

Desain Tata Letak Lahan sebagai Kontrol Kualitas Bahan Baku dalam Teknologi Ulir Filter untuk Peningkatan Kualitas Garam Rakyat

Land Layout Design as A Quality Control of Raw Materials in TUF Technology for Improving the Quality of Evaporation Salt

Rikha Bramawanto*, Sophia L Sagala, Ifan R Suhelmi dan Budi Sulistiyo
Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut dan Pesisir
Balitbang Kelautan dan Perikanan - KKP
Jl Pasir Putih 1 Ancol Timur Jakarta Telp : (021) 64711583, Fax : (021) 64711654
*Email: bramawant@gmail.com

ABSTRACT

The main principle in salt processing using filtering – threaded technique is sea water is evaporated by passing it through a series of shallow channels to condense the water into brine with an additional filtering membrane to purify the water. The present study is aimed to gain insight on factors that determine the increasing of salt production in filtering-threaded technique of salt processing. In the filtering-threaded technique, a land modification is introduced in which a series of shallow threaded channels is provided and brine quality is controlled. There were two types of shallow threaded channels: small channels and wider ones. A survey, monitoring and interview were conducted in pond salt which used this filtering-threaded technique. The studied salt ponds were located in Ambulu Village, Losari District, Cirebon Regency, West Java. Data collected were analyzed using GIS software and compared with literatures through a desk study. The results showed that salt pond modification introduced increased evaporation surface area up to 112% in small solar channels and 135% in wide solar channels, compared to the conventional technique. The technique could maintain the availability of 21-25°Be brine. Only brine of those densities was allowed to be fed to the crystallizing ponds. Salt produced in this manner could be up to ± 200 ton/ha during dry season. Meanwhile, the use of filters reduced organic and some inorganic impurities of the brine.

Key words: TUF Technology, salt quality, land layout

ABSTRAK

Prinsip utama dalam pembuatan garam teknologi ulir filter adalah evaporasi air laut dengan bantuan sinar matahari yang dialirkan melalui petakan-petakan berseri dalam proses penuaannya dan penambahan material alam yang digunakan sebagai filter untuk purifikasi air tua. Kajian ilmiah ini memperdalam proses yang menentukan peningkatan produksi garam melalui modifikasi lahan dan kontrol kualitas brine pada sistem Teknologi Ulir Filter. Survei, pengamatan dan wawancara dilakukan di tambak garam yang berada di desa Ambulu, Kecamatan Losari, Kabupaten Cirebon. Analisis hasil tersebut dilakukan melalui desktop study menggunakan perangkat lunak pengolah data GIS serta membandingkannya dengan literatur. Untuk menjaga kontinuitas ketersediaan air densitas 21-25°Be (brine siap dikristalkan) dilakukan modifikasi lahan yang menghasilkan penambahan luas penampang bidang evaporasi pada ulir besar dan ulir kecil masing-masing 112 % dan 135 % dibandingkan dengan sistem tradisional sebelumnya, sehingga dapat mencapai produksi garam ± 200 ton/ha per musim panen. Kandungan garam dengan NaCl tinggi dapat diperoleh melalui kontrol derajat kepekatan meja kristalisasi dalam kisaran 25-27°Be karena akan menghambat mineral ikutan (impurities) lainnya seperti Mg, K dan SO₄ ikut mengendap dalam kristal garam. Filterisasi menjamin

pasokan air baku bahan garam dalam kondisi yang bersih dari bahan-bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dalam air.

Kata kunci : Teknologi Ulir Filter, kualitas garam, tata letak lahan

PENDAHULUAN

Garam menjadi kebutuhan esensial bagi kehidupan manusia dan semakin dibutuhkan dalam berbagai proses industri. Kebutuhan terhadap jenis dan kebutuhan garam semakin meningkat, mulai dari keperluan industri kimia (CAP), rumah tangga, cairan infus, farmasi, kosmetik, industri aneka pangan/minum hingga pengasinan ikan. (Departemen Perindustrian, 2009). Kebutuhan tersebut belum diikuti dengan kuantitas dan kualitas produksi garam nasional yang memadai. Kekurangan inilah yang menjadi dasar bagi pemerintah untuk tetap melakukan impor garam.

Data PUGAR Kementerian Kelautan dan Perikanan tahun 2012 dan 2013 menyatakan Kuantitas Produksi garam rakyat pada tahun 2011, 2012 dan 2013 masing masing sebanyak \pm 850 ribu ton, \pm 2 juta ton dan \pm 1,3 juta ton. Pada tahun 2014 Kementerian Kelautan dan Perikanan menargetkan produksi garam sebesar 3,3 juta ton (KKP, 2014). Sedangkan kebutuhan garam konsumsi nasional hanya sebesar 1,5 juta ton per tahun. Sehingga perlu strategi untuk mengalihkan sebagian produksi garam rakyat untuk kebutuhan konsumsi menjadi kebutuhan industri dengan konsekuensi melakukan peningkatan kualitas garam.

Kualitas garam rakyat dapat ditingkatkan dengan melakukan intensifikasi tambak. Penerapan teknologi menuju intensifikasi yang telah diperkenalkan antara lain adalah penggunaan ramsol, penggunaan membrane/terpal sebagai dasar meja kristalisasi serta penerapan teknologi ulir yang disempurnakan menjadi teknologi ulir filter (TUF). Masing-masing teknologi memiliki kendala, antara lain penggunaan bahan ramsol yang hanya dapat memutihkan kristal garam (Kadarwati, dkk, 2010) dan memerlukan biaya untuk membeli. Penggunaan geomembran membutuhkan biaya yang cukup tinggi, sedangkan terpal sebagai alternatif masa pakainya cukup pendek. Sedangkan TUF membutuhkan perubahan struktur tambak menjadi sistem ulir. Hal inilah yang membuat petambak sulit menerima penerapan berbagai teknologi.

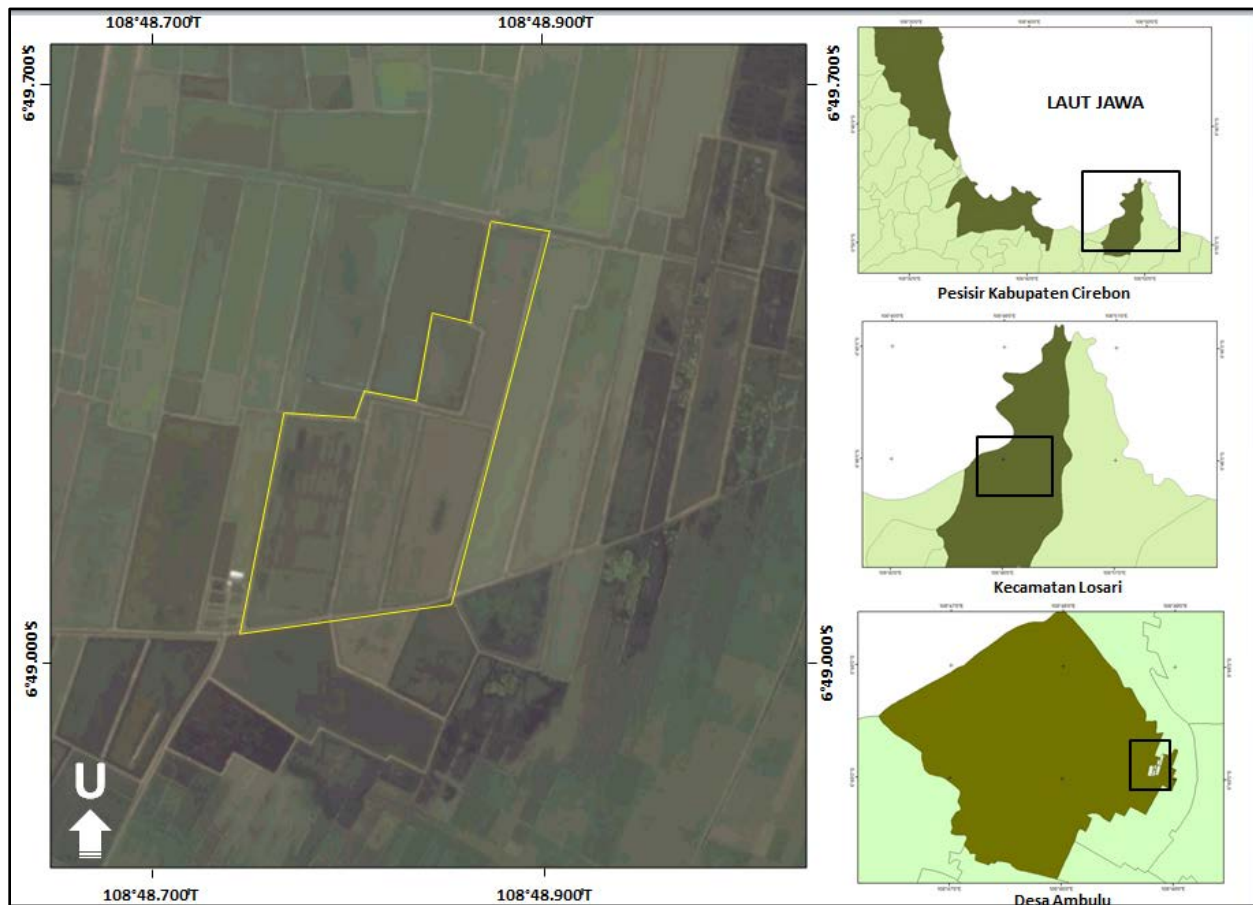
Pertimbangan terhadap kecilnya biaya dan kemudahan penerapannya, menjadikan TUF sebagai alternatif intensifikasi. TUF merupakan suatu teknologi pembuatan garam yang dikembangkan oleh H. Sanusi, Prinsip utama dalam teknologi pembuatan garam ini adalah evaporasi air laut dengan bantuan sinar matahari dialirkan melalui petakan-petakan berseri dalam proses penuaannya. Selain itu, ditambahkan material alam yang digunakan sebagai filter untuk purifikasi air tua. Produktivitas sistem TUF ini dapat mencapai 336 ton/Ha/musim. Namun jika pelaksanaan tersebut meleset setidaknya produksi 120 ton/Ha/musim dapat dicapai (Kurniawan dan Erlina, 2012).

Kajian ilmiah dan informasi tentang peningkatan kuantitas dan kualitas produksi garam menggunakan TUF telah banyak dilaporkan. Namun demikian kajian ilmiah terhadap proses yang menentukan produktifitas masih perlu dikaji lebih dalam. Tujuan penelitian ini

adalah untuk mendapatkan informasi tentang proses peningkatan kuantitas dan kualitas produksi garam diantaranya melalui modifikasi lahan dan kontrol kualitas brine pada sistem TUF. Informasi tersebut selanjutnya dapat dipergunakan untuk menyempurnakan teknologi yang telah ada.

METODE

Survei dilakukan di tambak garam milik H. Sanusi yang berada di desa Ambulu, Kecamatan Losari, Kabupaten Cirebon pada $6^{\circ}48,771 - 6^{\circ}48,979$ Lintang Selatan dan $108^{\circ}48,748 - 108^{\circ}48,904$ Bujur Timur. Pelaksanaan survei adalah tanggal 11-14 Juni 2014.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Tambak Garam TUF di Desa Ambulu Kecamatan Losari Kabupaten Cirebon (milik H. Sanusi)

Penentuan dan pencatatan titik-titik koordinat pada tambak garam berdasarkan masing-masing fungsinya dilakukan menggunakan perangkat Global Positioning System (GPS). Analisis

dilakukan melalui desktop study menggunakan perangkat lunak pengolah data GIS serta membandingkannya dengan literatur. Hasil tersebut digunakan untuk menentukan komposisi dua dimensi untuk menghitung proporsi luas dan komposisi tiga dimensi untuk menghitung volume brine pada setiap jenis kolam.

Wawancara dan observasi dilakukan untuk menggali informasi struktur tambak, prosedur kerja dan pengelolaan bahan baku air laut/brine.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Desa Ambulu berada di Kecamatan Losari yang berbatasan dengan Laut Jawa di sebelah Utara, Kecamatan Pabedilan di sebelah Selatan, Provinsi Jawa Tengah di sebelah Timur dan Kecamatan Gebang di sebelah Barat. Kecamatan Losari berada di ketinggian 3 meter dari permukaan laut. Desa Ambulu berjarak sekitar 51 km dari pusat pemerintahan Kabupaten Cirebon dan sekitar 2,5 km dari jalan raya Losari-Brebes (jalur Pantura). Berpenduduk 7.684 orang dengan distribusi 12,18 dan rata-rata penduduk per km² sebanyak 622 orang/km² (BPS Kab. Cirebon, 2013).

Ambulu yang dikenal sebagai desa nelayan juga mempunyai beragam komoditas hasil produksi masyarakat setempat antara lain padi (Pemprov. Jawa Barat, 2012), bandeng, rumput laut (KKP, 2012) dan garam (KKP, 2014). Produksi komoditas tersebut didukung dengan adanya irigasi ½ teknis yang dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan 220 hektar tanah sawah dan tanah kering (BPS Kab. Cirebon, 2013). Tambak Garam tersebar merata di seluruh Desa Losari dengan jarak terjauh ke arah Selatan sekitar 3,5 km dari pantai. Lokasi penelitian berada di bagian tenggara Desa Ambulu, berjarak 3,3 km tegak lurus garis pantai. Air laut bahan baku garam diperoleh dari saluran air yang telah melintasi jarak sepanjang 3,7 km hingga sampai ke tepian tambak obyek penelitian.

Pengertian Teknologi Ulir Filter

Teknologi Ulir Filter merupakan sistem pengelolaan tambak yang dititikberatkan pada modifikasi lahan tambak dan kontrol kualitas air laut menjadi air tua (*brine*). Modifikasi lahan dilakukan dengan cara membuat petakan-petakan kecil memanjang yang saling terhubung secara berseri atau lebih dikenal dengan kolam ulir. Kontrol kualitas air laut hingga menjadi air tua (*brine*) dilakukan dengan cara meletakkan filter pada pintu masuk menuju kolam penampungan (*reservoir*), kolam peminihan (*condenser*) dan meja kristalisasi (*crystalizers*). Pada prinsipnya penggunaan kolam ulir bertujuan untuk mempercepat proses penguapan sehingga dapat meningkatkan kuantitas, sedangkan penggunaan filter dan kontrol kualitas brine bertujuan untuk meningkatkan kualitas produksi garam.

Struktur tambak garam TUF

Struktur tambak garam TUF terdiri dari kolam penampungan (*reservoir*), kolam peminihan (*condenser*) dan meja kristalisasi (*crystalizer*) seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur Tambak Garam Teknologi Ulir Filter

Fungsi masing-masing kolam tersebut adalah sebagai berikut:

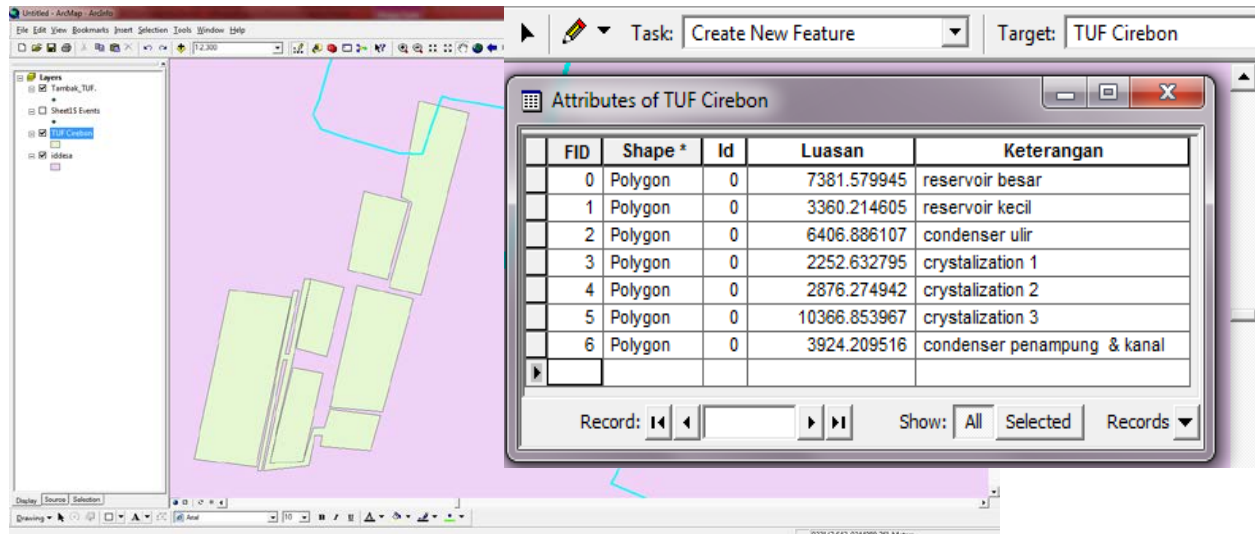
- **Kolam penampungan(*reservoir*)** berfungsi sebagai tempat awal untuk menampung air laut dengan kadar kepekatan 1-5° Be yang akan dievaporasi sebagai bahan baku garam.
- **Kolam peminihan (*condenser*)** merupakan petakan-petakan (kolam) tempat proses penuaan air laut dengan evaporasi sinar matahari. Pada sistem TUF, kolam peminihan ini dibuat dalam petakan-petakan berseri (ulir) dengan membentuk semacam saluran yang tidak lebih dari 3 m. Hal ini bertujuan untuk mempercepat proses penuaan air laut dengan mempertahankan panas matahari yang terserap oleh tanah. Pada kolam peminihan ini berlangsung penuaan air laut dari kepekatan 5 sampai menjadi kepekatan 25° Be. Air tua dengan kepekatan 25°Be merupakan bahan baku garam yang akan dialirkan ke dalam meja kristal (*crystalizers*).
- **Meja kristalisasi (*crystalizers*)** merupakan petakan-petakan dimana terjadi kristalisasi air tua densitas 25° Be menjadi kristal garam

Proporsi Kolam Penampungan, Kolam Peminihan dan Meja Kristalisasi

Proporsi antara reservoir, kolam peminihan dan meja kristalisasi memperhitungkan 2 aspek: **luas area** dan **volume air tua (brine)** yang dihasilkan dengan melihat kapasitas volume masing-masing kolam. Aspek luas area memperhatikan komposisi dua dimensi masing-masing kolam untuk melihat luas masing-masing jenis kolam. Sedangkan komposisi tiga dimensi dilakukan untuk melihat volume bahan baku air laut dan menjaga ketersediaan air tua (*brine*) selama musim panas sehingga dapat menjaga kontinuitas keberlangsungan produksi garam secara optimal.

Penghitungan luas kolam dilakukan menggunakan perangkat lunak pengolah data GIS. Pada Gambar 3 terlihat pembagian lahan dan proses perhitungan luas masing-masing bagian. Hasil perhitungan luas kolam penampungan, kolam peminihan dan meja kristal disajikan dalam Tabel 1. Kolam penampungan terdiri dari kolam penampungan besar dan kolam penampungan kecil. Sedangkan kolam peminihan terdiri dari kolam ulir, penampungan air tua dan saluran. Berdasarkan perhitungan terlihat bahwa komposisi perbandingan antara kolam penampungan, kolam peminihan dan meja kristal adalah 25% : 25% : 50% atau setara dengan 1: 1: 2. Komposisi tersebut berbeda dengan standar perbandingan luas kolam penampungan/embung :

peminihan : meja garam di Korea, yaitu 55% : 30% : 15% (Adiyoso dkk, 2014) dan komposisi tambak garam besar Mesir yaitu 61% : 26% : 13% (Baert, Bosteels and Sorgeloos 2000)



Gambar 3. Pengukuran luas lahan TUF menggunakan perangkat lunak pengolah data GIS

Tabel 1. Rasio komposisi luas per jenis bak pada tambak garam TUF

Jenis Bak	Nama Poligon	luas (pembulatan, m ²)	luas per jenis bak (m ²)	Rasio (%)	rasio
Kolam penampungan	Reservoir besar	7.500	11.000	25	1
	Reservoir kecil	3.500			
Kolam peminihan	Kondenser Ulir	6.500	11.000	25	1
	Kondenser penampung brine	2.500			
	Saluran (kanal)	2.000			
Meja kristalisasi	Meja kristalisasi 1	2.500	16.500	50	2
	Meja kristalisasi 2	3.000			
	Meja kristalisasi 3	11.000			

Sedangkan, aspek volume air tua (*brine*) ditentukan melalui rasio komposisi tiga dimensi, yaitu dengan menghitung volume masing-masing jenis kolam berdasarkan informasi berikut:

1. Kedalaman kolam penampungan adalah satu meter;
2. Ketinggian air yang diisikan kedalam kolam peminihan (ulir) adalah 5 sampai 7 cm;
3. Ketinggian kolam penampungan air tua (*brine*) setelah air melalui kolam ulir adalah 50 cm
4. Ketinggian air tua pada saluran kolam peminihan adalah 20 cm;

5. Air tua (*brine*) yang mencapai tingkat kepekatan 25°Be dimasukkan ke dalam meja kristalisasi dengan tinggi 7-10 cm,

Data tersebut digunakan untuk menghitung volume masing-masing kolam. Hasil perhitungan tersaji dalam Tabel 2. Rasio volume kolam sekaligus menggambarkan ketersediaan *brine* sebagai bahan baku garam dengan perbandingan **Kolam penampungan : Kolam peminihan : Meja kristalisasi** adalah **75% : 14% : 11%**.

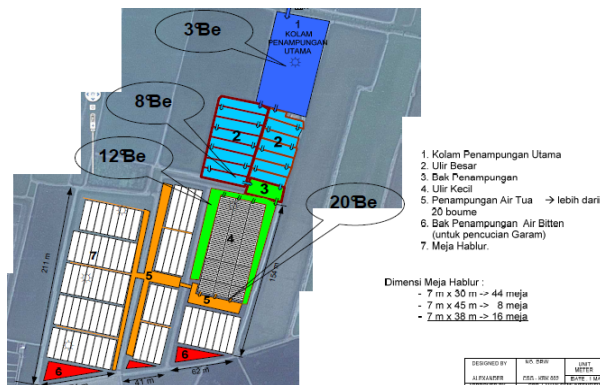
Tabel 2. Rasio komposisi volume bahan baku garam per jenis kolam sistem TUF

jenis bak	komponen jenis bak	luas (m ²)	tinggi air (m)	vol. (m ³)	volume per jenis kolam (m ³)	Rasio (%)	Rasio	°Be
Kolam penampungan	Reservoir besar	7.500	1,00	7.500	11.000	75	7	1 - 5
	Reservoir kecil	3.500	1,00	3.500				
Kolam peminihan	Kondenser Ulir	6.500	0,07*	455	2.105	14	1	5 - 25
	Kondenser penampung brine	2.500	0,50	1.250				
	Saluran (kanal)	2.000	0,20	400				
Meja kristalisasi	Meja kristalisasi 1	2.500	0,10	250	1.650	11	1	25 - 27
	Meja kristalisasi 2	3.000	0,10*	300				
	Meja kristalisasi 3	11.000	0,10*	1.100				

*Level (tinggi) air tua/brine tertinggi yang dialirkan ke dalam kolam

Modifikasi Lahan Pada sistem TUF

Terlihat pada Tabel 2, volume tertinggi terdapat pada kolam penampungan *brine* dengan densitas 1-5%. Hal ini berlangsung pada awal persiapan lahan yang dilakukan pada awal musim kemarau, karena panas matahari pada saat itu belum begitu tinggi. Ketika penampungan air laut sebagai bahan baku pembuatan garam telah cukup banyak dan terjaga ketersediannya pada sekitar pertengahan musim kemarau sebagian kolam penampungan dapat diubah fungsinya menjadi kolam peminihan dalam bentuk ulir besar untuk meningkatkan suplai air tua dengan densitas 5-10°Be, (lihat Gambar 4). Jika dilakukan perhitungan luas area pemanfaatan lahan reservoir sebagai kolam ulir besar terhadap kolam reservoir keseluruhan sebesar 55%.



Sumber: Ditjen KP3K KKP



Sumber: Dok. Sanusi

Gambar 4. Penggunaan ulir berjenjang (besar & kecil, kiri) dan hanya ulir kecil (kanan) pada sistem TUF

Teknologi ulir filter menerapkan sistem berjenjang pada proses penuaan air laut dengan membagi sistem ulir menjadi 2 (dua) yakni sistem ulir besar dan sistem ulir kecil dengan perbandingan ukuran lebar penampang masing-masing 3 m dan 1m, dan kedalaman antara 15 dan 20 cm. Sistem ulir besar dapat dibuat pada dua petakan dengan luas sekitar 3.700 m² dan 2.350 m² melalui penambahan pematang/pembuatan parit-parit setinggi ± 20 cm. Dalam kolam A dan B masing-masing ditambahkan 24 dan 22 pematang tegak lurus pada sisi panjangnya, sehingga didapatkan penambahan luas penampang bidang evaporasi menjadi seluas sekitar 4.150 m² dan 2.600 m². Jika dihitung penambahan luas penampang evaporasi oleh ulir besar (baik kolam A maupun kolam B), diperoleh rerata penambahan luas penampang ulir besar sebesar 112%. Sedangkan sistem ulir kecil dibuat pada lahan seluas sekitar 6.450 m² dan ditambahkan sebanyak 97 pematang tegak lurus sisi panjang kolam dan 2 pematang pada sisi lebar kolam sehingga didapatkan penambahan luas penampang bidang evaporasi menjadi seluas 8.750 m² atau sekitar 135 % (Lihat Tabel 3).

Tabel 3. Perbandingan luas penampang tambak konvensional dengan luas penampang tambak TUF

Jenis Kolam	luas penampang tambak konvensional (m ²)	luas penampang tambak TUF (m ²)	persentase penambahan luas (%)
Ulir Besar A	3.701	4.140	112
Ulir Besar B	2.335	2.606	112
Ulir Kecil	6.462	8.750	135

Penggunaan ulir besar ataupun ulir kecil dapat disesuaikan dengan kondisi dan luas lahan. Jika ulir besar dan ulir kecil digunakan dalam suatu sistem TUF secara bersamaan, maka kemungkinan akan diperoleh presentase penambahan sebesar 247%. Namun, bila hanya ulir kecil saja yang digunakan, didapat kenaikan luas bidang evaporasi sebesar 135%.

Sistem ulir dimaksudkan sebagai upaya memperbanyak penampang bidang evaporasi sehingga mempercepat proses penguapan air laut.. Secara umum, pada musim kemarau dimana intensitas penyinaran matahari lebih besar, sebagian energi (sekitar 44%) diserap oleh permukaan tanah. Pada petakan-petakan lahan ulir, panas yang terserap ini dimanfaatkan untuk menuakan air laut dengan ketinggian air yang relatif dangkal (5-7 cm). Proses pengaliran air tua (*brine*) dari kolam penampungan ke kolam ulir dilakukan pada pukul 10.00-14.00 WIB dimana pada rentang waktu tersebut radiasi efektif mencapai permukaan bumi, karena sudut datang sinar matahari mendekati arah tegak lurus dengan bumi. Dijelaskan oleh Anwar dalam Tamamadin (2014), bahwa temperatur udara dekat permukaan tanah sangat dipengaruhi oleh besarnya radiasi matahari yang diserap oleh permukaan tanah itu sendiri. Radiasi yang diterima permukaan tanah pada siang hari, sebagian digunakan untuk memanaskan dan merambatkan ke bagian yang lebih dalam dan sebagian lagi diradiasikan kembali dalam bentuk gelombang panas yang memanaskan udara dan menguapkan air. Energi radiasi matahari pendek yang merambat ke dalam tanah diubah menjadi energi panas dalam tanah yang akan mempengaruhi temperatur tanah tersebut.

Kontrol Kualitas dan Ketersediaan Bahan Baku Garam

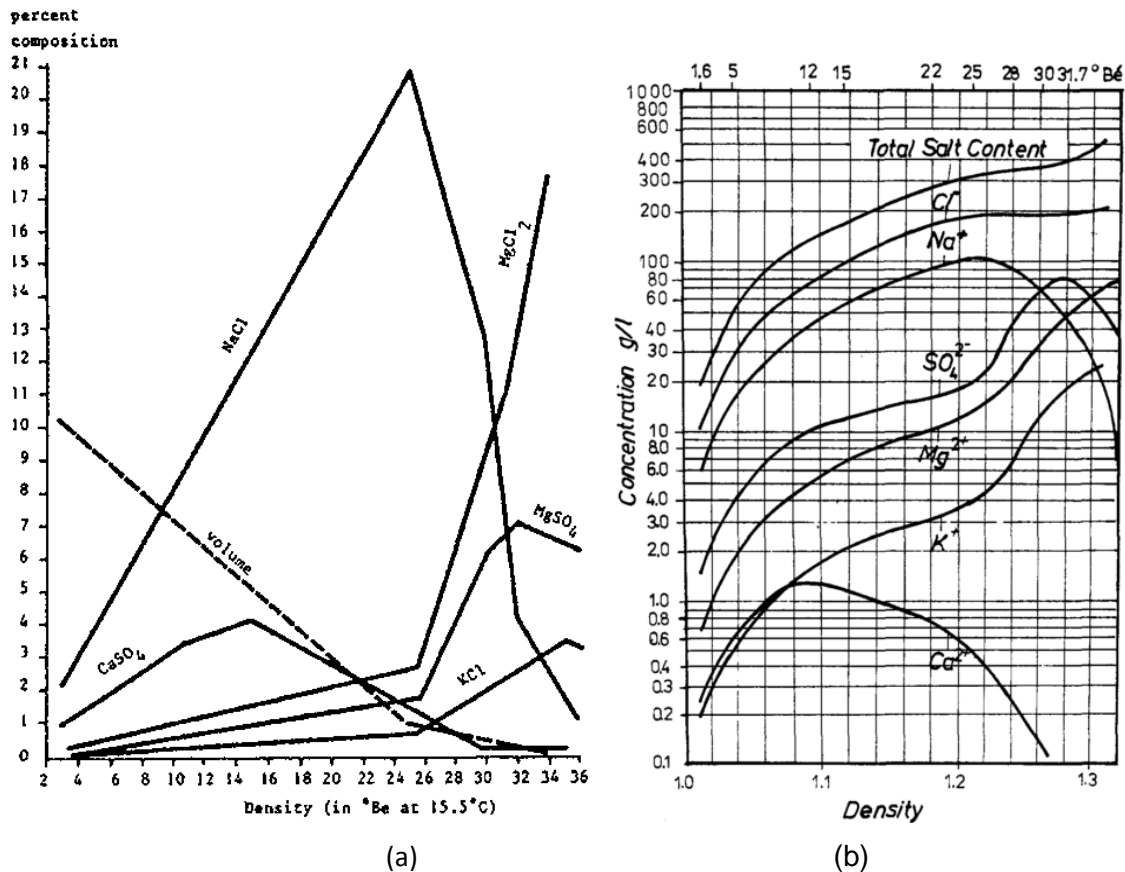
Peningkatan kualitas garam krosok dimulai dari pengambilan bahan baku air laut. Air laut dengan kadar rata-rata 3⁰ Be, dialirkan menuju kolam penampungan utama. Kolam penampungan setinggi 1 m diisi air laut setinggi 50 cm pada awal persiapan lahan dan awal musim kemarau. Untuk selanjutnya, ketinggian air di kolam penampungan dipertahankan pada ketinggian 60-70 cm. Di kolam penampungan, air laut dibiarkan dalam saluran tertutup dengan tujuan mengurangi kotoran berasal dari material-material yang masih terlarut.

Proses evaporasi dimulai dengan mengalirkan air laut dari kolam penampungan utama ke kolam ulir besar/kecil. Selama proses pengaliran, air laut mengalami pemekatan dari 3⁰Be

menjadi 8°Be . Ulir besar pada awalnya dibuat dengan mempertimbangkan kapasitas daya tampung air dan kemudahan pembersihan endapan kotoran yang kemungkinan berasal dari material suspensi yang tercampur dalam air laut. Air laut selanjutnya ditampung pada kolam penampung air tua dan selama di kolam penampungan air diproses penuaannya hingga 12°Be , sebelum dialirkan ke sistem ulir kecil dengan ketinggian air dipertahankan antara 5 hingga 7 cm.

Selama mengalir di parit-parit pada sistem ulir kecil dalam kurun waktu 7-10 hari, air laut mengalami peningkatan kepekatan hingga 20°Be , tingkat kepekatan yang siap untuk proses kristalisasi. Muara dari sistem ulir kecil adalah petak-petak meja garam dengan luasan 210 hingga 315 m^2 . Lebar meja kristal dibuat sepanjang 7 meter dengan tujuan mempermudah proses pemanenan, karena masih berada dalam jangkauan alat pemanen, sedangkan panjangnya menyesuaikan kondisi lahan (30-45 meter). Panen garam pertama dilakukan setelah 25-30 hari dari proses peminihan hingga kristalisasi di meja garam. Selanjutnya waktu pungut panen garam dilakukan setiap 10 hari. Total produksi garam krosok dalam satu musim panen mencapai 200 ton / ha.

Salah satu faktor penting dari TUF adalah kontrol kepekatan air tua. Pada meja kristal air tua dipertahankan dalam kondisi kepekatan antara 25°Be sampai 27°Be . Hal tersebut terkait dengan kondisi dan batas ideal bagi Pembentukan kristal NaCl, sebagaimana dijelaskan pada Gambar 5. Ketika proses kristalisasi mencapai waktu lima hari, ketinggian air di meja kristalisasi akan berkurang dan densitas air meningkat menjadi 28°Be . Pada sistem TUF, air tua dengan densitas $>28^{\circ}\text{Be}$ dibuang (tidak dimanfaatkan) dan ditambahkan air tua sampai level ketinggian air sekitar 10 cm dengan densitas $21-25^{\circ}\text{Be}$. Penambahan kembali air densitas $21-25^{\circ}\text{Be}$ ini dilakukan dua kali sebelum pemanenan dapat dilakukan. Selanjutnya proses kristalisasi dibiarkan berlanjut hingga 10 hari, baru pemanenan dilakukan. Kontrol kadar kepekatan antara 25°Be sampai 27°Be pada meja kristalisasi ini dilakukan untuk mengurangi keberadaan mineral ikutan (*impurities*) lain seperti Mg dan Ca pada kristal garam sebagaimana disebutkan oleh Balarew (1993) pada Gambar 5b.



Gambar 5. Perubahan densitas dan komposisi evaporasi air laut hasil penelitian Baert P, Bosteels T. and Sorgeloos P(a) dan Balarew(b)

Gambar 5b menunjukkan bahwa pada gypsum (CaSO_4) mulai mengendap pada kepekatan 12°Be dan mengkristal umumnya pada interval kepekatan antara 12 sampai $25,2^{\circ}\text{Be}$. Akan tetapi, konsentrasi Ca yang terbentuk dalam air tua (*brine*) dengan kepekatan $25,2^{\circ}\text{Be}$ telah menurun (sekitar 500 mg/L). Terlihat pula pada Gambar 5b bahwa garam NaCl mulai mengendap pada kepekatan 26°Be (s.g 1,2185) dan mencapai maksimum (kristal murni NaCl) pada rentang kepekatan $26,6-27,6^{\circ}\text{Be}$ (1,225-1,235 s.g). Jika proses kristalisasi dibiarkan berlangsung hingga densitas air tua mencapai 31°Be maka produk kristal garam NaCl yang diperoleh akan mengandung pengotor Mg (50.000 ppm), SO_4 (80.000 ppm), dan K (hampir mencapai 20.000 ppm).

Proses kristalisasi pada meja kristal yang dilakukan pada sistem TUF mengikuti kondisi yang disebutkan pada Gambar 5b. Dengan menjaga proses kristalisasi dilakukan hingga batas kepekatan air 27°Be akan diperoleh garam dengan kadar NaCl $>95\%$ dan Ca < 300 ppm dan menghambat pengotor lainnya seperti Mg, K, SO_4 turut mengendap.

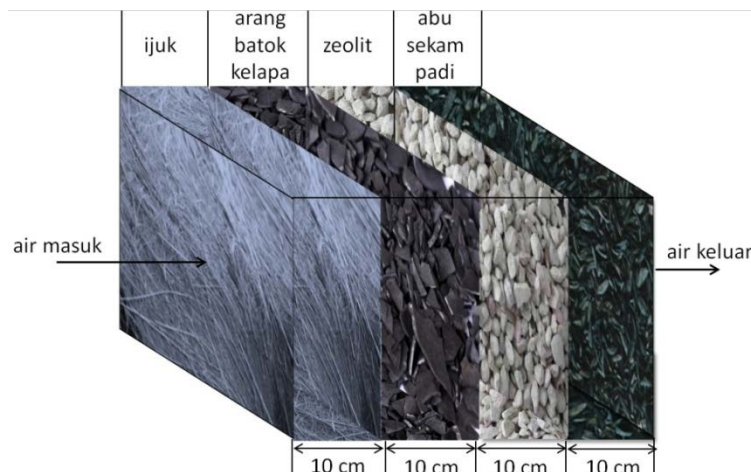
Kelebihan lain produksi garam dengan sistem TUF adalah terjaganya ketersediaan air tua (*brine*) sebagai bahan baku pembuatan garam selama musim produksi, sehingga mempertahankan proses kristalisasi garam pada maksimal kepekatan 27-28°Be dapat dilakukan. Berdasarkan pada Gambar 5a, dibutuhkan 10 m³ air laut (3°Be) air laut untuk dapat menghasilkan 1 m³ air dengan kepekatan 25°Be. Untuk luas lahan 1 ha, diperlukan ketersediaan air laut 10.000 m³ untuk dapat menghasilkan 1.000 m³ air dengan kepekatan 25°Be. Berdasarkan Tabel 6, secara teoritis terlihat bahwa dengan mempertahankan proses kristalisasi terjadi antara kepekatan 25°Be sampai dengan 28°Be akan mampu dihasilkan produksi garam NaCl sekitar 240 ton/ha dengan kadar NaCl >95%. Jika dibandingkan dengan sistem TUF yang telah ada, dengan proses pemanenan garam secara disiplin dilakukan pada densitas 27-28°Be dengan memanfaatkan lahan kristalisasi seluas 16.500 m² (1,65 ha) diperoleh produksi garam sebanyak 378 ton atau setara dengan ± 200 ton/ha. Terlihat bahwa produksi garam menggunakan TUF mendekati produksi ideal yang mengacu pada Gambar 5.

Tabel 6. Kebutuhan air laut dan produksi garam yang dihasilkan

	Mengacu ke Gambar 5			TUF			
	Densitas air (°Be)	Vol air (m ³)	Produksi garam	Luas (m ²)	Tinggi air (m)	Vol. air (m ³)	Produksi garam
Kebutuhan air laut	3	10.000		11.000	1	11.000	
Kristalisasi	25	1.000		16.500	0.1	1.650	
Kristal garam	27-28	n.a	240 ton/ha				378 ton per 1.65 ha
							229 ton per ha
							± 200 ton per ha

Proses pengaliran air laut menuju kolam penampungan utama air laut dialirkan melalui sistem filter, demikian pula pada proses pengaliran air tua dari sistem ulir kecil menuju petak kristalisasi. Pada lahan kristalisasi, juga dicampurkan abu sekam padi dengan tujuan menyerap garam yang tidak diinginkan. Pencampuran abu sekam padi ini dilakukan pada awal persiapan lahan dengan komposisi 40 kg abu sekam padi ditambahkan langsung ke lahan dan dilakukan pengadukan lahan. Proses ini diberikan di awal saja.

Proses filterisasi ini merupakan langkah penyiapan kualitas bahan baku baik air laut maupun air tua dengan mengurangi material-material yang kemungkinan masih tercampur. Filter dikembangkan dengan memanfaatkan bahan alami dan mudah didapatkan, yakni ijuk, zeolit, arang batok dan batu koral. **Ijuk** berfungsi untuk membersihkan partikel lumpur, **zeolit** mempercepat kekentalan, **arang batok** untuk penjernih air, **batu koral** yang berfungsi menyedot ion yang negatif, ion yang tidak baik untuk pembentukan proses garam untuk kualitas industri, dan abu sekam padi untuk menyerap garam-garam selain NaCl yang tidak diinginkan.



Selama proses kristalisasi garam dihasilkan cairan dengan tingkat kepekatan lebih dari 28°Be yang dikenal sebagai "*bittern*". *Bittern* dialirkan dan ditampung pada kolam penampungan *bittern*. Pada sistem TUF *bittern* ditampung sebagai limbah garam. Hal ini yang membedakan dengan sistem produksi garam tradisional sebelumnya, di mana *bittern* sering digunakan sebagai pencampur air laut sebagai upaya percepatan penuaan air.

Keberadaan kolam penampungan *bittern* produk merupakan satu langkah penting. *Bittern* mempunyai kandungan mineral lain yang cukup tinggi seperti Mg, K, SO_4 yang apabila diproses lebih lanjut akan menghasilkan produk turunan garam lainnya, seperti halnya menjadi bahan baku pembuatan padatan Magnesium (Sagala dkk, 2013).

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian diatas, dapat disampaikan kesimpulan, sebagai berikut:

1. TUF menghasilkan penambahan luas penampang bidang evaporasi hingga mencapai sekitar 112 % untuk ulir besar dan 135 % untuk ulir kecil dibandingkan dengan sistem tradisional sebelumnya. Penambahan ini membawa dampak pada kontinuitas ketersediaan air densitas 21-25^oBe sehingga dapat mencapai produksi garam ± 200 ton/ha per musim panen.
2. Kontrol derajat kepekatan meja kristalisasi dalam kisaran 25-27^oBe untuk menghasilkan kandungan garam dengan NaCl tinggi karena menghambat mineral ikutan (*impurities*) lainnya seperti Mg, K dan SO₄ ikut mengendap dalam kristal garam.
3. Proses filterisasi menjamin pasokan air baku bahan garam dalam kondisi yang bersih dari bahan-bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dalam air.
4. Penampungan limbah garam "*bittern*" dapat merupakan langkah yang mendukung pemanfaatan limbah untuk diproses menghasilkan produk turunan garam. Langkah ini merupakan proses awal penerapan Ekonomi Biru dalam usaha garam rakyat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari Kajian Revitaliasi Tata Kelola Tambak dalam Kerangka Penerapan Ekonomi Biru di Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut dan Pesisir Ucapan, Balitbang Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan, yang didanai oleh APBN DIPA P3SDLP TA 2012. Terima kasih disampaikan kepada Bapak Hartanta Tarigan dan Bapak Drs. Amiril, M.Si atas masukan dan arahannya serta terima kasih kepada Bapak Sanusi atas kerjasamanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyoso, R., R. Darmawan, A. Kadir, H. Nugroho. 2014. Perencanaan Sistem Jaringan Tambak Garam di Pemongkong Kabupaten Lombok Timur. Jurnal Karya Teknologi Sipil UNDIP, Vol 3 : hlm 11 - 23
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Cirebon. 2013. Kecamatan Losari dalam Angka Tahun 2013
- Baert, P., T. Bosteels and P. Sorgeloos. 2000. Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture : 4.5. Pond Production. FAO Corporate Document Repository. Laboratory of Aquaculture & Artemia Reference Center University of Gent, Belgium.
- Balarew Chr., 1993, Solubilities in seawater-type systems: Some technical and environmental friendly applications. Pure & Appl. Chem., vol. 65, No. 2, pp. 213-218 technical and environmental friendly applications
- Baseggio, G. 1974. The composition of seawater and its concentrates. Proc. 4th Int. Symp. Salt Vol. 2, pp. 351-358. Northern Ohio Geological Society, Inc., Cleveland, Ohio.

- Departemen Perindustrian. 2009. Buku VI Peta Panduan (Road Map) Pengembangan Klaster Industri Prioritas Industri Kecil dan Menengah Tertentu 2010-2014: hlm 31-62
- Kadarwati U., H.I. Ratnawati, F.Y. Prabawa, W. Hidayat, B. Hendrajana, L.C. Dewi. 2010. Laporan Akhir Penelitian Studi Potensi Bittern Pada Tambak Garam Rakyat. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut dan Peisir. Balitabang KP- KKP.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 9 April 2012. Siaran Pers : KKP Pacu Produksi Rumput Laut di Pantura. <http://www.kkp.go.id/index.php/arsip/c/7619/KKP-PACU-PRODUKSI-RUMPUT-LAUT-DI-PANTURA/>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 16 Maret 2014. Siaran Pers: KKP Perkuat Basis Produksi Garam Rakyat <http://www.kkp.go.id/index.php/arsip/c/10496/KKP-Perkuat-Basis-Produksi-Garam-Rakyat/>
- Kurniawan T. dan M.D. Erlina. 2012. Peningkatan Produksi Garam Melalui Penerapan Teknologi Ulir-Filter (TUF) di Kabupaten Cirebon Jawa Barat. Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan IV. Jakarta.
- Pemerintah Kabupaten Cirebon. 7 Mei 2014. Berita : MoU Jual Beli Garam Dan Pengiriman Perdana. <http://www.cirebonkab.go.id/mou-jual-beli-garam-dan-pengiriman-perdana/>
- Pemerintah Provinsi Jawa Barat. 9 April 2012. Berita: Gubernur Jabar Dorong Peningkatan Produktivitas Padi http://jabarprov.go.id/index.php/news/4256/Gubernur_Jabar_Dorong_Peningkatan_Produktivitas_Padi
- Sagala S., I.R. Suhelmi, D.S. Pratama, A. Setiawan, Sunardi, A.W. Widodo, R. Bramawanto, H. Triwibowo. 2013. Pengolahan Limbah Garam untuk Mendapatkan Magnesium Hidroksida Sebagai Bahan Baku Industri. Laporan Akhir. Puslitbang Sumberdaya Laut dan Pesisir, Balitbang KP, Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Sekretariat Pugar. 2012. Laporan Akhir Pemberdayaan Usaha Garam Rakyat Tahun 2012. Direktorat Jenderal Kelautan, Pesisir dan Pulaupulau Kecil, Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Sekretariat Pugar. 2013. Laporan Akhir Pemberdayaan Usaha Garam Rakyat Tahun 2013. Direktorat Jenderal Kelautan, Pesisir dan Pulaupulau Kecil, Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Tamamadin, M. 2014. Pengaruh Iklim Mikro Terhadap Hutan.Sains Atmosfer dan Sains Kebumihan. <http://mamadtama.wordpress.com/>

Lampiran

Tabel 4. Dimensi dan Luas Penampang Kolam Evaporasi Konvensional

Dimensi dan Luas Penampang Kolam Evaporasi Konvensional									
Jenis kolam	panjang (m)	Σ pematang	tinggi dua sisi pematang (m)	lintasan panjang permukaan tambak (m)	lebar (m)	Σ pematang	Σ tinggi dua sisi pematang (m)	lintasan lebar permukaan tambak (m)	luas penampang tambak (m ²)
Kolam A	80	2	0.4	81	45	2	0.4	46	3,701
Kolam B	75	2	0.4	76	30	2	0.4	31	2,335
Kolam C	115	2	0.4	116	55	2	0.4	56	6,462

Tabel 5. Dimensi dan Luas Penampang Kolam Evaporasi TUF

Dimensi dan Luas Penampang Kolam Evaporasi TUF									
Jenis Kolam	panjang (m)	Σ pematang	tinggi dua sisi pematang (m)	lintasan panjang permukaan tambak (m)	lebar (m)	Σ pematang	Σ tinggi dua sisi pematang (m)	lintasan lebar permukaan tambak (m)	luas penampang tambak (m ²)
Ulir Besar A	80	26	0.4	90	45	2	0.4	46	4,140
Ulir Besar B	75	24	0.4	85	30	2	0.4	31	2,606
Ulir Kecil	115	99	0.4	155	55	4	0.4	57	8,750