

**STUDI KOMPARATIF EFEKTIVITAS PENUAAN AIR LAUT DENGAN
TEKNIK TRADISIONAL DAN TEKNIK PEMANASAN AIR
UNTUK PRODUKSI GARAM**

*THE COMPARATIVE STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF SEAWATER AGING
WITH TRADITIONAL TECHNIQUES AND WATER HEATER TECHNIQUE
FOR SALT PRODUCTION*

Roberto Patar Pasaribu*, Anasri Tanjung, Aris Kabul Pranoto, Rani Dewi Ryani

*Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang, Jl. Lingkar Luar Tanjungpura-Klari, Karawang Barat,
Jawa Barat, Indonesia*

Teregistrasi I tanggal: 02 Januari 2024; Diterima setelah perbaikan tanggal: 16 Januari 2024; Disetujui
terbit tanggal: 31 Januari 2024

ABSTRAK

Garam merupakan salah satu produk dari sumberdaya kelautan yang merupakan komoditi strategis sebagai bahan baku industri dan bahan pangan bagi masyarakat. Namun kondisi penggaraman nasional sampai saat ini masih belum kondusif, hal ini karena produksi garam, baik kuantitas maupun kualitas, masih belum mencukupi dan memadai untuk memenuhi kebutuhan garam nasional. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas teknik tradisional dan teknik pemanasan dalam penuaan air laut untuk proses kristalisasi air laut dalam pembuatan garam. Dengan penelitian ini diharapkan adanya inovasi teknologi terbaru untuk mempercepat waktu pembuatan garam dengan kualitas terjaga, kuantitas yang baik dan menguntungkan sehingga kebutuhan garam nasional dapat terpenuhi. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan teknik pemanasan lebih efektif dari teknik tradisional karena dapat meminimalisir waktu penuaan air laut dan dapat menambah kuantitas garam yang dihasilkan.

Kata kunci: kristalisasi, penuaan air laut, kualitas garam

ABSTRACT

Salt is a product from marine resources which is a strategic commodity as an industrial raw material and food for the community. However, the condition of national salting is currently still not conducive, this is because salt production, both quantity and quality, is still insufficient and sufficient to meet national salt needs. This research aims to compare the effectiveness of traditional techniques and heating techniques in aging seawater for the seawater crystallization process in making salt. With this research, it is hoped that there will be the latest technological innovations to speed up the time for making salt with maintained quality, good quantity, and profit so that national salt needs can be met. From this research, it can be concluded that the use of heating techniques is more effective than traditional techniques because it can minimize the aging time of seawater and increase the quantity of salt produced.

Keywords: crystallization, seawater aging, salt quality

Korespondensi penulis:

*Email: robertopasa37@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/plgc.v5i1.14059>

PENDAHULUAN

Garam merupakan salah satu sumberdaya kelautan yang merupakan komoditi strategis sebagai bahan baku industri dan bahan pangan bagi masyarakat Indonesia. Oleh karena itu kegiatan produksi, penyediaan, pengadaan dan distribusi garam menjadi sangat penting dalam untuk menunjang kesehatan masyarakat melalui program *iodisasi*, peningkatan pendapatan dan kesejahteraan petani garam dan juga dalam rangka memenuhi kebutuhan masyarakat dan industri dalam negeri (Pangestu, 2018).

Kondisi penggaraman nasional saat ini masih belum kondusif, penyebabnya adalah karena produksi garam, baik kuantitas maupun kualitas, masih belum mencukupi dan memadai untuk memenuhi kebutuhan garam nasional. Berdasarkan pendataan dari pusat statistik, kebutuhan garam nasional sekitar 3 juta ton per tahun terdiri dari atas garam konsumsi 1,5 juta ton dan garam industri 1,5 juta ton sedangkan total produksi garam nasional hanya mencapai sekitar 1,3 juta ton pertahun, akibatnya untuk memenuhi kebutuhan pasar garam konsumsi saja garam rakyat masih belum mencukupi (Triajie & Insafitri, 2012).

Penggaraman rakyat saat ini masih belum mampu menghasilkan kualitas garam yang memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) dan belum dapat bersaing dengan garam yang berasal dari impor. Kualitas garam yang dihasilkan oleh petambak memiliki kadar NaCl di bawah 94%, sedangkan garam konsumsi harus memenuhi kadar NaCl > 94,7% dan garam industri di atas 99%. Kualitas garam yang dihasilkan secara tradisional umumnya diolah kembali untuk menghasilkan garam konsumsi maupun garam industri. Pembuatan garam dilakukan dengan beberapa kategori berdasarkan perbedaan kandungan NaCl nya yaitu penguapan dengan sinar matahari di tambak pembuatan garam dan

kemudian terbentuk kristal dari senyawa NaCl (Hadi & Ahied, 2017).

Penggaraman secara tradisional adalah proses kristalisasi dengan memanfaatkan panas matahari untuk memanaskan dan menguapkan air laut, sedangkan penggaraman dengan pemanasan air laut adalah proses kristalisasi dengan memanaskan air laut. Teknik pemanasan air laut ini digunakan jika sinar matahari tidak mencukupi untuk pengupuan air agar terjadi penguapan dan kristal garam. Garam yang dihasilkan dari proses penguapan dan kristalisasi air laut secara tradisional dikenal sebagai garam kasar (krosok). Garam krosok (Crude Solar Salt) mempunyai kadar natrium klorida (NaCl) yang rendah dan mempunyai zat pengotor magnesium sulfat (MgSO₄) dan kalsium sulfat (CaSO₄) serta magnesium klorida (MgCl₂). Garam krosok ini tidak dapat dikonsumsi karena kadar NaCl nya masih dibawah Standar Nasional Indonesia (SNI) (Pasaribu *et al.*, 2022).

Berbagai cara pembuatan garam, tetapi cara yang dinilai masih tepat untuk digunakan pada waktu sekarang adalah cara pembuatan garam yang proses penguapannya menggunakan tenaga matahari (*solar evaporation*). Pembuatan garam dari air laut pada dasarnya terdiri dari proses pemekatan (penuaan air laut) dengan menguapkan airnya dan pemisahan garamnya (dengan kristalisasi). Bila seluruh zat yang terkandung diendapkan/dikristalkan akan terdiri dari campuran bermacam-macam zat yang terkandung, tidak hanya Natrium Klorida (NaCl) yang terbentuk tetapi juga beberapa zat yang tidak diinginkan ikut terbawa (*impurities*) (Langke *et al.*, 2021)

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas teknik tradisional dan teknik pemanasan dalam penuaan air laut untuk proses kristalisasi dalam pembuatan garam. Dengan penelitian ini kita dapat mengetahui inovasi teknologi terbaru untuk mempercepat waktu pembuatan garam

dengan kualitas terjaga, kuantitas yang baik dan menguntungkan sehingga kebutuhan garam nasional dapat bersaing dengan garam import yang dilakukan karena masih kekurangan garam, baik dalam kualitas maupun kuantitasnya.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan dari bulan Maret 2020 sampai dengan Juni 2020

yang berlokasi di PT. Ramsol Garam Kristal Indonesia Desa Cemara, Kecamatan Losarang, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan digunakan adalah peralatan untuk melakukan pemekatan atau penuaan air laut. Peralatan dan bahan yang digunakan terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan
Table 1. Tools and Materials

No	Nama Alat dan Bahan	Kegunaan
1	Bak Geo-membran dan Fiber gelas	Wadah kristalisasi (rumah garam)
2	Ramsol	Bahan Aditif (bahan mengikat polutan)
3	Pemanas Listrik	Untuk pemanas air laut
4	Boume meter	Untuk mengukur kadar kekentalan air asin
5	Termometer air	Untuk mengukur suhu
6	Pompa Air listrik	Untuk memindahkan air laut ke kolam
7	Paralon	Untuk mengalirkan air laut

Jenis dan Sumber Data

Jenis dan sumber data yang di pergunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung di lapangan melalui pengamatan (*observasi*), wawancara (*interview*).
2. Data sekunder adalah data yang didapatkan dari sumber lain yang berfungsi sebagai pendukung, yang diperoleh dari laporan hasil penelitian, modul, dan jurnal yang sudah ada.

Penuaan Air Laut

Penuaan air laut adalah proses penguapan air laut agar memperoleh kadar garam yang tinggi sehingga mempercepat agar air laut dapat mengkristalisasi. Karena air laut murni (sebelum adanya penuaan air) hanya 3,5% berpotensi menjadi garam dari 1 liter air laut hanya mendapat 3,5 gram dengan keadaan air seluruhnya

mengering. Sehingga penting adanya penuaan air laut sebelum masuk dalam proses kristalisasi garam agar mendapatkan hasil lebih banyak dan mempercepat waktu pemanenan (Pranowo et al., 2015).

Zat Aditif Ramsol

Ramsol adalah campuran kimia yang kegunaannya sama seperti tawas untuk menjernihkan air tetapi perbedaannya, jika ramsol itu berbahan alami mengikat semua kotoran serta membuat garam meningkat kandungan NaCl dan mengikat jika diberikan yodium. Sedangkan tawas hanya berfungsi untuk memisahkan kotoran yang terlihat kasat mata saja, tidak mengikat yodium dan NaCl, dan berbahan kimia. Ramsol akan benar-benar mengikat semua jenis kotoran yang terdapat pada air walaupun diaduk kembali maka kotoran tersebut akan kembali terikat (Efendy et al., 2013).

Pembuatan Garam

Pembuatan garam biasanya dilakukan dengan cara melakukan penguapan dan pengkristalan air laut dengan memanfaatkan sinar matahari. Proses kristalisasi air laut terbagi beberapa tahapan, yaitu pemindahan air laut kedalam kolam-kolam yang ada di pinggir pantai dan menguapkan air laut (Santosa, 2014). Proses pembuatan garam tersebut adalah sebagai berikut :

1. Mengalirkan air laut melalui aliran sungai kecil sekitar lahan garam
Sungai kecil ini berfungsi mengalirkan air dari laut lepas yang memiliki kepekatan 2° Be - 5° Be ke lahan penampungan yang berada disekitar pantai.
2. Kolam penampung air muda (*Buffer*)
Kolam penampung air muda berguna sebagai penampung air laut yang dialirkan melalui aliran sungai kecil. Pengisian air laut ke kolam penampung dilakukan dengan cara saat pasang air laut atau dengan pompa air, tergantung dari jarak lahan dengan aliran sungai kecil.
3. Penuaan air laut
Penuaan air laut terdiri dari dua metode yaitu:
 - a. *Evaporator*: berfungsi untuk memutarakan air laut ke kolam-kolam agar terjadi penguapan menggunakan pompa air. Semakin panjang perjalanan air maka penguapan akan semakin cepat kepekatan air meningkat.
 - b. *Magic Tube* (MT): adalah alat yang berfungsi untuk memecahkan partikel air agar menjadi lebih kecil hingga mudah mengalami penguapan dan pemekatan air laut. Pengaliran air dari aliran sungai kecil ke MT menggunakan dong feng 4inc (pompa besar bertekanan 2000 m²) dengan bahan bakar solar.
4. Kolam Penampung air tua (*Bunker*)
Setelah melakukan proses penuaan air laut kemudian dimasukkan ke

dalam kolam penampung air tua (*bunker*) yang berfungsi untuk menampung air tua yang didapat dari kolam ulir dan untuk proses pencampuran air tua dengan zat aditif Ramsol.

5. Kolam Kristalisasi
Bila air tua dalam kolam penampung air tua kepekatannya sudah mencapai 20-25°Be dan sudah dicampurkan Ramsol, air tua tersebut siap dialirkan ke kolam kristalisasi. Perpindahan air tua ke kolam kristalisasi ada dua cara yaitu:
 - a. Langsung dilepas ke kolam kristalisasi, dimana air tua yang berada didalam kolam kristalisasi dalam waktu 7 -10 hari akan terjadi proses pengkristalan garam yang diperoleh dari penguapan air tua dengan tenaga matahari.
 - b. Menggunakan pemanas air (*water heater*) sebelum masuk kolam kristalisasi, hal ini akan mempercepat pengkristalan garam dalam waktu hanya 3-5 hari. Penggunaan *water heater* hanya dapat memekatkan air tua hingga 25°Be. Percobaan penggunaan *water heater* dibedakan menjadi dua alat yaitu satu *water heater* tidak menggunakan *aluminium tape* dan yang menggunakan *aluminium tape*.
6. Kristalisasi
Kristalisasi merupakan suatu pembentukan partikel padatan di dalam sebuah fasa homogen. Kristal garam terbentuk dari larutan homogen air laut dengan konsentrasi 25-29°Be. Faktor yang sangat berpengaruh pada ukuran kristal adalah kecepatan nukleasi dan *growth rate* yang dipengaruhi oleh supersaturasi. Supersaturasi merupakan suatu kondisi dimana konsentrasi padatan dalam suatu larutan melebihi konsentrasi jenuh larutan tersebut (Hadi & Ahied,

2017). Ada 2 cara pengkristalan, yaitu dengan teknik konvensional dan teknik semi intensif. Teknik konvensional yaitu pembuatan garam yang masih sederhana, belum menggunakan teknologi apapun, masih menggunakan media tanah dan pengaliran air menggunakan kincir bertenaga angin. Sedangkan teknik semi intensif yaitu pembuatan garam yang sudah menggunakan teknologi seperti menggunakan media geomembran, pemasokan air menggunakan pompa air, mempunyai tempat penyimpanan air tua dan air muda. Perbedaan mencolok dalam teknik konvensional dengan semi intensif hanyalah pada media yang digunakan (Listanti & Musthafa, 2020).

Untuk mempercepat proses kristalisasi dan memperoleh hasil garam

yang lebih baik, air laut dicampur dengan zat aditif Ramsol. Setelah proses ramsolisasi selesai, kemudian dilakukan proses kristalisasi campuran air laut dan zat aditif Ramsol. Proses kristalisasi campuran tersebut ada dua cara, yaitu :

- a. Pemanasan dengan tenaga matahari
Air laut tua yang sudah mencapai kepekatan be 20 dapat langsung di lepaskan kolam produksi untuk proses kristalisasi dengan pemanasan langsung dari matahari dan membutuhkan waktu 5-7 hari penjemuran dimusim panas, jika dimusim hujan waktu yang dibutuhkan 10-15 hari.
- b. Pemanasan dengan *Water Heater*
Sebelum masuk kolam produksi, air tua dimasukkan terlebih dahulu kedalam *water heater* untuk menambah pekat kandungan garamnya dan membuat pengkristalan lebih cepat hanya 3-5 hari.



Gambar 1. Kolam kristalisasi tradisional
Figure 1. Traditional crystallization pool

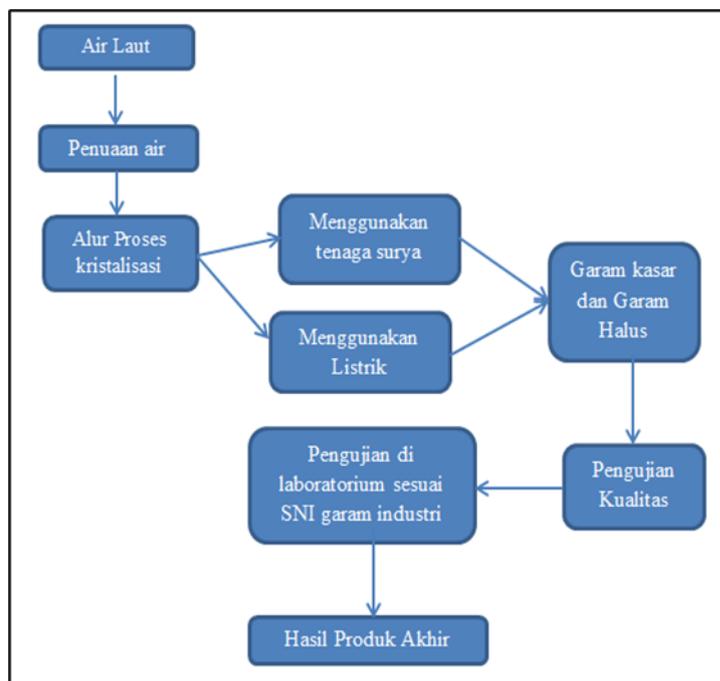


Gambar 2. Kolam kristalisasi Semi Intensif
Figure 2. Semi-Intensive crystallization pool

Tahapan Penelitian:

Tahapan pengamatan dan pengukuran dalam penelitian dilakukan

dengan tahapan sebagai berikut (Gambar 3):



Gambar 3. Tahapan Penelitian
Figure 3. Research Stages

HASIL DAN BAHASAN

HASIL

Penuaan Air Laut

Air laut yang dibutuhkan diambil langsung dari sungai kecil di sekeliling lahan dan di lahan dibuat kolam (*buffer*)

untuk menampung air laut. Penuaan air laut dijalankan menggunakan mesin pompa dong feng yang bertekanan 200 RPM agar dapat mendorong air dan memecah partikel-partikel air, setelah itu air diulir dan dimasukkan dalam *bunker*. Penuaan air dalam 10 jam dapat menghasilkan kepekatan Be 11, untuk

mendapatkan Be 20 maka air tersebut diulir kembali dalam satu hari. Penuaan air laut memiliki dua tipe yaitu tipe tunggal dan tipe cabang, untuk kegunaan keduanya sama tetapi yang membedakan hanyalah tekanan angin (hidrogen), kedua tipe terlihat pada Gambar 4. dan Gambar 5.



Gambar 4. Penuaan Air Laut tipe Tunggal
 Figure 4. Single type seawater aging



Gambar 5. Penuaan Air Laut tipe cabang
 Figure 5. Branch type seawater aging

Manajemen Air Laut

Manajemen air dibutuhkan agar air dapat memenuhi target kebutuhan pengisian kolam kristalisasi. Jika tidak dihitung maka target hasil garam akan meleset dari waktu yang sudah ditargetkan dan mempermudah waktu panen secara bergantian tidak

membuang-buang waktu. Berikut jumlah air yang dibutuhkan dalam 1 hari:

- jumlah kolam adalah = 341 kolam
- rotasi 1x panen adalah = 7 hari
- ukuran kolam = 4x25m
- tinggi air 10 cm = 0,1m

Dengan ketentuan diatas, dapat dihitung kebutuhan air laut untuk memperoleh garam sebagai berikut:

$$\frac{\text{jumlah kolam}}{\text{rotasi panen}} = \frac{341 \text{ kolam}}{7 \text{ hari}} = 49 \text{ kolam/hari}$$

$$\text{ukuran kolam} \times \text{tinggi air} = 100\text{m}^2 \times 0,1\text{m} = 10 \text{ m}^3$$

$$\text{jml air} \times \text{jml kolam} = 10.000 \text{ liter} \times 49 = 490.000 \text{ liter/hari}$$

Hasil perhitungan diatas menunjukkan jumlah air laut yang dibutuhkan dalam

sehari untuk proses kristalisi adalah 490.000 liter/hari.

Ramsolisasi

Ramsol adalah zat aditif yang merupakan campuran kimia berguna menjernihkan air laut dengan mengikat semua kotoran serta membuat garam meningkatkan kandungan NaCl jika diberikan yodium. Ramsolisai dilakukan didalam *bunker*, setiap 700 gram ramsol digunakan untuk 2000 liter air tua, ramsol tidak baik digunakan secara berlebihan ataupun kurang dari takaran. Cara penggunaan bubuk Ramsol yaitu melarutkan ramsol dalam air terlebih dahulu lalu dicampurkan keseluruhan bagian *bunker* hingga merata semuanya, selama beberapa menit maka kotoran-kotoran yang terlarut dalam air laut akan terikat dengan ramsol (Pasaribu et al., 2022).

Menghitung ramsol yang dibutuhkan dalam sehari: $\frac{490.000}{2000} = 245$ bungkus atau $245 \times 700 \text{ gr} = 171.500 \text{ gr}$ bubuk ramsol.

Uji Laboratorium Air Kristal

Hasil uji terhadap air tua dilakukan dilaboratorium dan menghasilkan nilai konsentrasi dari zat kimia pada air tua tersebut. Adapun parameter di uji adalah kadar air, Natrium Klorida (NaCl), bagian tidak terlarut, serta cemaran logam seperti : Timbal (Pb), Tembaga (Cu), Raksa (Hg0 dan Arsen (As). Kadar parameter air kristal kemudian dibandingkan dengan baku mutu SNI (Wibowo, 2020). Hasil uji lab air kristal serta ambang batas yang dikeluarkan SNI terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji lab air kristal dan ambang batas SNI
 Table 2. Crystal water lab test results and SNI thresholds

No	Parameter	Kadar	Batas Ambang SNI	Satuan
1	Kadar Air	8,12	Max. 7	%.
2	Natrium Klorid (NaCl)	86,6	Min. 94,7	%
3	Bagian tidak larut dalam Air	0,08	Min. 0,5	0%,
4	Cemaran Logam:			
	Timbal (Pb)	< 0,040	Max. 10,0	mg/kg
	Tembaga (Cu)	< 0,005	Max. 10,0	mg/kg
	Raksa (Hg)	< 0,005	Max. 0,1	mg/kg
	Arsen (As)	< 0,003	Max. 0,1	mg/kg

Kristalisasi

Setelah proses ramsolisasi selesai, kemudian dilakukan proses kristalisasi campuran air laut dan zat aditif Ramsol.

Dalam proses kristalisasi dilakukan pengamatan hubungan antara salinitas dengan ketinggian air setiap hari, dari mulai hari pertama sampai panen garam (Tabel 3)

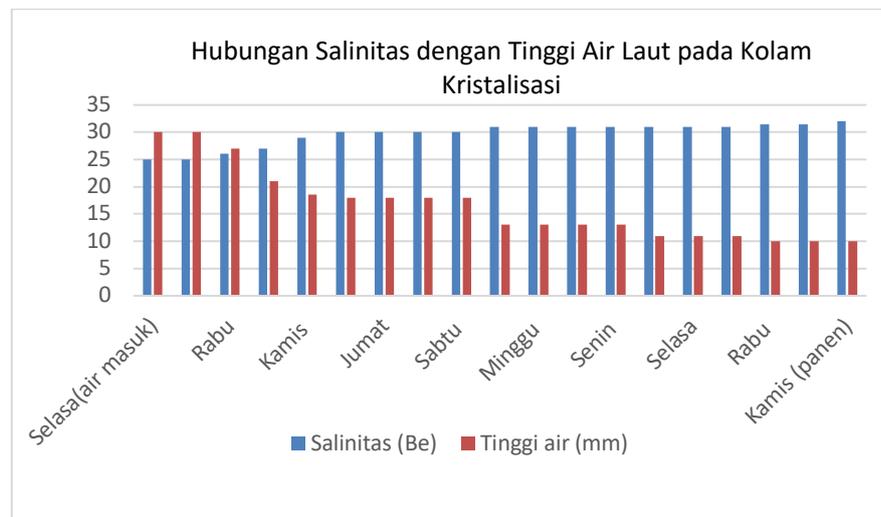
Tabel 3. Hubungan Salinitas dan tinggi air pada proses Kristalisasi
 Table 3. Relationship between salinity and water level during the crystallization process

No	Hari	Pukul	Salinitas (Be)	Tinggi air (Cm)
1	Selasa(air masuk)	13.00	25	3,0
		10.30	25	3,0
2	Rabu	14.30	26	2,7
		16.00	27	2,1
3	Kamis	08.30	29	1,9
		16.00	30	1,8
4	Jumat	08.30	30	1,8
		16.00	30	1,8
5	Sabtu	08.30	30	1,8

No	Hari	Pukul	Salinitas (Be)	Tinggi air (Cm)
6	Minggu	16.00	31	1,3
		08.30	31	1,3
7	Senin	16.00	31	1,3
		08.30	31	1,3
8	Selasa	16.00	31	1,1
		08.30	31	1,1
9	Rabu	16.00	31	1,1
		09.30	31,5	1,0
10	Kamis (panen)	16.00	31,5	1,0
		08.00	32	1,0

Dari hasil pengamatan selama 10 hari dapat diketahui bahwa semakin Be naik maka tinggi air semakin berkurang akibat penguapan dimana penguapan air terjadi pada pukul 09.00 hingga pukul 16.00. sehingga tinggi air ditentukan banyaknya air yang menguap. Pada proses penguapan terjadi perpindahan

massa air ke udara dalam bentuk uap air sehingga terjadi pengeringan pada permukaan yang mengakibatkan berkurangnya air laut (Soemargono & Widodo, 2018). Dari hasil pengukuran pada Tabel 3 kemudian dibuat grafik hubungan salinitas dan tinggi air pada kolam kristalisasi (Gambar 6)



Gambar 6 . Grafik hubungan salinitas dan tinggi air pada kolam kristalisasi
 Figure 6. Graph of the relationship between salinity and water level in the crystallization pond

Untuk mengetahui garam yang dihasilkan dari jumlah air laut yang digunakan adalah :

- Air yang menguap :

$$\frac{jml\ air\ sisa}{jml\ air\ awal} \times 100\%$$

$$= \frac{1000l}{3000l} \times 100\%$$

$$= 33,3\%$$
- Garam yang dihasilkan :

$$\frac{1}{3,5\%} \times sisa\ air\ garam$$

$$= \frac{1}{3,5\%} \times 1000l$$

$$= 285,7\ kg$$

BAHASAN

Analisis Kadar Air

Kadar air garam yang diuji memiliki kadar 8,12%. Hasil pengujian tersebut lebih tinggi dari syarat jumlah

kadar air maksimal untuk bahan baku untuk industri garam beriodium (SNI 01-4435-2000) yaitu maksimal 7% (Wibowo, 2020). Dengan demikian, kadar air pada garam hasil produksi tidak memenuhi syarat mutu bahan baku untuk industri garam beriodium. Sedangkan untuk hasil ramsol yang menggunakan tenaga surya mempunyai hasil 4,40%, kadar ini lebih rendah dengan syarat jumlah kadar air maksimal untuk bahan baku untuk industri garam beryodium. Penyebab keadaan ini bisa terjadi dikarenakan saat produksi masih dalam musim hujan, maka pengkristalan garam kurang maksimal sehingga garam masih banyak mengandung air berlebih.

Analisis Natrium Klorid (NaCl)

Kadar NaCl pada garam yang diuji adalah 86,6%. Kadar ini lebih rendah dari syarat jumlah Natrium Clorida (NaCl) minimal untuk bahan baku untuk industri garam beriodium (SNI 01-4435-2000) yaitu minimal 94,7% (Wibowo, 2020). Sehingga, jumlah kandungan NaCl pada garam hasil produksi belum memenuhi syarat mutu garam bahan baku untuk industri garam beriodium. Penyebab rendahnya kadar NaCl garam hasil produksi disebabkan kondisi masih musim hujan dan pengkristalan garam masih kurang maksimal sehingga pengikatan NaCl masih rendah karena panas hanya lewat atas saja tidak ada panas dari tanah karena kondisi tanah lembab.

Analisis Bagian Tidak Larut Dalam Air

Kadar tidak larut dalam air yaitu 0,08%, hasil ini lebih rendah dari syarat jumlah bagian tidak larut dalam air

maksimal untuk bahan baku untuk industri garam beriodium (SNI 01-4435-2000) yaitu minimal 0,5% (Wibowo, 2020). Bagian tidak larut dalam air mempengaruhi percepatan pengkristalan dan tingginya NaCl, jika bagian tidak larut dalam air lebih banyak maka kandungan NaCl akan semakin sedikit dan mendapatkan hasil garam yang kotor.

Analisis Cemar Logam

Logam yang diuji sesuai SNI 01-4435-2000 yaitu timbal (Pb) memiliki kadar <0,040 mg/kg, tembaga (Cu) memiliki kadar <0,005 mg/kg, raksa (Hg) dengan kadar <0,005 mg/kg dan arsen (As) kadar <0,003 mg/kg. Hasil pengujian kadar pada logam hampir semua memiliki kadar lebih rendah dari syarat maksimum cemaran logam untuk bahan baku untuk industri sesuai (SNI 3556:2010) yaitu minimal timbal 10,0 mg/kg, tembaga 10,0 mg/kg, raksa 0,1 mg/kg, dan arsen 0,1 mg/kg (Wibowo, 2020). Dengan hasil ini menunjukkan zat ramsol dapat memisahkan air laut dari logam-logam berbahaya yang tercemar dan ramsol juga tidak mengandung zat kimia berbahaya.

Perbandingan Nilai Ekonomis

Perhitungan nilai ekonomis dilakukan untuk melihat perbandingan perhitungan nilai ekonomis pada proses kristalisasi secara konvensional dengan panas matahari dan dengan menggunakan water heater untuk proses penguapan. Biaya pembelian bahan yang diperlukan untuk melakukan proses kristalisasi dengan cara konvensional menggunakan panas matahari untuk 1 kolam ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Biaya proses kristalisasi cara konvensional dengan tenaga matahari

Table 4. Costs of the conventional crystallization process using solar power

No	Alat	Harga	Jumlah
1	Biaya Listrik 1bulan	Rp. 500.000@lahan	Rp. 500.000
2	Plastik geomembran	Rp. 2.400.000/roll	Rp. 2.400.000
3	Paralon 4 inc (2)	Rp. 168.000/batang	Rp. 336.000
4	Paralon 2 inc (3)	Rp. 55.000/batang	Rp. 165.000
5	Paralon 3 inc (2)	Rp. 99.500/batang	Rp. 199.000
6	Paralon 1 inc (2)	Rp. 30.000/batang	Rp. 60.000
TOTAL			Rp. 3.660.000

Biaya pembelian bahan yang diperlukan untuk melakukan proses kristalisasi dengan cara pemanasan

dengan menggunakan water heater untuk 1 kolam ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Biaya proses kristalisasi menggunakan *water heater*
Table 5. Cost of the crystallization process using a water heater

No	Alat	Harga	Jumlah
1	Water heater (2)	Rp.15.000	Rp.30.000
2	Almunium tape roll	Rp 60.000	Rp.60.000
3	Listrik Water heater	Rp.1.467/Kwh/hari	Rp.35.214/ bulan
4	Biaya Listrik 1bulan	Rp. 500.000@lahan	Rp. 500.000
5	Plastik geomembran	Rp. 2.400.000/roll	Rp. 2.400.000
6	Paralon 4 inc (2)	Rp. 168.000/batang	Rp. 336.000
7	Paralon 2 inc (3)	Rp. 55.000/batang	Rp. 165.000
8	Paralon 3 inc (2)	Rp. 99.500/batang	Rp. 199.000
9	Paralon 1 inc (2)	Rp. 30.000/batang	Rp. 60.000
TOTAL			Rp. 3.782.214

Perbandingan garam yang diperoleh hasil proses kristalisasi dengan cara tradisional menggunakan tenaga matahari dan cara pemanasan air menggunakan water heater diperoleh :

- Menggunakan tenaga matahari :
Setiap 1 kolam berisi 10.000 liter air dapat menghasilkan paling banyak 1 ton garam/7 hari jika dimusim panas dan di musim penghujan hanya mendapatkan 500 kg sekali panen, sehingga garam yang diperoleh selama 1 bulan mendapatkan 4-5 ton.
- Menggunakan *water heater* :
Untuk 4 liter diperoleh garam sebanyak = 750 gram
Jika 1 kolam = 10.000 liter, maka akan diperoleh garam = $\frac{10.000}{4} = 2.500 \times 750 \text{ gram} = 1.875 \text{ kg} =$

1,875 ton/panen. Jadi, satu kolam setiap 5 hari dapat menghasilkan garam 1,875 ton, sehingga selama 1 bulan dapat menghasilkan garam sebanyak 11,25 ton.

Jadi, dapat dilihat bahwa penggunaan *water heater* selain memperkecil waktu produksi juga dapat memberikan keuntungan yang lebih besar dari hasil panen dengan metode tenaga surya.

Perhitungan Nilai Ekonomis Produksi Garam

Berdasarkan hasil perhitungan garam yang dihasilkan dari proses kristalisasi dengan ke-2 cara diatas maka dapat dilakukan perhitungan nilai ekonomis produksi garam.

Jika harga garam Ramsol 1 kg dijual dengan harga = Rp.1000/ kg dan harga

garam petani dijual dengan harga Rp.500/kg, maka perhitungan ekonomis yang dihasil dengan tenaga matahari adalah $4 \text{ ton} \times \text{Rp.1000} = \text{Rp.4.000.000/kolam/bulan}$ sedangkan Nilai ekonomis garam yang dihasilkan dengan

tenaga listrik adalah $11,25 \text{ ton} \times \text{Rp.1.000} = \text{Rp.11.250.000/kolam/bulan}$

Secara umum perhitungan nilai ekonomis produksi garam hasil kristalisasi secara konvensional dengan panas matahari dan pemanasan dengan water heater terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai ekonomis produksi garam cara tradisional dan *water heater*
 Table 6. The economic value of salt production, traditional methods and water heaters

Produksi Garam	Teknik Tradisional dengan panas matahari	Teknik Pemanasan dengan Water Heater
Jumlah garam yang didapatkan per panen	1 kolam ukuran 25m x 4m dengan ketinggian 10 cm air = 10.000 L air = 1 ton garam/ panen (7 hari)	1 kolam 25m x 4m x 10 cm = 10.000 L $\Rightarrow \frac{10.000}{4} = 2.500 \times 750 \text{ gram} = 1.875 \text{ kg} = 1,875 \text{ ton/panen (5 hari)}$
Hasil Per bulan	1 ton x 4 panen = 4 ton	1,875 ton x 6 panen = 11,25 ton
Hasil jumlah penjualan	4 ton x Rp. 1000 = Rp.4.000.000/ kolam/ bulan	11,25 ton x Rp.1000/kg = Rp.11.250.000/kolam/bulan
Laba Rugi	Hasil penjualan - total pengeluaran = Rp.4.000.000 - Rp.3.660.000 = Rp.340.000	Hasil penjualan-total pengeluaran = Rp.11.250.000 - Rp.3.782.214 = Rp7.464.786

Tabel 6 menunjukkan proses kristalisasi air laut untuk menghasilkan garam cara teknik pemanasan dengan water heater lebih efektif, karena selain memperkecil waktu produksi juga menghasilkan garam yang lebih banyak dibanding dengan teknik tradisional menggunakan pemanasan dengan tenaga matahari. Hal ini bisa terjadi karena proses penguapan akan semakin cepat terjadi apabila suhu air laut dalam kolam semakin tinggi. Semakin tinggi suhu suatu zat cair maka pergerakan molekul di dalamnya akan semakin cepat hingga terjadi tumbukan antar molekul yang akan menyebabkan semakin cepatnya proses perpindahan massa dari cairan ke gas (penguapan) (Albertus Heri Nugroho, 2013).

SIMPULAN

Garam dapat diproduksi dengan melakukan proses kristalisasi dengan penguapan air laut, dimana proses penguapan dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu dengan teknik tradisional dengan menggunakan tenaga matahari dan

teknik pemanasan air dengan waterheater. Hasil pengamatan dan perhitungan menunjukkan bahwa cara teknik pemanasan dengan water heater lebih efektif karena selain memperkecil waktu produksi juga dapat menghasilkan garam yang lebih banyak dibanding dengan teknik tradisional menggunakan tenaga matahari.

Hasil uji laboratorium menunjukkan kadar NaCl pada garam adalah 86,6%, hasil ini lebih rendah dari syarat minimal NaCl untuk bahan baku untuk industri (SNI 01-4435-2000) yaitu minimal 94,7%. Sehingga garam yang dihasilkan belum memenuhi syarat mutu garam bahan baku untuk industri. Penyebab rendahnya kadar NaCl ini kemungkinan karena kondisi musim hujan dan pengkristalan garam masih kurang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

Albertus Heri Nugroho. (2013). *Pengaruh pembukaan katup aliran pada peralatan pembuat garam terhadap nilai be* (1st ed.). Program

- Studi Teknik Mesin Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Sanata Dharma.
- Efendy, M., Sidik, R. F., & Triajie, H. (2013). Penggunaan Zat Aditif Ramsol dalam Meningkatkan Mutu Garam Rakyat. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 6(1), 67–71.
http://journal.trunojoyo.ac.id/jurnal_kelautan/article/view/834
- Hadi, W. P., & Ahied, M. (2017). Kajian Etnosains Madura dalam Proses Produksi Garam sebagai Media Pembelajaran IPA Terpadu. *Rekayasa*, 10(2), 79–86.
- Langke, A., Aminuddin, R., & Azis, H. A. (2021). Pengembangan thKelompok Petani Garam dalam Peningkatan Nilai Ekonomi Pengelolaan Garam Beryodium di Kab. Jeneponto. *Patria Artha Journal of Community (PKM)*, 1(1), 14–22.
<http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=2343095&val=22556&title=PengembanganKelompokPetaniGaramdalamPeningkatanNilaiEkonomiPengelolaanGaramBeryodiumdiKabJeneponto>
- Listanti, R., & Musthafa, M. B. (2020). Pengaruh Jumlah Tunnel Dan Teknik Produksi Terhadap Mutu Garam Rakyat Dengan Teknologi Green House Salt Tunnel. *Pengembangan Sumber Daya Perdesaan Dan Kearifan Lokal Berkelanjutan X*, 63–70.
- Pangestu, R. G. (2018). Perlindungan Hukum terhadap Petambak Garam Rakyat Dikaitkan dengan Berlakunya Peraturan Pemerintah Nomor 9 Tahun 2018 tentang Tata Cara Pengendalian Impor untuk Komoditas Perikanan dan Pegaraman sebagai Bahan Baku dan Bahan Penolong Industri. *Jurnal Hukum Bisnis Dan Investasi*, 10(1), 77–95.
- Pasaribu, R. P., Pranoto, A. K., Anasri, Waluyo, & Suratna. (2022). Analisa kualitas baku mutu garam krosok menjadi garam kesehatan dan industri di kabupaten karawang. *PELAGICUS*, 3(September), 137–149.
- Pranowo, W. S., Brodjonegoro, I. S., & Pusat. (2015). *Ekonomi Biru Sumberdaya Pesisir* (1st ed.). Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Laut dan Pesisir Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan.
- Santosa, I. (2014). Pembuatan Garam Menggunakan Kolam Kedap Air Berukuran Sama Imam. *Spektrum Industri*, 12(1), 1–112.
- Soemargono, & Widodo, L. U. (2018). Metode Mempercepat Pembuatan Garam Rakyat. *Jurnal Teknik Kimia*, 12(2), 69–73.
- Triajie, H., & Insafitri. (2012). Efektifitas Aditif Non-Kimia Dalam Mempercepat Proses Kristalisasi Dan Meningkatkan Kualitas Produksi Garam Rakyat Di Madura. *Jurnal Rekayasa*, 5(2), 95–100.
- Wibowo, A. (2020). *Potensi Pengembangan Standar Nasional Indonesia (SNI) Produk Garam Konsumsi Beryodium Dalam Rangka Meningkatkan Daya Saing*. 79–88.