
Aplikasi Tandon Filter untuk meningkatkan Kualitas dan Kuantitas Garam dalam Teknologi Greenhouse Salt Tunnel di Pantai Selatan dan Utara Jawa Timur

Abd. Aziz Amin^{1,2}, Zulkisam Pramudia^{1,2}, Adi Tiya Yanuar^{1,2}, Yogita Ayu Dwi Susanti^{1,2}, Ilham Misbakhudin Al Zam Zami², Lutfi Nimatus Salamah^{1,2}, Andi Kurniawan^{1,2*}

¹Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya

²Pusat Studi Pesisir dan Kelautan Universitas Brawijaya

Jl. Veteran No 10-11 Ketawanggede Lowokwaru Kota Malang 65145 Jawa Timur

*andi_k@ub.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v17i1.24877>

Submitted February, 26th 2023; Accepted March, 27th 2024; Published April 15th, 2024

Abstrak

Garam merupakan komoditas penting yang menyangkut hajat hidup masyarakat dan tidak bisa di substitusi oleh komoditas lain. Jawa Timur merupakan sentral produsen garam terbesar di Indonesia. Hasil produksi garam rakyat sering kali masih dengan kandungan NaCl <95%. Untuk mencapai hasil produksi garam dengan kualitas NaCl >96%, maka diperlukan penelitian pengembangan teknologi untuk dapat menghilangkan impuritas serta meningkatkan kualitas garam yang dihasilkan. Salah satu teknologi yang dikembangkan adalah pemanfaatan tandon dan filter air bahan baku. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis aplikasi teknologi tandon dan filter dalam meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi garam di Pantai Selatan dan Pantai Utara Jawa Timur dengan menggunakan greenhouse salt tunnel. Hasil studi ini menunjukkan bahwa dinamika parameter lingkungan dan kualitas air bahan baku di Pantai Selatan dan Pantai Utara Jawa Timur mempengaruhi hasil proses produksi garam. Hasil uji kualitas dan kuantitas garam dengan aplikasi tandon dan filter menunjukkan di Pantai Selatan Jawa Timur menunjukkan kualitas NaCl 98.13%, kadar air 5,44 %, nilai presentasi keputihan garam 80,5% dengan kuantitas produksi 7 kg/m². Pada uji coba di Pantai Utara Jawa Timur menunjukkan kualitas garam 98.25%, kadar air 5.37%, nilai presentase keputihan garam 79% dengan kuantitas produksi garam 7.8%. Penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi aplikasi tandon filter dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas garam sesuai karakteristik wilayah Pantai Selatan dan pantai utara Jawa Timur.

Kata Kunci : sumber daya akuatik, garam, filter, tandon, Jawa Timur

Abstract

Salt is an essential commodity that concerns the livelihood of society and cannot be substituted by other commodities. East Java is the largest salt-producing center in Indonesia. The results of community salt production often still have NaCl content <95%. To achieve salt production results with NaCl quality >96%, research, and technology development are needed to eliminate impurities and improve the quality of the salt produced. One of the technologies being developed is the utilization of reservoirs and raw water filters. This research aims to analyze the application of reservoir and filter technology in improving the quality and quantity of salt production on the South and North Coasts of East Java using greenhouse salt tunnels. The results of this study indicate that the dynamics of environmental parameters and the quality of raw water on the South and North Coasts of East Java affect the results of the salt production process. The quality and quantity tests of salt with reservoir and filter application on the South Coast of East Java show NaCl quality of 98.13%, water content of 5.44%, and whiteness presentation value of salt 80.5% with production quantity of 7 kg/m². In trials on the North Coast of East Java, the salt quality was 98.25%, water content was 5.37%, and the whiteness percentage value of salt was 79%, with a salt production quantity of 7.8%. This research indicates that reservoir and filter technology can improve the quality and quantity of salt according to the characteristics of the South Coast and North Coast of East Java.

Key words : aquatic resources, salt, filter, water tank, East Java

PENDAHULUAN

Eksplorasi dan pemanfaatan sumberdaya pesisir dan laut secara berkelanjutan merupakan pondasi dalam pembangunan di Indonesia untuk dapat menjadi poros maritim dunia (Lestari, 2013). Salah satu potensi sumberdaya pesisir dan laut adalah air laut (Amin *et al.*, 2021). Salah satu pilar utama dalam strategi menuju poros maritim dunia adalah eksplorasi dan memanfaatkan sumberdaya pesisir dan laut secara berkelanjutan (Aulia dan Jasilah, 2019). Salah satu pemanfaatan utama air laut adalah sebagai bahan baku pembuatan garam. Garam merupakan komoditas penting dimana garam merupakan komoditas politik

yang menyangkut hajat hidup masyarakat serta komoditas strategis karna tidak bisa di substitusi oleh komoditas lain (Amin et al., 2021).

Daerah penghasil garam rakyat di Indonesia salah satunya terletak di Provinsi Jawa Timur (Prihantini et al., 2016). Produksi garam rakyat Jawa Timur berkontribusi 36,5% dari total produksi garam nasional (Azwir dan Patriani, 2017). Mayoritas produksi garam di Jawa Timur terletak di Pantai Utara Jawa Timur dan Pulau Madura (Daulay, 2019). Berdasarkan data statistik Kementerian Kelautan dan Perikanan tahun 2019 menyebutkan bahwa total produksi garam yaitu Lamongan sebesar 332.547 ton, Sampang sebesar 312.061 ton, Probolinggo sebesar 359.777 ton, Tuban sebesar 389.644 ton, dan Gresik sebesar 401.621 ton. Daerah tersebut merupakan daerah kontributor utama garam rakyat di Jawa Timur dengan hasil kontribusi terbesar dengan luas lahan produksi di Provinsi Jawa Timur sebesar 18.359,4 Ha (Zainuri et al., 2020). Sementara itu di Pantai Selatan Jawa Timur pengembangan produksi garam rakyat sedang dikembangkan di Kabupaten Malang yaitu masih sebesar 120 ton pada tahun 2021 dan 2022 pada luasan sebesar 6000 m² dengan teknologi *Greenhouse Salt Tunnel* (Dinas Perikanan Kabupaten Malang, 2022).

Karakteristik produksi garam di Pantai Utara dan Pantai Selatan Jawa Timur mempunyai perbedaan kualitas air bahan baku untuk produksi garam (Amin et al., 2023). Produksi garam di Pantai Utara Jawa Timur mempunyai kondisi tanah padat berpasir ataupun liat berpasir dan sumber air bahan baku didapatkan dari daerah estuari maupun air dikawasan air laut Pantai Utara (Dharmayanti et al., 2013). Oleh karena itu umumnya lokasi produksi garam di Jawa Timur terletak di kawasan Pantai Utara. Sementara itu, Pantai Selatan Jawa Timur mempunyai bentangan hamparan pasir pantai yang panjang dan mempunyai karakteristik pantai berpasir (Amin et al., 2023; Siswoyo, 2009). Terlebih lagi kondisi sumber bahan baku garam di Pantai Selatan Jawa Timur masih tergolong bersih, karna belum ada aktifitas industri yang terlalu banyak di lokasi Pantai Selatan.

Kondisi ekisting produksi garam di Pantai Utara Jawa Timur banyak dilakukan dengan metode tradisional atau metode hamparan (Sudaryana dan Pramesti, 2018). Sementara itu, di kawasan pesisir selatan Jawa Timur masih belum ada atau sedikit lokasi produksi garam. Salah satu lokasi di pantai selatan yang berpotensi di kembangkan menjadi lokasi produksi garam adalah Pantai Selatan Kabupaten Malang. Berdasarkan potensi yang ada di kawasan Pantai Selatan Kabupaten Malang mengindikasikan bahwa Kabupaten Malang memiliki potensi sumber daya laut yang melimpah menjadikan Kabupaten Malang bisa dijadikan sebagai kawasan pegaraman (Anwar & Hidayah, 2020).

Namun salah satu permasalahan produksi garam adalah kualitas dan kuantitas garam. Hasil kualitas garam yang didapatkan dari produksi garam rakyat baik di pantai selatan dan pantai utara Provinsi Jawa Timur masih menghasilkan kondisi garam dengan standard kualitas NaCl <95% (Jaziri et al., 2018). Hal ini dikarenakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas garam adalah sumber air bahan baku (Sainz-López, 2017). Tingginya impuritas bahan baku akan menjadikan hasil garam yang dihasilkan menjadi rendah (Sudaryana and Pramesti, 2018; Rodrigues et al., 2011; Qomariyah et al., 2024).

Aplikasi teknologi filter sebelumnya telah digunakan oleh petambak garam dengan nama Teknologi Ulir Filter (TUF). TUF merupakan suatu teknik pembuatan garam yang dikembangkan dalam teknik pembuatan garam dengan metode evaporasi air laut. Aplikasi teknologi ini adalah dengan bantuan sinar matahari dialirkan melalui petakan petakan berseri dalam proses penuaannya (Bramawanto, et al., 2015). Penggunaan metode ini juga mampu meningkatkan kuantitas dan kualitas produksi garam. Namun dalam pengembangan garam dengan *grade khusus* diperlukan pendekatan inovasi teknologi. Kebutuhan garam *grade khusus* in dilakukan dengan pengembangan tandon filter yang digunakan agar impuritas dan mineral lain dapat di eliminasi dan garam yang dihasilkan memenuhi kualitas *grade khusus* (industri, mikrobiologi, farmasi) sebagai daya saing produk garam. Oleh karena itu, untuk menghasilkan hasil produksi garam dengan kualitas NaCl >96% maka diperlukan penelitian pengembangan teknologi untuk dapat ,menghilangkan impuritas serta meningkatkan kualitas garam yang dihasilkan. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis aplikasi teknologi tandon dan filter dalam meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi garam di Pantai Selatan dan Pantai Utara Jawa Timur dengan menggunakan *greenhouse salt tunnel* (GST).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Lokasi dan waktu pelaksanaan kegiatan penelitian akan dilaksanakan di dua (2) lokasi yaitu Pantai Utara Jawa Timur yang terletak di Kabupaten Tuban, dan Pantai Selatan Jawa Timur yang terletak di Kabupaten Malang. Waktu pelaksanaan kegiatan ini adalah di bulan April sampai Oktober 2023.

Desain dan Uji Efektifitas Tandon Filter

Tahapan desain dan uji coba tandon filter dilakukan untuk menghasilkan gambaran teknologi dan menguji efektifitas tandon filter, detail pembangunan tandon filter digambarkan memuat aspek sebagai berikut: Gambar Desain pada tahap ini menggunakan skala gambar sesuai dengan kejelasan informasi yang ingin disampaikan. Gambar kerja menjelaskan mengenai: Denah posisi tandon dan filter dalam konstruksi greenhouse salt tunnel, tampak gambar pandangan ke arah konstruksi tandon filter dari empat sisi, penampilan bahan yang digunakan serta gaya tampilan yang dipakai dan Potongan posisi konstruksi yang di potong dalam detail gambar. Selama proses kristalisasi parameter lingkungan juga dianalisis untuk melihat pengaruh lingkungan terhadap kualitas garam yang dihasilkan. Sementara itu, uji efektifitas dilakukan dengan Analisis langsung meliputi kondisi parameter mineral parameter insitu yang dilakukan pada sebelum dan sesudah proses filter yang meliputi, Suhu ($^{\circ}\text{C}$), Turbiditas, Derajat kekentalan air (Baume), Derajat Baume ($^{\circ}\text{Be}$) dan pH.

Analisis Kualitas dan Kuantitas Garam

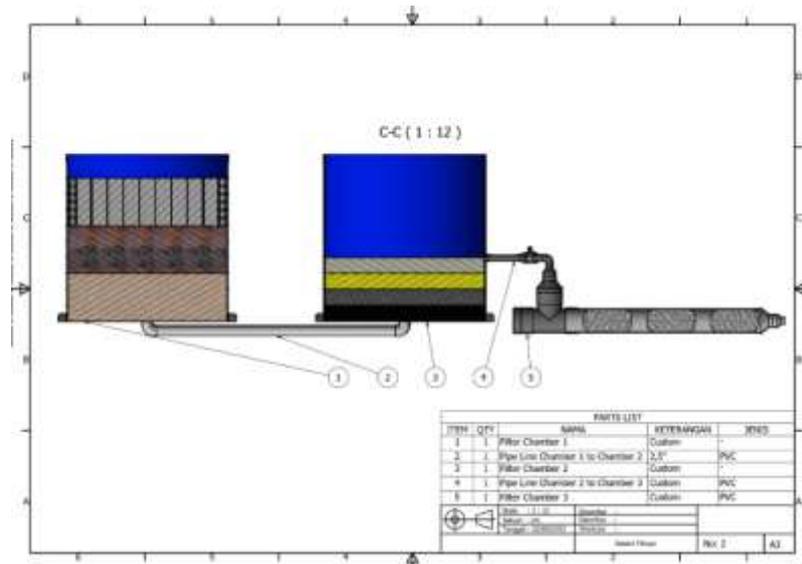
Analisis kualitas garam yang dihasilkan dengan dengan tandon filter dilakukan dengan pengambilan sampel garam hasil produksi pasca aplikasi tandon filter dan membandingkan dengan hasil produksi yang tidak menggunakan aplikasi tandon filter. Selanjutnya dilakukan analisis kandungan NaCl, derajat keputihan dan kadar air dengan metode Argentometri uji (SNI 4435:2017). Sementara itu, hasil kuantitas garam juga dianalisis dengan perhitungan luasan m^2 dengan garam yang di dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

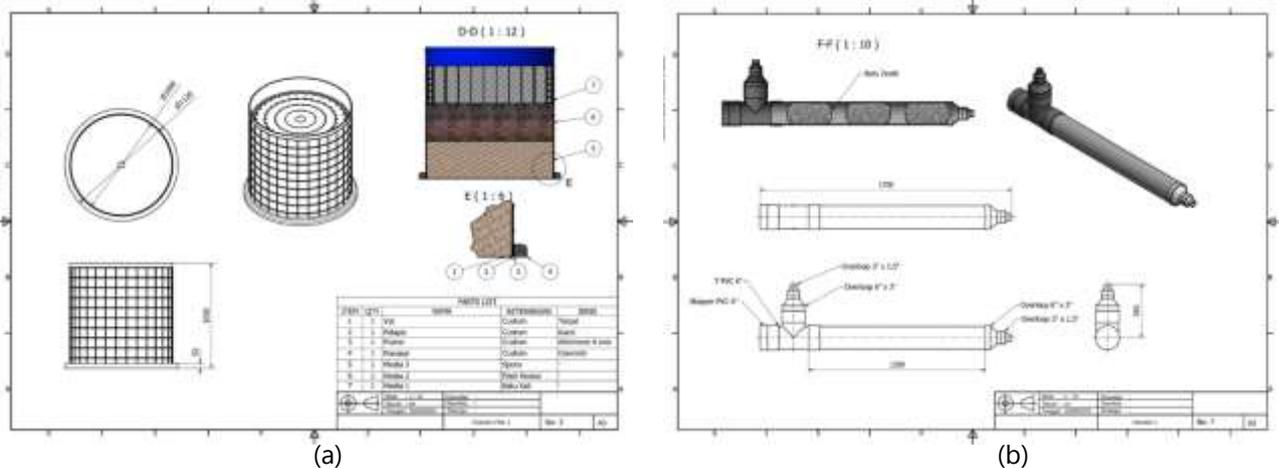
Desain Kontruksi Tandon Filter untuk Air Bahan Baku Produksi Garam

Tahapan perancangan desain Tandon Filter dilakukan dengan beberapa tahapan yang dilakukan untuk dapat menghasilkan produk yang sesuai dengan teknologi yang digunakan untuk produksi garam di wilayah Pantai Utara dan Pantai Selatan Jawa Timur. Tahapan perancangan tandon filter untuk air bahan baku ini dilakukan dengan studi pendahuluan awal. Desain awal Tandon Filter Untuk Air Bahan Baku telah dilakukan uji coba pemilihan desain rumah kristalisasi garam. Kemudian dilakukan desain Tandon Filter Untuk Air Bahan Baku sesuai karakteristik wilayah. Kemudian dilakukan Uji coba lapangan dan mengevaluasi uji kelayakan hasil. Sementara itu gambar teknologi tandon filter dapat dilihat pada Gambar 1, dan Gambar 2 dan dengan skala 1:12.

Sementara itu, pada rangkaian tandon filter dihubungkan oleh pipa yang berfungsi untuk mengalirkan air setelah melewati filter untuk masuk kedalam tunnel kristalisasi (Gambar 3). Filtrasi merupakan penyaringan dengan menggunakan filter. Air yang mengandung kotoran, disaring menggunakan filter sehingga menghasilkan air yang bersih untuk dapat digunakan kembali (Rocha et al., 2012; Rodrigues *at al.*, 2011). Inovasi filter bahan baku garam ini menggunakan beberapa komponen yakni pasir kuarsa, spons, kain saring, ijuk, dan batu zeolite. Filter air bahan baku garam ini memiliki 2 tabung kolam bundar. Cara mengalirkannya yakni dengan menarik air tua dengan kandungan kejenuhan garam 20-22 $^{\circ}\text{Be}$ di alirkan pada kolam filter pertama lalu akan masuk ke kolam filter kedua melalui pipa diantara kedua filter tersebut. Selanjutnya air tua di dalam filter sudah bisa di alirkan pada proses kristalisasi.



Gambar 1. Gambar Tampak Samping Teknologi Filter Bahan Baku Garam



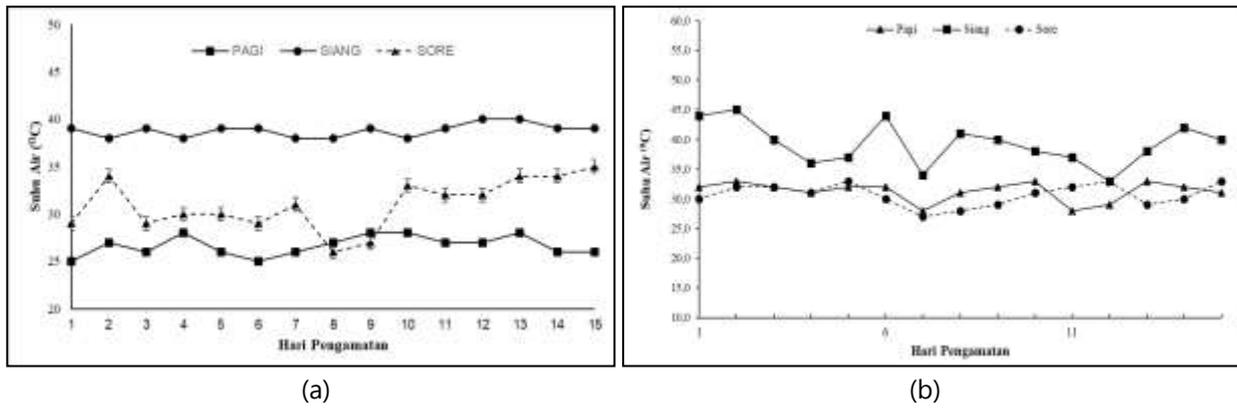
Gambar 2. (a) Detail spesifikasi komponen filter dan kerangka Tandon Filter; (b) Spesifikasi Filter Pipa Utama Tandon Filter

Efektifitas Tandon Filter Untuk Air Bahan Baku Produksi Garam

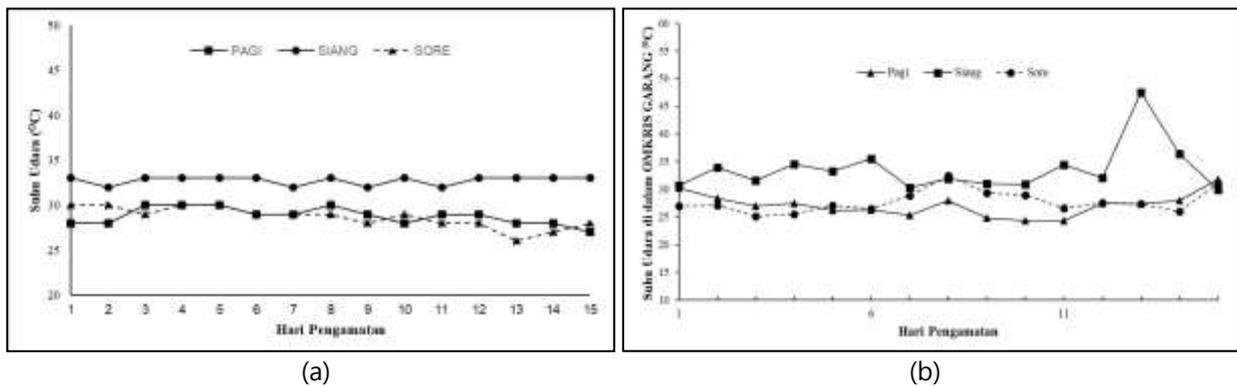
Uji efektifitas tandon filter air bahan baku dilakukan dengan uji coba dalam kontruksi Greenhouse Salt Tunnel (GST) yang diamati adalah suhu udara dan air, kecepatan angin, kelembapan dan tingkat kejenuhan air selama proses evaporasi sampai menjadi garam (Kurniawan et al., 2019b). Hasil pengukuran parameter lingkungan selama penelitian ini adalah sebagai berikut.

Suhu harian (Udara dan Air)

Suhu harian yang diukur adalah suhu harian yang ada di dalam rumah kristalisasi, suhu air dan udara bebas di dalam rumah kristalisasi di Pantai Utara (Kab. Tuban) rata rata suhu air harian pagi hari berkisar 31°C, siang 38°C, dan sore 31°C. Sementara itu, di wilayah pantai selatan Jawa Timur rata rata suhu air harian pagi hari berkisar 26°C, siang 38°C, dan sore hari adalah 31°C. Konstruksi rumah kristalisasi dapat mempertahankan suhu air dan suhu udara untuk lebih stabil dan tinggi dibandingkan dengan suhu udara sekitar. Hal ini mengindikasikan kalau terdapat panas yang berhasil diperangkap melalui konstruksi tunnel. Panas yang terperangkap inilah yang menjadi energi yang membuat proses evaporasi dapat terjadi. Dengan terjaganya panas ini, maka proses penuaan air dan kristalisasi garam dapat ditingkatkan (Heru et al., 2015; Kurniawan et al., 2019b).



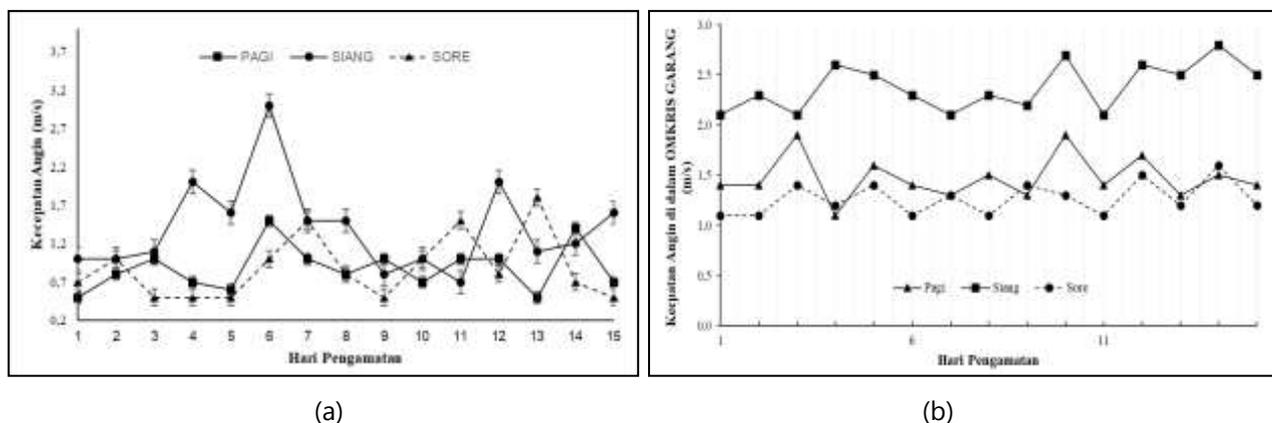
Gambar 3. (a) Dinamika Suhu Air selama Proses Kristalisasi di Pantai Selatan Jawa Timur; (b) Dinamika Suhu Air selama Proses Kristalisasi di Pantai Utara Jawa Timur



Gambar 4. (a) Dinamika Suhu udara selama Proses Kristalisasi di Pantai Selatan Jawa Timur; (b) Dinamika Suhu udara selama Proses Kristalisasi di Pantai Utara Jawa Timur

Kecepatan Angin

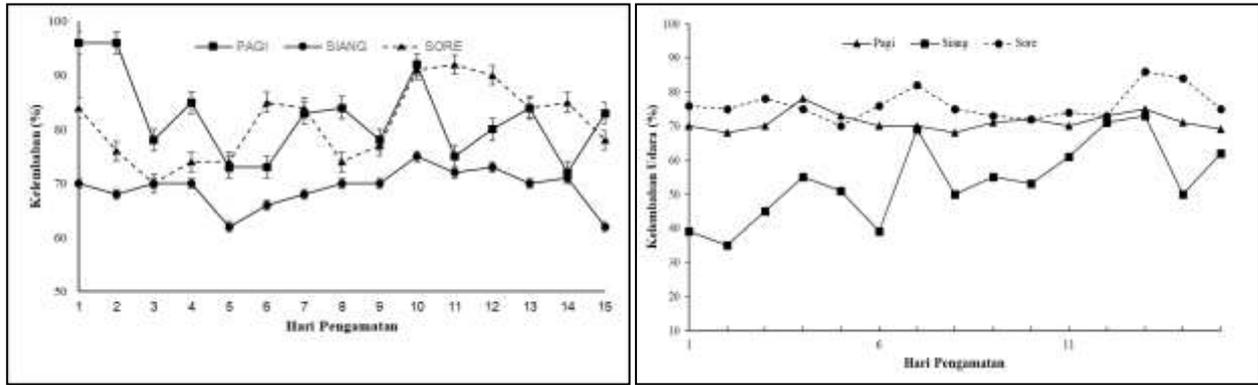
Kecepatan angin diukur dalam penelitian ini karena keberadaan angin yang dapat membawa uap air dalam rumah kristalisasi akan sangat menentukan tingkat produksi garam (Jaziri *et al.*, 2018). Kecepatan angin di kawasan pantai utara Jawa Timur cenderung stabil karena memang angin dilokasi garam tidak mempunyai hambatan, hasil menunjukkan rata rata kecepatan angina di dalam Greenhouse Salt Tunnel di Pantai Utara Jawa Timur adalah 1,5 m/s pada pagi hari, siang hari 2,4 m/s dan sore hari 1,3 m/s. Sementara itu di daerah pantai selatan variasi kecepatan angin tidak stabil hal ini dikarenakan lokasi produksi garam di Pantai Selatan terhalang oleh bukit bebatuan dan bergerak dari segala arah. Hasil pengukuran kecepatan angina di kawasan Pantai Selatan rata rata pagi hari adalah 0,4 m/s, siang hari 1,0 m/s dan sore hari 0,4 m/s.



Gambar 5. (a) Dinamika Kecepatan Angin selama Proses Kristalisasi di Pantai Selatan Jawa Timur; (b) Dinamika Kecepatan Angin selama Proses Kristalisasi di Pantai Utara Jawa Timur

Kelembaban

Kelembapan adalah banyaknya uap air yang ada di udara (Heru et al., 2015). Kelembapan yang tinggi di dalam proses kristalisasi mengindikasikan kalau proses penguapan air yang akan mengarah pada terbentuknya Kristal garam dapat tetap berlangsung saat musim hujan (Jaziri et al., 2018). Hasil pengukuran menunjukkan tingkat kelembapan di Pantai Utara Jawa timur di pagi hari adalah 71%, siang hari 54%, sore hari 76%. Sementara itu, di Pantai Selatan Jawa Timur pagi hari 78%, siang hari 54%, sore hari 80%.



Gambar 6. (a) Dinamika Kelembaban Udara pada Proses Kristalisasi di Pantai Selatan Jawa Timur; (b) Dinamika Kelembaban Udara selama Proses Kristalisasi di Pantai Utara Jawa Timur

Kualitas dan Kuantitas Garam pada Aplikasi Tandon Filter

Karakteristik kualitas produksi dan kualitas garam menjadi beberapa faktor dalam usaha produksi garam (Kurniawan et al., 2019b). Beberapa perbandingan menunjukkan bahwa karakteristik garam pada desain traditional dengan beberapa desain kristalisasi garam menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hal ini membuktikan bahwa teknologi rumah kristalisasi dengan aplikasi filter untuk menjadi sebuah teknologi yang dapat meningkatkan kualitas produksi dan kualitas kandungan garam untuk menghasilkan garam grade khusus. uji efektifitas tandon filte dilakukan dengan menganalisis aspek kualitas air bahan baku sebelum dan sesudah dilakukan filter. Adapun hasil uji efektifitas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas air bahan baku sebelum dan sesudah filter

No	Parameter	Sebelum Filter	Setelah Filter
1	Suhu Air (°C)	35	35
2	pH	7.8	7.9
3	Kejenuhan Air (Be ⁰)	20	20
4	Turbiditas (NTU)	10	8,5

Pada desain traditional kualitas produksi garam menurut supriyo dan abidin 2018, produksi kualitas produksi garam menunjukkan sekitar 29,18 ton/ha. Sedangkan pada kualitas garam, kandungan NaCl adalah <70% (Kurniawan et al., 2019a), kandungan magnesium (Mg) sekitar 0,183 (mg/l) (Jaziri et al., 2018; Onie et al., 2021), warna garam putih kecoklatan. Dari segi harga jual di pasaran menunjukkan harga relative rendah sekitar Rp. 550-750 (Rusdi, 2018).

Hasil kualitas dan kuantitas Produksi garam sebelum filter

Hasil uji kualitas dan kuantitas garam dengan aplikasi filter menunjukkan di pantai selatan Jawa Timur menunjukkan kualitas NaCl 98.13%, kadar air 5,44 %, nilai presentasi keputihan garam 80,5% dan kuantitas produksi 7 kg/m², sementara itu, pada uji coba di Pantai Utara Jawa Timur menunjukkan kualitas garam 98.25%, kadar air 5.37%, nilai presentase keputihab garam 79% dan kuantitas produksi garam 7.8%. Sementara itu hasil garam dengan tidak menggunakan filter menunjukkan kuantitas produksi garam pada uji coba desain di Pantai Utara Jawa Timur adalah 6,5 kg/m². kandungan NaCl adalah sekitar 95%, warna garam berwarna putih. Sementara itu, uji coba menunjukkan kuantitas produksi garam pada uji coba desain

di Pantai Utara Jawa Timur adalah 6,3 kg/m². kandungan NaCl adalah sekitar 94%, warna garam berwarna putih. Hasil lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Uji Coba Aplikasi Tandon Filter

Parameter Uji	Teknologi Produksi Garam			
	Tradisional	Tanpa Tandon Filter	Uji Tandon Filter (Uji Pantai Selatan)	Uji Tandon Filter (Uji Pantai Utara)
NaCl (%)	<70	95	98,13	98,25
Kadar Air (%)	> 8	6	5,44	5,37
Warna Garam	Kecoklatan	Putih	Putih	Putih
Total Produksi (kg/m ²)	3	6,4	7	7,8

KESIMPULAN

Hasil induksi teknologi tandon filter menghasilkan kualitas garam dengan grade khusus sesuai karakteristik wilayah Pantai Utara dan Pantai Selatan Jawa Timur. Hasil uji efektifitas dilakukan dengan menganalisis proses evaporasi air tua pasca aplikasi filter. Uji analisis terdiri dari suhu air, suhu udara, kecepatan angin dan kelembaban menunjukkan bahwa dinamika parameter pendukung produksi di Pantai Selatan dan Pantai Utara Jawa Timur mempengaruhi dari hasil proses produksi garam. Kualitas air bahan baku juga mempengaruhi hasil produksi garam. Hasil uji kualitas dan kuantitas garam dengan aplikasi filter menunjukkan di pantai selatan Jawa Timur menunjukkan kualitas NaCl 98.13%, kadar air 5,44 %, nilai presentasi keputihan garam 80,5% dan kuantitas produksi 7 kg/m², sementara itu, pada uji coba di Pantai Utara Jawa Timur menunjukkan kualitas garam 98.25%, kadar air 5.37%, nilai presentase keputihan garam 79% dan kuantitas produksi garam 7.8%. Sementara itu hasil garam dengan tidak menggunakan filter menunjukkan kuantitas produksi garam pada uji coba desain di Pantai Utara Jawa Timur adalah 6,5 kg/m². kandungan NaCl adalah sekitar 95%, warna garam berwarna putih.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Program Riset dan Inovasi Indonesia Maju, Badan Riset dan Inovasi Nasional (RIIM BRIN) dengan nomor kontrak 1609.2/UN10.C10/TU/2022. Selain itu penulis mengucapkan terima kasih kepada Kelompok Usaha Garam Bajul Mati Sejahtera, IKM Bojogan dan CV. Nusantara Agro Mandiri atas terlaksananya penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Amin A., A., Yanuar A., T., Salamah L., N., dan Kurniawan A. (2021). Analysis of salt location suitability in Tuban regency, East Java by using salt suitability index (SSI). *AIP Conference Proceedings*, 2353. 1-6.
- Amin, A.A., Yanuar, A.T., Kurniaty, R., Hakim, L., Ardian, G., Amenan, Kurniawan, A. (2023). Greenhouse Salt Tunnel as Innovation to Create Salt Production in the South Coast Malang Regency, Indonesia: Greenhouse Salt Tunnel as Innovation to Create Salt Production. *Indonesian Journal of Environment and Sustainable Development*, 14 (1), 14-21.
- Anwar, S., & Hidayah, Z. (2020). Studi Kerentanan Wilayah Dan Ketahanan Masyarakat Pesisir Kecamatan Gedangan Kabupaten Malang Terhadap Bencana Tsunami. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 1(1), 19-28.
- Aulia B., U., dan Jasilah N. (2019). Faktor Pengembangan Kawasan Pegaraman (Studi Kasus : Kawasan Pegaraman Kabupaten Pamekasan). *Jurnal Penataan Ruang*, 14. 28-33
- Azwir H., H., dan Patriani O. (2017). Perbaikan Pengelolaan Pergudangan Melalui Penerapan Sistem Informasi Pergudangan di CV. ABB. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 16. 010-024.

- Bramawanto, R., Sophia, L.S, Ifan R S., Hari P. (2015). Struktur Dan Komposisi Tambak Teknologi Ulir Filter Untuk Peningkatan Produksi Garam Rakyat. *J. Segara*.11 (1) , 1-11
- Daulay A., N. (2019). Analisis Pasar Komoditi Garam di Indonesia. *J. Ilmu Ekonomi dan Keislaman*, 7, 176-191.
- Dewi, A. E. P., Hidayah, Z., Farid, A., & Wiyanto, D. B. (2022). Karakteristik dan Distribusi Spasial Bahan Organik Pada Sedimen Dasar Perairan Teluk Pacitan Jawa Timur. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 8(2), 267-278.
- Dharmayanti S., Suharno dan Rifin A. (2013). Analisis Ketersediaan Garam Menuju Pencapaian Swasembada Garam Nasional yang Berkelanjutan (Suatu Pendekatan Model Dinamik). *Jurnal Sosial Ekonomi*, 8.
- Qomariyah, L., Arisandi, A., Hidayah, Z., & Farid, A. (2023). Kajian Morfometrik dan Tingkat Kematangan Gonad Rajungan (*Portunus pelagicus*) di Pagagan Pamekasan. *Akuatika Indonesia*, 8(2), 87-95.
- Heru, S., Rokhatia N., Gunawan, W., Santosa. (2015). Development of Traditional Salt Production Process for Improving Product Quantity and Quality in Jepara District, Central Java, Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*. 23 :175 – 178.
- Jaziri, A. A., Setiawan W., A. A Prihanto.,Kurniawan A. (2018). Preliminary design of a lowcost greenhouse for salt production in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 137 (1).
- Kurniawan, A., Syafii, M, I., Ardian, G., Jaziri, A.A., Amin, A.A., Budiyanto, Amenan M., Lutfi, N. S., & Wa-hyu, B. S. (2019). Continuously Dynamic Mixing (CDM) Method and Greenhouse Salt Tunnel (GST) Technology for Sea Salt Production throughout the Year. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 11(2):82–91.
- Kurniawan A., A.A Jaziri., A. A Amin., L.N Salamah. (2019). Indeks Kesesuaian Garam Untuk Menentukan Kesesuaian Lokasi Produksi Garam; Analisis Lokasi Produksi Garam Di Kabupaten Tuban Dan Probolinggo. *J. Fisheries and Marine Research*. 3 (2): 236-244.
- Lestari, M.M. (2013). Potensi dan Tantangan Pengelolaan Sumber Daya Kelautan dalam Penciptaan Masyarakat Pesisir Yang siap Menjawab Perkembangan Zaman. *Jurnal Selat*, 1 (1), 8-12.
- Onie, W. J., Ary, Dwi K., Allicya, I. P. (2021). Karakteristik Fisik Tanah Tambak Garam Pamekasan. *J. Fisheries and Marine Research*. 5 (2): 223-226.
- Prihantini, C. I., Syaikat, Y., Fariyanti, A. (2016). Pola Bagi Hasil Usaha Garam Rakyat di Kabupaten Pamekasan, Jawa Timur. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 4 (1), 1-16.
- Rocha, R. D. M., Costa, D. F., Lucena-Filho, M. A., Bezerra, R. M., Medeiros, D. H., Azevedo-Silva, A. M., & Xavier-Filho, L. (2012). Brazilian solar saltworks-ancient uses and future possibilities. *Aquatic Biosystems*, 8(1), 8.
- Rodrigues, C. M., Bio, A., Amat, F., & Vieira, N. (2011). Artisanal salt production in Aveiro/Portugal-an ecofriendly process. *Saline systems*, 7(1), 1-14.
- Rusdi (2018). The Effect Factors of Supply Salt In Indonesia. *Scientific Journal of Reflection: Economic, Accounting, Management and Bussines*.1 (2): 141-150
- Sainz-López, N. (2017). Comparative analysis of traditional solar saltworks and other economic activities in a Portuguese protected estuary. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 46(1), 171–189.
- Siswoyo, P. M. (2009). Pasir Pantai Selatan Povinsi Jawa Timur dalam Mortar. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*. 1 (2): 109-120
- Standard Nasional Indonesia. (2017). SNI 4435:2017 (Garam bahan baku untuk garam konsumsi beriodium). Badan Standardisasi Nasional.

Statistik KKP. (2019). Data Produksi Garam. <https://statistik.kkp.go.id/home.php?m=garam&i=107>

Sudaryana B., dan Pramesti P. (2018). The Strategy of Welfare Improvement for Salt Farmers in Indonesia. *MATEC Web of Conf*, 150. 05062

Zainuri, M., Effendy M, Muchsoni F.F., Hafiluddin, Budianto A., Syaiful, M. (2020). Pemetaan Lahan Garam di Jawa Timur. UTM PRESS, Madura