

## Kajian Proses Penguapan Air Laut Pada Evaporator Sederhana dengan Counter Current Sprayer

Bayu Oktaviansyah, Ervina Nur Rahmah Indah Firdausi, Soemargono\*, Lilik Suprianti  
Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar, Surabaya 60294, Indonesia  
\*)Penulis Korespondensi: soemargono@upnjatim.ac.id

Received 14 Juni 2020; Accepted 30 Desember 2020; Available online 31 Mei 2021

### Abstrak

*Produksi garam di Indonesia belum dilakukan secara maksimal karena pelaku industri garam di Indonesia masih menggunakan teknologi yang bergantung pada iklim dan cuaca. Diperlukan suatu teknologi yang dapat membantu petani dalam memproduksi garam tanpa bergantung pada iklim serta dapat mempercepat proses pembuatan garam. Tujuan penelitian ini adalah mempercepat proses penguapan air laut serta mengetahui efektifitas evaporator sederhana dalam pengaplikasiannya. Penelitian dilakukan pada kolom evaporator sederhana yang dilengkapi dengan pemanas berupa gas. Bahan diumpankan dari bagian atas kolom menggunakan sprayer kemudian dikontakkan dengan udara panas yang dihempuskan melalui bagian bawah kolom (aliran counter current), sehingga air yang ada pada air laut terikat udara dan keluar melalui bagian atas kolom. Hasil menunjukkan bahwa suhu berpengaruh terhadap proses penguapan air laut. Peningkatan suhu, mengakibatkan peningkatan pula pada kadar garam yang dihasilkan. Untuk debit, semakin kecil debit umpan maka proses penguapan semakin cepat dan kadar garam semakin meningkat. Berdasarkan data percobaan, hasil terbaik diperoleh pada debit air laut 0,15 L/mnt yang dikontakkan dengan udara panas pada suhu 48°C yaitu dengan kadar 11,7% selama 12 jam operasi. Kolom Evaporator sederhana dengan metode Counter Current Sprayer terbukti efektif dalam mempercepat penguapan pada air laut.*

**Kata kunci:** air laut; counter current; evaporator; sprayer

### Abstract

*Salt production in Indonesia have not done optimally, because the salt industries are using climate dependent technology. Therefore, it takes technology that can help farmers in producing salt without relying on climate, as well as accelerate the process of salt making. The aim of this research is to accelerate the evaporation process of seawater and to know the effectiveness of simple evaporators in its application. The research was conducted on a simple evaporator column equipped with gas heater. Material is fed from the top of the column using a sprayer, then contacted with hot air that is blown through the bottom of the column (counter current flow), so that the water in seawater will be bound to the air and out through the top of the column. The result of this research shows that temperature gives an impact in seawater evaporation process. Raising temperature will caused increasing at salt content produced. The smaller the discharge on bait, the faster the evaporation process and increased salt content. Based on experimental data, the best result are obtained on the discharge of sea 0.15 L/mnt which is contacted with hot air at the temperature of 48 C with content of 11.7% for 12 hours of operation. Simple Evaporator column with Counter Current Sprayer method is proven effective in accelerating evaporation of seawater.*

**Keyword:** counter current; evaporation; sea water; sprayer

## PENDAHULUAN

Sebagai negara yang memiliki garis pantai panjang, Indonesia memiliki potensi sebagai produsen garam dunia. Namun sampai saat ini Indonesia belum mampu memenuhi kebutuhan garam dalam negeri,

sehingga masih perlu memasok garam dari luar negeri seperti Australia, India, Selandia baru dan Denmark dengan jumlah import mencapai 2,5 juta ton/tahun 2019 (Nurhanisah and Putra, 2019). Menurut (Rositawati, Taslim and Soetrinanto, 2013)

garam diperoleh dengan tiga cara, yaitu dengan menguapkan air laut oleh sinar matahari, penambangan batuan garam, dan sumur air garam. Untuk memperoleh garam dengan kadar yang sesuai SNI, mayoritas industri garam menggunakan metode penguapan air laut dengan sinar matahari. Pembuatan garam dengan metode penguapan oleh sinar matahari membutuhkan waktu yang cukup lama serta tergantung pada iklim dan cuaca yang ada. Maka dari itu diperlukan suatu metode yang dapat membantu meningkatkan kecepatan pemekatan kadar garam yang tidak dipengaruhi cuaca.

Beberapa penelitian terdahulu telah dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan efisiensi dalam proses pemekatan kadar garam dalam air laut. (Soemargono and Widodo, 2018) telah melakukan percobaan pemekatan air laut dengan menggunakan metode spray yang dilengkapi dengan pemanas di bagian samping alat. (Rojabi and Dwi, 2018) memeriksa pengaruh turbulensi air laut dan kecepatan udara pada percepatan penguapan air laut untuk mengetahui efektifitas alat dalam proses peningkatan kadar garam air laut. Dari penelitian yang pernah dilakukan, diperlukan adanya alat yang memiliki efisiensi lebih tinggi untuk mempercepat proses penguapan air laut sehingga kadar garam dapat ditingkatkan. Untuk mempercepat produksi garam dilakukan dengan prinsip kelembaban yang nilainya tergantung pada suhu (Himmelblau and Riggs, 1982).

Dalam memenuhi kebutuhan garam yang berstandart SNI, maka garam perlu dilakukan proses pencucian dalam larutan garam (Sumada, Dewati and Suprihatin, 2016) dengan menggunakan natrium hidroksida dan natrium karbonat (Gemati, Gunawan and Khabibi, 2013). Pencucian tersebut dilakukan untuk memisahkan kapur yang berupa kalsium dan magnesium

agar kapur dapat mengendap. Hal ini dilakukan proses kristalisasi dengan cara merebus air garam untuk memisahkan kapur yang terkandung dalam garam (Umam, 2019). Selain itu, penelitian dilakukan untuk mengkaji pengaruh suhu dan debit air laut terhadap konsentrasi produk dalam waktu tertentu, serta mengetahui efektifitas evaporator sederhana dalam proses pemekatan garam air laut. Pada saat proses terjadi, semakin besar temperatur penguapan maka laju penguapan semakin meningkat. Hal tersebut dikarenakan temperatur udara yang tinggi akan memperbesar penguapan air ke dalam arus udara, sehingga kelembaban udara akan meningkat dan banyak jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan (Yunianto, 2017). Dengan adanya kenaikan temperatur maka akan menaikkan suhu bahan dan menyebabkan tekanan uap air di dalam bahan lebih tinggi daripada tekanan uap air di udara, sehingga terjadi perpindahan uap air dari bahan ke udara/ perpindahan massa (Taufiq, 2004). Oleh karena itu, penelitian ini akan mengembangkan percobaan pemekatan air laut melalui metode pengontakkan udara panas dengan air laut dengan aliran *counter current* sehingga air dalam air laut akan menguap dan air laut memiliki kadar yang lebih tinggi.

## **METODE PENELITIAN**

### **Bahan**

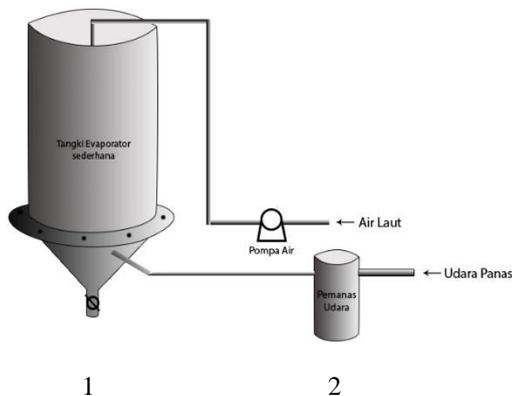
Bahan utama dalam penelitian ini adalah air laut dengan kadar garam 3% yang diambil dari laut lepas pantai Kenjeran, Surabaya. Bahan lain yang digunakan adalah udara panas yang diambil dari udara sekitar dan dihembuskan dengan bantuan *compressor* udara.

### **Alat**

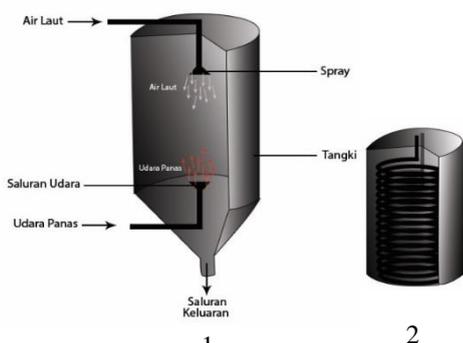
Skema dan gambar unit operasi pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1,

2, dan 3. Pada dasarnya, unit operasi pada penelitian ini terbagi menjadi 2 bagian, yaitu unit alat utama (kolom evaporator sederhana), dan unit pemanas udara.

Rangkaian alat yang digunakan secara garis besar terdiri atas alat pemanas, dan kolom. Pemanas udara yang digunakan berupa tabung vertical yang dilengkapi dengan koil spiral di dalamnya sebagai tempat aliran udara. Pemanas udara digunakan kompor LPG. Udara yang masuk pada kolom pemanas dipompa pada suhu ruangan. Kemudian udara dilewatkan dalam kolom pemanas dan keluar sebagai udara panas.



Gambar 1 Rangkaian alat operasi yang terdiri dari (1) kolom evaporator, (2) unit pemanas



Gambar 2. Simulasi bagian dalam rangkaian alat operasi (1) kolom evaporator, (2) unit pemanas

Kolom yang digunakan, merupakan kolom vertical berdiameter 50 cm, dan tinggi 100 cm dengan 4 kaki penyangga. Kolom didesain terbuka pada bagian atas, dan

tertutup pada bagian bawah serta dilengkapi jaket pemanas yang menyelimuti kolom. Sebagian bidang yang tertutup dibagian bawah digunakan sebagai saluran aliran udara panas masuk pada kolom. Jaket yang menyelimuti kolom berfungsi agar suhu dalam kolom tetap terjaga sesuai suhu operasi.

Kolom dilengkapi dengan *thermo control* yang terhubung dengan pemanas pada aliran udara masuk. Air laut yang masuk ke dalam kolom, dialirkan dari bak penampung dengan pompa menuju *sprayer* yang diletakkan di sisi atas kolom. Aliran yang masuk diatur dengan *valve* pengatur kecepatan aliran air masuk.



Gambar 3. Unit Operasi yang terdiri dari kolom evaporator sederhana

### Prosedur

Untuk persiapan awal, bahan berupa air laut ditampung di bak penampung air laut. Bahan dialirkan dengan bantuan pompa menuju *sprayer* pada bagian atas kolom. Kemudian, udara panas dihembuskan melalui sisi bawah kolom dengan menggunakan pemanas khusus. Udara dan air laut selanjutnya berkontak sepanjang kolom. Prinsip kerja dari penelitian ini adalah menggunakan udara panas untuk membawa uap air dari air laut. Uap air yang dibawa oleh udara panas selanjutnya

dialirkan ke saluran pembuangan. Terambilnya sebagian uap air pada air laut meningkatkan kadar garam yang terkandung pada air laut.

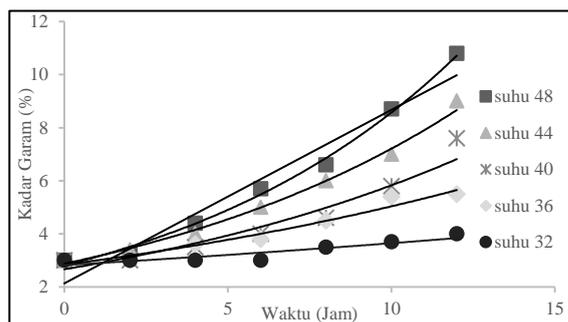
Air laut dikontakkan dengan udara pada suhu 32, 36, 40, 44, 48°C dengan waktu pengontakan yang digunakan adalah 12 jam. Debit air laut divariasi untuk setiap pengontakan, yaitu pada 0,15; 0,28; 0,34; 0,58 L/menit. Kemudian kadar garam diuji pada setiap variabel untuk mengetahui kondisi terbaik pada percobaan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penguapan air garam dilakukan dengan menggunakan tangki evaporasi berbentuk silinder dengan ukuran diameter 50 cm dan tinggi 100 cm dengan bagian atas terbuka serta bagian bawah sedikit terbuka untuk keluarnya air laut. Proses pengoperasian dijalankan selama 12 jam dengan rentang waktu 2 jam untuk pengecekan kadar garam secara berkala. Pengecekan kadar garam dilakukan menggunakan alat berupa Refraktometer Salinity. Setelah dilakukan percobaan terhadap air laut didapatkan hasil seperti yang disajikan dalam tabel 1 dan tabel 2.

**Tabel 1.** Hasil Pengamatan Kadar Garam (NaCl) pada Berbagai Variasi Suhu dengan Debit Tetap

Debit Spray (L/mnt)	t (jam)	% NaCl pada suhu				
		32° C	36°C	40° C	44° C	48° C
0,58	0	3	3	3	3	3
	2	3	3	3	3,4	3,2
	4	3	3,6	3,5	4	4,4
	6	3	3,8	4	5	5,7
	8	3,5	4,5	4,6	6	6,6
	10	3,7	5,4	5,8	7	8,7
	12	4	5,5	7,6	9	10,8



**Gambar 4.** Pengaruh Waktu terhadap Kadar Garam (NaCl) pada Berbagai Suhu.

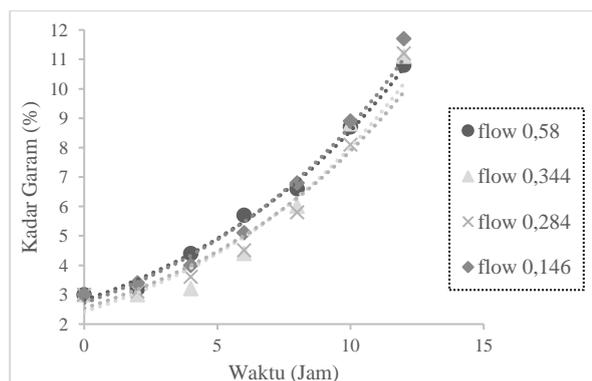
Pada pengamatan ini, debit air laut ditetapkan sebesar 0,58 L/mnt. Dari tabel 1 dan gambar 4 terlihat bahwa suhu yang semakin tinggi menyebabkan laju penguapan air semakin tinggi sehingga air laut yang bekerja pada suhu tertinggi dengan debit aliran yang sama memiliki kadar garam (NaCl) yang lebih tinggi. Berdasarkan gambar 4, dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu udara pengering maka semakin tinggi energi panas yang dibawa udara sehingga semakin banyak jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan. Dengan adanya peningkatan suhu menyebabkan tekanan uap air dalam bahan lebih tinggi daripada tekanan uap air di udara, sehingga perpindahan uap air dalam bahan ke udara semakin besar. Hal ini sesuai apa yang disampaikan oleh Taufiq (2014).

Pada gambar 5 variabel suhu ditetapkan sebesar 48°C. Pada debit 0,146 L/mnt didapatkan kadar garam (NaCl) terbesar yaitu 11,7%, sedangkan kadar terendah pada debit air laut 0,58 L/mnt sebesar 10,8%. Debit air terendah menyebabkan jumlah air yang keluar dari *spray* semakin sedikit. Akibatnya waktu kontak yang terjadi semakin lama, sehingga kadar garam yang didapatkan semakin tinggi. Pada debit air 0,58 L/mnt, kadar garam yang didapat relative lebih rendah karena sebagian garam (NaCl) yang dikontakkan ikut keluar bersama udara melalui bagian atas tangki. Hal ini dibuktikan dengan adanya butiran-butiran garam dibagian sisi atas tangki. Hal

tersebut mengakibatkan garam yang jatuh ke bagian penampung juga ikut berkurang dan menyebabkan kadar garam akhir relative kecil.

**Tabel 2.** Hasil Pengamatan Kadar Garam (NaCl) pada Berbagai Variasi Debit dengan Suhu Tetap

Suhu (°C)	t (jam)	% NaCl pada Debit			
		0,58 L/mnt	0,35 L/mnt	0,28 L/mnt	0,15 L/mnt
48	0	3	3	3	3
	2	3,2	3	3,1	3,4
	4	4,4	3,2	3,6	4
	6	5,7	4,4	4,5	5,1
	8	6,6	6	5,8	6,8
	10	8,7	8,8	8,1	8,9
	12	10,8	11,1	11,2	11,7



**Gambar 5.** Hubungan Kadar Garam (NaCl) dengan Waktu pada Berbagai Debit pada Suhu 48°C

Berdasarkan hasil penelitian, kadar garam tertinggi yang didapatkan pada debit air laut sebesar 0,146 L/mnt dengan suhu 48°C memiliki kecepatan penguapan sebesar 0,65 L/jam, sedangkan pada suhu yang sama dengan debit air laut sebesar 0,58 L/mnt didapatkan kecepatan penguapan sebesar 0,674 L/jam. Kecepatan penguapan yang semakin tinggi seharusnya menyebabkan jumlah air yang teruapkan semakin besar sehingga kadar garam yang tertinggal juga semakin tinggi. Namun, kecepatan *spray* yang semakin tinggi menyebabkan

penyebaran air laut semakin luas hingga membentur dinding tangki dan menyebabkan sebagian air laut terbuang ke sisi atas tangki yang terbuka.

Hasil yang terbaik diperoleh pada penelitian ini, yaitu kadar garam 11,7% dalam waktu 12 jam operasi dengan debit air laut 0,146 L/mnt pada suhu 48°C. Penelitian Soemargono dan Laurentius U.W (2018) dengan metode *sprayer* yang dilengkapi *dryer*, dibutuhkan waktu selama 4 hari untuk mencapai kadar garam sebesar 11,7% pada suhu 40°C, sedangkan pada penelitian Rojabi R. dan Dwi M.H (2018) dengan metode pengolahan pada air laut membutuhkan waktu 29 jam atau 1 hari 4 jam untuk menghasilkan kadar garam 11,7% dengan suhu 55 °C. Hal ini menunjukkan bahwa dalam proses peningkatan kadar garam metode *Counter Current Sprayer* lebih efektif dari peneliti terdahulu.

## SIMPULAN

Simpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah bahwa suhu dan debit air laut sangat berpengaruh dalam proses penguapan air laut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada proses penguapan air laut dengan metode *Counter Current Sprayer* pada evaporator sederhana memiliki waktu yang lebih singkat dan efektif daripada metode sebelumnya dengan menghasilkan kadar garam 11,7% dalam 12 jam operasi pada kondisi debit air laut 0,146 L/mnt dan suhu 48°C.

## SARAN

Hal yang perlu diperhatikan dalam penelitian ini adalah bahwa penelitian ini perlu dilakukan penyempurnaan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Diantara penyempurnaan yang dimaksud adalah kolom evaporator yang didesain lebih tinggi untuk mencegah terikutnya garam yang menguap di bagian atas evaporator. Selain

itu, hal tersebut juga berguna untuk memperlama waktu kontak antara udara dan air laut sehingga proses penguapan semakin baik.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, peneliti ingin mengucapkan terimakasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur sebagai pihak yang telah memberikan sarana dan prasarana kepada peneliti guna mensukseskan kegiatan penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Gemati, A., Gunawan, G. and Khabibi, K. (2013) ‘Pemurnian Garam NaCl melalui Metode Rekristalisasi Garam Krosok dengan Penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaOH dan Polialuminium Klorida untuk Penghilangan Pengotor Ca<sup>2+</sup> dan Mg<sup>2+</sup>’, *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 16(2), p. 50. doi: 10.14710/jksa.16.2.50-54.
- Himmelblau, David M. and Riggs, J. B. (1982) *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering*. Prentice Hall International Series.
- Nurhanisah, Y. and Putra, M. I. D. (2019) *Jumlah Impor.pdf*. Available at: [http://indonesiabaik.id/motion\\_grafis/realisasi-impor-garam-industri-di-indonesia](http://indonesiabaik.id/motion_grafis/realisasi-impor-garam-industri-di-indonesia).
- Rojabi, R. and Dwi, H. (2018) ‘Pengaruh Turbulensi dan Kecepatan Udara pada Percepatan Penguapan Air Laut pada Suhu Konstan’.
- Rositawati, A. ., Taslim, C. . and Soetrisnanto, D. (2013) ‘Rekristalisasi Garam Rakyat dari Daerah Demak untuk Mencapai SNI Garam Industri’, *Teknologi Kimia dan Industri*, 2, p. 4.
- Soemargono, S. and Widodo, L. U. (2018) ‘Metode Mempercepat Pembuatan Garam Rakyat’, *Jurnal Teknik Kimia*, 12(2), pp. 69–73. doi: 10.33005/tekkim.v12i2.1089.
- Sumada, K., Dewati, R. and Suprihatin, S. (2016)

- ‘Garam industri berbahan baku garam krosok dengan metode pencucian dan evaporasi’, *Teknik Kimia*, 11(1), pp. 30–36.
- Taufiq, M. (2004) ‘Pengaruh Temperatur terhadap Laju Pengeringan Jagung pada Pengering Konvensional dan Fluidized Bed Skripsi Disusun dan Diajukan untuk Melengkapi Tugas dan Syarat-syarat Guna Memperoleh Derajat Sarjana Pada Fakultas Teknik’.
- Umam, F. U. (2019) ‘Pemurnian Garam dengan Metode Rekristalisasi di Desa Bunder Pamekasan untuk Mencapai SNI Garam Dapur’, *Jurnal Ilmiah Pangabdhi*, 5(1). doi: 10.21107/pangabdhi.v5i1.5161.
- Yunianto, B. (2017) ‘Pengaruh Debit Air Semburan Terhadap Efektivitas Direct Evaporative Cooling Posisi Horizontal’, *Rotasi*, 19(1), p. 12. doi: 10.14710/rotasi.19.1.12-17.