AS-3 pada konsentrasi 28^oBe merupakan perlakuan terbaik yang menghasilkan garam dengan kandungan NaCl 98,116%; produktivitas lahan 84 ton garam/Ha/musim. Lahan kontrol menghasilkan garam dengan kandungan NaCl 95,6% dan produktivitas 51 ton garam/Ha/musim..

Kata kunci : biokatalisator, halofilik, kristalisasi NaCl, produktifitas dan kualitas garam

PENDAHULUAN

Industri hijau merupakan sasaran pembangunan industri yang harus dicapai yang berkonsep *zero waste* dengan menerapkan pola produksi bersih dalam kegiatan proses produksinya. Dalam penerapan produksi bersih, yang diutamakan adalah langkah-langkah pencegahan untuk meminimalisasi terbentuknya limbah. Salah satu langkah pencegahan awal adalah evaluasi secara

keseluruhan segala sesuatu yang berkaitan dengan pemakaian bahan baku/bahan pembantu yang digunakan dalam proses produksi, termasuk kemungkinannya untuk penggantian pemakaian bahan baku/bahan pembantu.

Industri pemakai garam membutuhkan garam yang bermutu tinggi (dengan kadar NaCl minimum 97%) agar tidak perlu dilakukan pencucian dalam proses produksinya. Air bekas pencucian garam menginfiltrasi pada tanah disekitarnya.

Selain itu tidak adanya proses pencucian garam akan meminimalkan kehilangan garam dan menghemat biaya produksi minimal 30. Data UNICEF tahun 2006 mengindikasikan masih sedikitnya garam rakyat yang mengandung NaCl > 94,5%.

Road map klaster industri garam Kementerian Perindustrian tahun 2009 memuat program jangka menengah yang seiring dengan program pemerintah untuk mandiri garam pada tahun 2014 baik garam konsumsi (dengan NaCl minimum 94,5%) maupun garam industri dengan kadar NaCl minimum 97%. Kebutuhan garam industri saat ini \pm 2 juta ton/ tahun (BPKIMI, 2012).

Berbagai upaya pembinaan terhadap petani garam telah dilakukan untuk meningkatkan produktifitas dan kualitas garam rakyat dengan pola kristalisasi bertingkat (Hernanto.B, 1991), namun sampai saat ini belum dapat mengubah pola peladangan yang lebih produktif yang dapat meningkatkan taraf hidup petani garam. Penyebab rendahnya mutu NaCl disebabkan karena terjadinya kopresipitasi garam-garam magnesium dan kalsium yang mengkristal bersamaan dengan NaCl yang umum disebut sebagai impuritas (Hernanto.B, 1991). Kopresipitasi dapat dicegah dengan memanfaatkan bakteri halofilik yang diberi nutrisi Luria Bertani pada pemurnian NaCl (BBTPPI, 2011). Joseph S. Davis, (2006) mengatakan bahwa pengoperasian ladang garam dengan menggabungkan sistem biologi dan fisika dapat menaikkan kecepatan penguapan, kualitas dan kuantitas garam yang dihasilkan. Sistem biologi yang dimaksud adalah adanya kehidupan plankton di air garam 3,5 – 10⁰Be, *A.salina* di air garam 10 – 18⁰Be dan bakteri halofilik di air garam 18 – 25⁰Be.

Artemia salina adalah udang-udangan tingkat rendah yang hidup diperairan berkadar garam sedang, yang dalam bentuk kista maupun biomasnya merupakan nutrisi terutama bagi hewan perairan. Hasil penelitian Marihati dkk (2013) menyebutkan bahwa kadar protein biomas *A.salina* rata-rata 52,76%, karbohidrat 15,40%, sedangkan bangkai dan kotorannya berkadar protein 51,53% serta karbohidrat 15,4%. Keberadaan *A.salina* dalam sistem biologi di kolam peminihan ladang garam

akan memakan plankton dan akan dikeluarkan lagi sebagai kotoran yang terbungkus dalam selaput tipis seperti pellet yang tidak mudah hancur sehingga akan mengendap ke dasar kolam peminihan. Dengan demikian air garam akan menjadi jernih dan penguapan berjalan lancar sehingga proses produksi garam tidak terganggu. Bangkai dan kotoran *A.salina* dapat menjadi nutrisi bagi kehidupan bakteri halofilik di meja kristalisasi

Bakteri halofilik merupakan jenis mikroorganisme yang dapat bertahan pada kadar garam tinggi dengan cara mempertahankan keseimbangan osmotik. Adanya bakteri halofilik di meja kristalisasi dapat mempercepat penguapan dan meningkatkan kualitas garam karena bakteri halofilik mengkonsumsi bahan organik yang menyebabkan kekeruhan air garam, serta menyerap panas matahari (Davis, 2006). Aplikasi lapangan proses kristalisasi garam menggunakan bakteri halofilik di ladang garam masih memerlukan data pendukung antara lain penggunaan *A.salina* sebagai pengganti Luria Bertani untuk nutrisi bakteri halofilik yang harganya sangat mahal

Tujuan dari penelitian ini adalah diperolehnya data komposisi nutrisi halofilik berbahan baku tepung *A.salina* dan produk garam berkadar NaCl minimum 97% serta produktivitas minimum 80 ton/ha lahan/tahun. Adapun sasaran penelitian ini adalah membuat *scale up* pola peladangan garam insitu bakteri halofilik di meja kristalisasi menggunakan nutrisi berbahan baku tepung *A.salina*.

METODE

Bahan dan Peralatan

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian adalah geomembrane, media Luria Bertani, gula tebu, urea, reagen untuk analisa garam, air garam 20⁰Be dan 25⁰Be serta *A.salina* dari Sampang.

Lahan percobaan diperlukan untuk pengkayaan bakteri halofilik, meja kristalisasi uji coba dan untuk meja kristalisasi kontrol masing-masing \pm 100 m². Lahan percobaan untuk pengkayaan bakteri halofilik berlapiskan geomembrane dilengkapi blower untuk aerasi dan

homogenisasi antara nutrisi dengan bakteri halofilik.

Peralatan yang digunakan antara lain blower, pipa distribusi udara, tong plastik, aerator, baume meter, spektrofotometer, thermometer, anemometer, higrometer, genset, timbangan, flowmeter serta beberapa peralatan gelas untuk percobaan skala laboratorium.

Tahapan Percobaan

Kegiatan dalam penelitian ini terdiri dari dua langkah yaitu kegiatan laboratorium untuk pembuatan nutrisi halofilik dari tepung *A.salina* dan percobaan pengkayaan bakteri halofilik serta kristalisasi di lapangan. Uraian dari masing-masing langkah adalah sebagai berikut :

a. Pembuatan nutrisi bakteri halofilik dari tepung *A.salina*.

Komposisi nutrisi terdiri dari tepung *A.salina* sebagai sumber protein, serat kasar sebagai sumber karbohidrat, gula tebu sebagai tambahan sumber karbohidrat sederhana, dan urea sebagai tambahan sumber nitrogen. Sebagai variabel bebas adalah *A. salina* = 1,125 gr, air garam 20^oBe = 450 mL, bibit bakteri halofilik = 50 mL, sedangkan variabel terikat terdiri dari gula tebu dan urea yang komposisinya seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kode dan Perbandingan Pemakaian Nutrisi

Urea (g)	Gula tebu (g)				
	0	0,5	1	1,5	2
0	AS-0	-	-	-	-
0,5	-	AS-1	AS-2	AS-3	AS-4
0,75	-	AS-5	AS-6	AS-7	AS-8
1	-	AS-9	AS-10	AS-11	AS-12
1,25	-	AS-13	AS-14	AS-15	AS-16

- Kode AS adalah *Artemia salina*.

Masing-masing komposisi sebanyak 500 mL diaerasi dalam waktu tertentu sampai diperoleh nilai pengukuran transmittance konstan dengan spektrofotometer = 590 nm. Sebagai tolok ukur dilakukan percobaan dengan komposisi tepung *A.salina* = 1,125 gr, air garam 20^oBe = 450 mL dan bibit bakteri halofilik 50 mL. Komposisi nutrisi terpilih

dari hasil percobaan di tabel 1 digunakan sebagai dasar pembuatan starter bakteri halofilik sebanyak 200 L dan 400 L untuk nutrisi uji coba kristalisasi di lapangan.

b. Uji Coba Pengkayaan Bakteri Halofilik dan Kristalisasi

Uji coba pengkayaan bakteri halofilik dilakukan pada skala lapangan pada lahan seluas 100 m² berlapiskan geomembran yang dilengkapi blower. Ke dalam lahan tersebut dimasukkan air garam 20^oBe sebanyak 15 – 20 m³, (ketinggian= 15 cm), kemudian taburkan starter bakteri halofilik 200 L, dan nutrisi bakteri halofilik 400 L. Biarkan selama satu hari, setelah itu hidupkan blower. Pengamatan dilakukan secara visual terhadap perubahan warna air yang semula tidak berwarna menjadi berwarna merah muda, dan pengukuran kenaikan derajat Baume air garam dengan refraktometer. Ketinggian air garam dijaga tetap 15 cm dengan menambah air garam 20^oBe. Pengamatan dihentikan setelah air garam mencapai 24^oBe dan telah berwarna merah muda, kemudian air garam dialirkan pada meja kristalisasi.

Percobaan kristalisasi yang dilakukan pada 2 (dua) meja yaitu meja kontrol dan meja perlakuan. Pada meja perlakuan dimasukkan air garam 24^oBe dengan bakteri halofilik, sedangkan pada meja kontrol dimasukkan air garam 24^oBe tanpa bakteri halofilik. Air garam 24^oBe dialirkan ke meja kristalisasi sampai ketinggian 5 cm. Apabila terjadi kenaikan konsentrasi NaCl maka ditambahkan air garam 24^oBe lagi untuk mempertahankan ketinggian selalu tetap 5 cm. Contoh garam diambil pada konsentrasi 28^o Be, 29^o Be dan 30^o Be untuk pengujian beberapa parameter yaitu kadar air, SO₄, Mg, Ca, Cl total dan NaCl menggunakan metode SII 0140 tahun 1976 tentang Mutu dan Cara Uji Garam Konsumsi. Berdasarkan data uji parameter-parameter tersebut diatas kemudian lakukan kristalisasi pada kondisi penghentian proses pada derajat baume yang menghasilkan kristal NaCl tertinggi. Timbang hasil kristal dari meja

tanpa bakteri halofilik maupun hasil kristal dari meja dengan bakteri halofilik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Nutrisi Bakteri Halofilik Berbahan Baku Tepung *Artemia salina*

Hasil percobaan pembuatan nutrisi halofilik berbahan baku tepung *Artemia salina* dapat dilihat pada Tabel 2 yang menjelaskan bahwa secara umum semakin lama waktu pengadukan, maka semakin homogen kontak antara nutrisi dan bakteri halofilik, maka nilai transmittance semakin kecil dan larutan bertambah keruh dan kemerahan. Menurut Oren, (2010), terjadinya kekeruhan larutan karena bakteri halofilik jenis *Salinabacter* menghasikan gliserol, glisin, betain, ektoin, laktat asetat dan dihidrosi aseton.

Tabel 2. Transmittance Rata-Rata untuk Pengadukan 7 Hari

No	Kode	Transmittance rata-rata (%T) untuk pengadukan		
		3 hari	6 hari	7 hari
1	AS-0	62	53	49
2	AS-1	44	35	30
3	AS-2	43	34	34
4	AS-3	52	29	27,5
5	AS-4	39,5	33	29
6	AS-5	44	32	27
7	AS-6	45,5	32	33
8	AS-7	50	32	30,5
9	AS-8	52,5	30	27,5
10	AS-9	42	30	27
11	AS-10	48,5	35	38
12	AS-11	46	30	26
13	AS-12	48	32,5	28,5
14	AS-13	44	30	29
15	AS-14	38	30	27,5
16	AS-15	44	29	25
17	AS-16	51	28	26

Nilai transmittance terkecil pada hari ke 7 pengadukan diperoleh dari komposisi-komposisi nutrisi dengan kode : AS-3, AS-5, AS-8, AS-9, AS-11, AS-14, AS-15 dan AS-16. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Feni, 2011), bahwa karbon merupakan komponen utama yang dibutuhkan mikroorganisme untuk berkembang biakkannya sebagai kerangka makro molekuler seluler dalam bentuk kompleks organik atau CO₂. Seperti

halnya mikroorganisme lainnya, ternyata dalam proses perkembangbiakan halofilik juga lebih banyak membutuhkan unsur karbon untuk memperbanyak struktur sel. Dalam percobaan ini ditetapkan AS-3 sebagai nutrisi bakteri halofilik terpilih dengan komposisi karena pemakaian gula dan urea lebih sedikit dibandingkan A-15 sebagai berikut: tepung *A. salina* = 1,125 gram; air garam tua 20^oBe = 450 mL; starter bakteri halofilik = 50 mL; gula = 1,5 gram; dan urea = 0,5 gram.

Uji Coba Pengkayaan bakteri halofilik dan kristalisasi

Pengkayaan bakteri halofilik untuk menaikkan kepekatan air garam dari 20^oBe menjadi 24^oBe dicapai dalam waktu 6 hari (Tabel 3).

Tabel 3. Pengamatan Pengkayaan Halofilik

Hari ke	Kadar air garam, (°Be)	tinggi air garam (cm)	Warna air garam
1	20,17	15	Tidak berwarna
2	20,40	14,6	Tidak berwarna
3	21,33	14,4	Tidak berwarna
4	22,50	14	Merah agak muda
5	23,60	15	Merah muda
6	24,04	14,7	Merah muda

Berdasarkan Tabel 3 tersebut terlihat bahwa kenaikan kepekatan air dari 20^oBe menjadi 24^oBe diperlukan waktu selama 6 hari. Pada hari kelima dilakukan penambahan air garam 20^oBe sehingga ketinggian air tetap (15 cm). Secara visual air tampak air yang mengandung bakteri halofilik dengan kepekatan tinggi berwarna merah muda.

Berdasarkan pengamatan lapangan pada hari ke-4 sudah mulai terjadi perubahan warna menjadi merah muda tetapi belum sempurna. Indikator ini menyatakan bahwa bakteri halofilik sudah tumbuh dan berkembang . Pada hari ke-6 dengan konsentrasi air garam 24^oBe warna merah muda semakin nyata yang mengindikasikan bahwa bakteri halofilik berkembang secara optimum dan air garam siap untuk dikristalkan. Dalam pengkayaan bakteri halofilik skala lapangan digunakan blower sebagai aerator sehingga

mempercepat pertumbuhan bakteri halofilik karena untuk kelangsungan hidupnya selain karbon dan nitrogen dibutuhkan juga adanya asupan oksigen (Syarifauzi, 2009). Kandungan NaCl dan berat garam yang diperoleh dari hasil uji coba kristalisasi menggunakan bakteri halofilik terlihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Kandungan NaCl Hasil Kristalisasi Menggunakan Bakteri Halofilik

Konsentrasi air garam	Cl	Ca	Mg	SO ₄	Air (H ₂ O)	NaCl
28 ^o Be	57,393	0,119	0,565	0,811	5,735	98,118
29 ^o Be	58,265	0,120	0,492	0,879	2,919	97,253
30 ^o Be	56,947	0,159	0,480	0,879	4,499	97,021

Data pada Tabel 4 menjelaskan bahwa menggunakan bakteri halofilik di meja kristalisasi dapat menghasilkan garam dengan kadar NaCl 98,116% pada kristalisasi 28^oBe. Hasil ini melebihi hasil kristal dari perlakuan kontrol yang kadar NaCl-nya 95,6%. Usiglio dalam Hernanto B (1991) menjelaskan bahwa pada kristalisasi garam dengan konsentrasi air garam tua 28,5^oBe terjadi ko-presipitasi garam NaCl dengan garam-garam magnesium dan kalsium (NaCl = 97,21%, MgCl₂=0,405%, MgSO₄ = 0,36%, CaSO₄·2H₂O = 1,9985%). Komposisi ini tidak bisa berubah kalau tidak ada perlakuan pemisahan Mg dan Ca konsentrasi air garam 24^oBe warna merah menggunakan bahan kimia (Lesdantina D, Istikomah, 2009) atau perlakuan pencegahan kopresipitasi yang pada prinsipnya adalah pengaturan pengkristalan berdasarkan nilai hasil kali kelarutan masing-masing senyawa.

Adanya zat organik yang larut dalam air akan membentuk asosiasi organik dan air, yang dapat mempertajam perbedaan nilai aktivitas ionik untuk Na, Mg dan Ca sehingga pengendapan masing masing komponen dapat sesuai dengan nilai hasil kali kelarutannya (Bodner dan Pardue.,1989). Berdasarkan hal tersebut diatas maka dapat dikatakan bahwa halofilik yang dalam siklus kehidupannya mengeluarkan metabolit primer maupun sekunder berupa bahan organik (Muryati, 2008) mampu mengurangi efek ko-presipitasi yang terjadi pada proses pengkristalan NaCl.

Tabel 5. Data Berat Garam Hasil Uji Coba

Hasil Uji Coba II	Waktu Pungut (Hari)	Hasil Panen (kg)	Luas Lahan (m ²)
Kristalisasi Kontrol	10	600	103
Kristalisasi dengan menggunakan bakteri halofilik	10	750	79

Data pada Tabel 5 menginformasikan bahwa kondisi iklim saat uji coba kurang menguntungkan dan sempat terkena hujan deras yang berpengaruh terhadap waktu pungut dan kualitas garam. Kristalisasi kontrol hanya mampu mengkristalkan garam sampai konsentrasi 28OBe dalam waktu 10 hari dan menghasilkan garam 600 kg, sedangkan pada kristalisasi menggunakan bakteri halofilik dapat menghasilkan garam sampai 750 kg atau 20% lebih besar dibanding kontrol.

KESIMPULAN

Komposisi nutrisi bakteri halofilik pengganti Luria Bertani yaitu A. salina = 1,125 gram; air garam tua 20OBe = 450 mL; starter bakteri halofilik = 50 mL; gula = 1,5 gram dan urea = 0,5 gram. Hasil terbaik dari proses kristalisasi menggunakan bakteri halofilik diperoleh pada konsentrasi air garam 28 OBe dengan kandungan NaCl 98,116 % (2,5 % lebih tinggi dibanding kontrol) dan produktivitas lahan garam rata-rata 84 ton garam/Ha lahan/musim (64% lebih banyak dari kontrol).

SARAN

Perlu dilakukan pengembangan peladangan garam menggunakan bakteri halofilik pada skala yang lebih luas dan penelitian pemanfaatan bittern untuk pembuatan MgO, pengawetan beberapa bahan pangan yaitu: ikan, daging, sayuran.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih ditujukan pada PUSKAJITEK HKI BPKIMI ,yang telah memberikan kesempatan, bimbingan dan support dana, serta kepada PT GARAM (Persero) INDONESIA, yang telah berkenan

untuk menyediakan lahan percobaan maupun fasilitas lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- BBTPPI, 2011, Pemanfaatan Mikroba Halofilik untuk Pemurnian NaCl guna menerapkan Green Production di Industri Pengguna Garam Rakyat, Laporan Hasil Penelitian ,
- Bodner, GM and Pardue, HL, 1989, Chemistry an Experimental Science, John Wiley & Sons, New York, pp.648-671.
- BPKIMI, 2012. Pilot Project Peningkatan mutu & Produktivitas Garam Rakyat dengan peladangan garam sistem Salt House berbasis biomanajemen halofilik & Artemia Salina. Laporan hasil penelitian
- Feni, 2011, Kebutuhan Dasar Nutrisi Mikrobia, <http://www.mikrobiologi.com>, diakses tanggal 1 february 2013.
- Hernanto B, 1991:” Rancang Bangun Unit Produksi garam sistem Energi Matahari (*Solar Salt Works*)”. Makalah disampaikan pada Simposium Konvensi VI Badan Kejuruan Kimia Persatuan Insinyur Indonesia, Surabaya 15 – 16 Juli 1991.
- Joseph S, Davis, Biological and Physical Management Information for Commercial Solar Saltworks. Proceedings of the^{1st} International Conference on the Ecological Importance of Solar Saltworks (CIESSA06) Santorini Island Greece 20-22 October, 5-14
- Kementrian Perindustrian, 2009. Road Map klaster Garam
- Lesdantina.D dkk 2009, Pemurnian NaCl dengan menggunakan Natrium Karbonat, Fakultas Teknik UNDIP, Semarang
- Lopez, A., Louis, J., Vazquez, R. 1994 : Participation of Halobacteria in crystal formation and the crystallization rate of NaCl. *Geomicrobial Journal*, vol.12 , 69-80
- Muryati, 2008, Identifikasi Senyawa enzim, non enzim dan mikroba dalam bitterm sisa tambak garam. . *Bulletin Penelitian dan Pengembangan Industri*, 2 (2): 54-60.
- Marihati, Muryati, Nilawati, 2013. Budidaya *A.salina* Sebagai Diversifikasi Produk dan Biokatalisator Percepatan Penguapan Di Ladang Garam, *Agromedia* 31(1), 57-66
- Niawati, Muryati, Marihati, 2014. Pengaruh Pengadukan Terhadap Pertumbuhan Bakteri Halofilik Dengan Nutrisi *A.salina* Pada pembuatan Garam, *Biopropal Industri* 5(1) 29-35,
- Oren, A 2010. Thoughts on the “Missing Link” Between Solar Salt works Biology and Solar Salt Quality. *Global NEST Journal*, 2(4), 417-425
- SII 0140 tahun 1976. Mutu dan Cara Uji Garam Konsumsi. Departemen Perindustrian Republik Indonesia
- UNICEF, Ministry of Industry, 2006, Report Feasibility Study on Salt-Iodization Using Hand Spray, Seameo-Tropmed RCCN University of Indonesia.