



TELAAH AKADEMIK
POTRET GARAM NASIONAL

TELAAH AKADEMIK POTRET GARAM NASIONAL

BADAN RISET DAN SUMBER DAYA MANUSIA
KEMENTERIAN KELAUTAN DAN PERIKANAN

AMaFRaD  PRESS



**TELAAH AKADEMIK
POTRET GARAM NASIONAL**

Penerbit : Amafrad Press

Alamat : Gedung Mina Bahari III Lt.6,
Jl Medan Merdeka Barat, Gambir, Jakarta Pusat

Dokumentasi : BRSDM, KKP

Editor : Wiko Rahardjo

Tata letak : Prayitno

Halaman : VIII + 98 Halaman

ISBN : 978-623-7651-97-0
e-ISBN : 978-623-7651-98-7 (PDF)

Hak Cipta dilindungi Undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memproduksi sebagian maupun seluruh dari buku ini dalam bentuk atau cara apapun tanpa izin dari penerbit

Penyusun

Prof. Ir. Sjarief Widjaja Ph.D

(Kepala Badan Riset dan Sumber Daya Manusia)

Dr. I Nyoman Radiarta

(Kepala Pusat Riset Kelautan)

Dr. Ifan Ridlo Suhelmi

(Pusat Riset Kelautan)

Rikha Bramawanto, S.Pi

(Pusat Riset Kelautan)

Dr. Rudhy Akhwady

(Pusat Riset Kelautan)

Aris Wahyu Widodo, ST

(Pusat Riset Kelautan)

Hariyanto Triwibowo, ST

(Pusat Riset Kelautan)

Fajar Yudi Prabawa, M.Sc

(Balai Besar Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan)

Dendy Mahabrur, S.T, M.Pi

(Balai Besar Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan)

Sophia L Sagala, M.Sc

(Balai Besar Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan)

Tikkyrino Kurniawan, ST., M.Si.

(Balai Besar Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan)

Bayu Vita Indah Yanti, S.H.

(Balai Besar Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan)

Tenny Apriliani, S.Pi., M.Si.,

(Balai Besar Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan)

Rismutia Hayu Deswati, S.E., M.E.

(Balai Besar Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan)

Dr. Dwiwitno, M.Sc

(Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan)



DAFTAR ISI

BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2. Ruang Lingkup Telaah	3
1.3. Tujuan	4
1.4. Sasaran	4
BAB II. POTENSI GARAM DI INDONESIA	7
2.1 Produksi Garam Nasional	7
2.1.1 Karakteristik Wilayah	7
2.1.2 Sebaran Produksi Garam	9
2.1.3 Karakter Produksi Garam di Indonesia	12
2.2 Neraca Garam Nasional	15
2.3 Tata Niaga Garam	18
2.4 Pentingnya Pendugaan Produksi Garam	20
BAB III. PERGARAMAN NASIONAL	23
3.1 Produsen Garam di Dunia	23
3.2 Metode Cara Produksi Garam di Dunia	24
3.3 Negara Asal Impor Garam di Indonesia	27
3.4 Klasifikasi dan Kualitas Garam	28
3.5 Penggunaan Garam	33
BAB IV. PRODUKSI DAN PENGOLAHAN GARAM	37
4.1 Teknologi Produksi Garam	37
4.1.1 Standar Proses Produksi Garam Yang Baik	38
4.1.2 Proses Produksi di Masyarakat	44
4.1.3 Perbandingan Berbagai Teknologi Produksi Garam	58

4.2 Pemurnian Garam	60
4.2.1 Pemurnian Mekanis	60
4.2.2 Pemurnian Rekristal	64
4.3 Diversifikasi Produk Garam	70
4.3.1 Magnesium	71
4.3.2 Garam Kesehatan	72
4.3.3 Potensi Ekonomi Produk Turunan Garam	74
BAB V. ANALISIS SOSIAL DAN EKONOMI TEKNOLOGI GARAM RAKYAT	77
5.1 Produksi Garam Dengan Teknologi Pegaraman Tradisional	77
5.2 Produksi Garam dengan Menggunakan Teknologi Geomembran	77
5.3 Produksi Garam Dengan Menggunakan Teknologi Lahan Tambak Terintegrasi	80
5.4 Produksi Garam dengan Menggunakan Teknologi <i>Tunnel</i>	81
BAB VI. REKOMENDASI	85
6.1 Rekomendasi Teknologi Produksi	85
6.2 Rekomendasi Teknologi Pemurnian	88
6.3 Rekomendasi Sosial Ekonomi	90

Daftar Pustaka



BAB I.

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan garam nasional kian hari semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk dan berkembangnya berbagai industri. Sayangnya, pemenuhan kebutuhan tersebut belum dapat dicukupi dari hasil produksi dalam negeri sehingga masih harus dipenuhi melalui impor garam. Saat ini kebutuhan garam untuk pasar domestik kurang lebih mencapai 4,4 juta ton dan digunakan untuk berbagai keperluan, antara lain garam konsumsi sebanyak 812.132 ton dan garam industri sebanyak 3.609.812 ton. Adapun keperluan garam industri meliputi pemenuhan kebutuhan untuk pengasinan ikan sebanyak 320.397 ton, aneka pangan 518.990 ton, CAP dan farmasi 2.183.185 ton dan non CAP 287.239 ton (Badan Pusat Statistik, 2019).

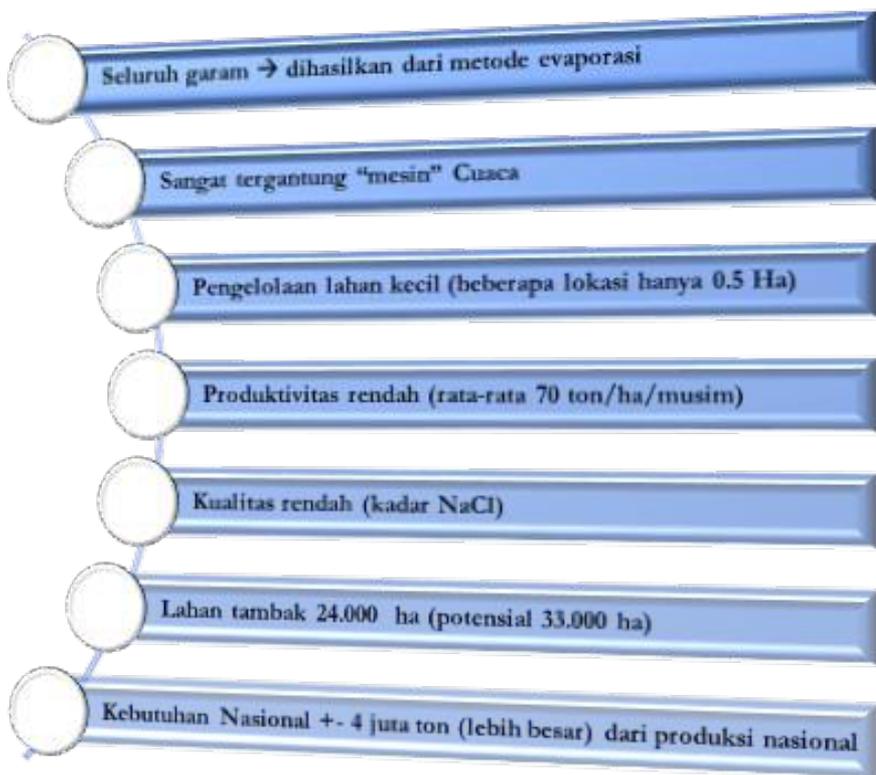
Produksi garam nasional ditopang oleh tambak garam seluas kurang lebih 24.130 hektar. Jika asumsi rata-rata produktivitas lahan tambak garam adalah 100 ton/ha per musim (pada 4-5 bulan musim kemarau normal) maka produksi garam nasional hanya mencapai 2 juta sampai 2,4 juta ton. Pada saat terjadi anomali *el-nino* di mana musim kemarau lebih panjang, produksi bisa mencapai 3 juta ton. Namun saat terjadi kemarau basah seperti tahun 2010 dan 2016 dapat dikatakan tidak ada produksi atau gagal panen. Berdasarkan hasil pemetaan wilayah tambak yang dilakukan Kementerian Kelautan dan Perikanan di 51 kabupaten/kota penghasil garam, sesungguhnya Indonesia memiliki lahan potensial seluas 33,854.36 ha (KP3K, 2011).

Berdasarkan kondisi tersebut terlihat ketimpangan antara kebutuhan dengan produksi garam nasional. Berdasarkan hal tersebut perlu kiranya dibuat sebuah inovasi teknologi produksi untuk memenuhi pasar garam nasional yang masih defisit dengan teknologi yang sederhana, masif, dan tidak padat modal. Mengingat lahan tambak masyarakat tersebut tersebar di sejumlah daerah dengan kepemilikan lahan garam rakyat yang umumnya hanya berkisar 0,5 - 5 hektar. Kecilnya luasan lahan tersebut menyulitkan petambak garam dalam mengelola lahannya secara optimal.



Salah satu faktor penyebab rendahnya kualitas garam nasional adalah kecilnya unit luasan lahan produksi garam tersebut. Produksi garam nasional didominasi dengan garam kualitas KW-2 dan KW-3, hanya 30 persen saja yang memiliki kualitas KW-1. Sehingga wajar bila produksi lokal seringkali digambarkan sebagai garam dengan kadar NaCl yang rendah, berwarna kusam, memiliki kadar air yang tinggi, dan mengandung pengotor (*impurities*) yang besar.

Apakah semua garam rakyat demikian adanya? Apakah petambak garam kita tidak mampu menghasilkan garam dengan kualitas yang bagus? Apa kendala yang dihadapi? Apa peran pemerintah dalam hal ini? itulah pertanyaan-pertanyaan yang seringkali terlontar jika membicarakan produksi garam nasional (Gambar 1).



Gambar 1. Permasalahan pergaraman nasional

Kecilnya unit luasan produksi garam bukan satu-satunya penyebab rendahnya kualitas garam rakyat, beberapa hal yang saling terkait seperti teknologi yang masih tradisional, pola usaha yang masih individual dengan distribusi lahan sangat kecil, sistem pembiayaan yang masih didominasi tengkulak, serta masih adanya praktik oligopoli dalam bisnis garam menjadi sebab rendahnya kualitas garam rakyat. Karena itu tidak mengherankan apabila pemenuhan kebutuhan garam nasional masih diperoleh melalui impor.

Melihat neraca garam yang selalu impor, maka perlu dipikirkan dan disusun *road map* atau peta jalan pengelolaan garam rakyat agar mampu mandiri. Pemenuhan kebutuhan garam secara nasional merupakan upaya perwujudan dari kemandirian pangan. Untuk mewujudkan hal tersebut, perlu suatu langkah yang strategis dan nyata dalam mengatasi permasalahan yang ada pada garam nasional. Permasalahan kualitas menjadi pokok perhatian utama sebelum memikirkan bagaimana kualitas garam yang dihasilkan. Untuk itu perlu diuraikan permasalahan yang ada secara komprehensif, dari hulu sampai hilir, dan yang terakhir adalah konsistensi pelaksanaan seluruh rencana secara konsisten untuk mencapai hasil yang maksimal.

Pada telaah ini diuraikan berbagai teknologi untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas garam yang diproduksi oleh masyarakat. Dalam telaah ini juga disampaikan berbagai alternatif teknologi bagi petambak untuk mampu menghasilkan garam dengan kualitas yang bagus, diiringi dengan produktivitas yang tinggi.

1.2. Ruang Lingkup Telaah

Ruang Lingkup telaah akademik ini meliputi beberapa hal penting terkait pergaraman nasional, yaitu:

- a) Gambaran kondisi pergaraman nasional;
- b) Kebutuhan, Produksi, Produktivitas dan Kualitas Garam;
- c) Jenis Garam dan Pemanfaatannya;
- d) Metode produksi;
- e) Metode pengolahan dan pemurnian;
- f) Berbagai jenis turunan garam;
- g) Analisis ekonomi pengusahaan dan pengolahan garam.



1.3. Tujuan

Tujuan yang diharapkan dicapai dalam penulisan telaah akademik terkait dengan garam ini untuk:

1. Memberikan gambaran secara umum terkait kondisi pergaraman nasional dilihat dari kebutuhan, pemenuhan kebutuhan dan produksi nasional;
2. Memberikan gambaran berbagai metode produksi garam yang dikenal dan berkembang di masyarakat;
3. Memberikan arahan bagi pemberdayaan masyarakat petambak garam sebagai upaya pelaksanaan UU perlindungan nelayan, pembudidaya dan petambak garam;
4. Memberikan alternatif dan acuan bagi penyusun kebijakan, program dan kegiatan produksi garam menuju swasembada garam nasional.

1.4. Sasaran

Sasaran yang hendak dicapai dalam penulisan telaah akademik terkait dengan garam ini dimaksudkan untuk:

1. Ketersediaan garam dari produksi dalam negeri untuk pemenuhan kebutuhan garam konsumsi dan garam industri;
2. Kemandirian Industri Pengolahan Garam dalam negeri;
3. Meningkatnya kesejahteraan petambak garam dan industri pengolahan garam skala kecil dan menengah.



Kebutuhan akan garam nasional kian hari semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk dan berkembangnya berbagai industri.





BAB II

POTENSI GARAM DI INDONESIA

Garam termasuk dalam kelas mineral halida atau dikenal dengan nama halite, dengan komposisi kimia sebagai Natrium klorida (NaCl) terdiri atas 39,3 persen Natrium (Na) dan 60,7 persen Klorin (Cl). Garam umumnya berada bersama gipsium dan boraks, sehingga akan terendapkan setelah gipsium mengendap pada proses penguapan air laut. Nama halite berasal dari Greek “*hals meaning salt*” (Kerry Magruder, Guidelines for Rock Collection).

Beberapa sifat garam atau natrium klorida yaitu bisa berbentuk kristal atau bubuk putih dengan sistem isomerik berbentuk kubus, bobot molekul 58,45 g/mol, larut dalam air (35,6 g/100 g pada 0 °C dan 39,2 g/100 g pada 100 °C). Dapat larut dalam alkohol, tetapi tidak larut dalam asam klorida pekat, mencair pada suhu 801 °C, dan menguap pada suhu di atas titik didihnya (1413 °C). Hardness 2,5 skala MHO, bobot jenis 2,165 g/cm³, tidak berbau, tidak mudah terbakar dan toksisitas rendah, serta mempunyai sifat higroskopik sehingga mampu menyerap air dari atmosfer pada kelembaban 75 persen (Chemical Index, 1993). Garam alami selalu mengandung *traces* magnesium klorida, magnesium sulfat, magnesium bromida, dan senyawa runtu lainnya, sehingga warna garam selain merupakan kristal transparan juga bisa berwarna kuning, merah, biru atau ungu.

2.1 Produksi Garam Nasional

2.1.1 Karakteristik Wilayah

Untuk proses pembuatan garam dibutuhkan lahan yang dekat dengan laut, mempunyai porositas tanah rendah atau tanahnya tidak berpasir. Sumber air laut yang digunakan harus bersih dan tidak terkontaminasi oleh buangan air limbah kota. Selain itu topografi dan sifat fisik tanah serta iklim sangat berpengaruh pada proses pembuatan garam evaporasi. Beberapa informasi data diperlukan untuk menyiapkan lahan yaitu:



a. Kondisi air laut

Air laut sebagai air baku dalam pembuatan garam harus memenuhi persyaratan :

- 1) Kadar garam tinggi dan tidak tercampur aliran air dari muara sungai yang tawar;
- 2) Jernih dan tidak tercampur dengan lumpur maupun sampah;
- 3) Pada saat air laut pasang, mudah mengalir ke saluran dan petak penampungan sehingga tidak sulit untuk dipompa ke areal ladang garam. Salinitas air laut sebagai bahan baku garam antara 25 – 35 ppm.

b. Kondisi iklim/cuaca

Panjang kemarau berpengaruh langsung kepada durasi atau lamanya waktu produksi garam dalam satu tahun. Hal ini disebabkan karena lahan tambak garam yang ada di Indonesia adalah garam evaporasi yang mengandalkan energi sinar matahari dalam proses pembuatan garamnya. Kecepatan angin, kelembaban udara, dan suhu udara sangat mempengaruhi kecepatan penguapan air, di mana semakin besar penguapan maka semakin besar jumlah kristal garam yang mengendap. Secara umum, kondisi iklim di suatu tempat yang dapat mempengaruhi pembuatan garam antara lain:

- 1) Evaporasi / penguapan, diperlukan tempat dengan tingkat penguapan yang tinggi;
- 2) Kecepatan dan arah angin lebih dari 5 m/detik;
- 3) Temperatur udara lebih dari 32°C;
- 4) Penyinaran matahari 100% (sepanjang hari);
- 5) Kelembaban udara <50% H;
- 6) Curah hujan rendah dan frekuensi hari hujan kurang (musim kemarau panjang).
- 7) Pasang surut air laut.

c. Kondisi lahan

Tanah untuk tambak garam yang dipilih harus memenuhi kriteria berikut:

- 1) Letak terhadap permukaan air laut.
- 2) Lahan di mana akan dijadikan lokasi penggaraman harus mempertimbangkan ketinggian terhadap permukaan air laut untuk mempermudah suplai mengalirkan air laut dan mempermudah pembuangan.
- 3) Topografi.
Topografi atau keadaan permukaan tanah/lahan dikehendaki tanah yang landai atau kemiringan kecil, untuk memudahkan mengatur tata aliran air dan meminimalisasi biaya konstruksi.

4) Sifat fisis tanah.

Sifat porositas tanah mempengaruhi kecepatan perembesan (kebocoran) air laut ke dalam tanah di peminihan ataupun di meja. Bila kecepatan perembesan ini lebih besar daripada kecepatan penguapannya, apalagi bila terjadi hujan selama pembuatan garam, maka tidak akan dihasilkan garam. Jenis tanah mempengaruhi pula warna dan ketidakmurnian (impurity) yang terbawa oleh garam yang dihasilkan. Sifat-sifat fisis tanah cocok untuk lahan penggaraman yaitu lahan dengan porositas rendah (permeabilitas rendah) dan tanah yang tidak mudah retak. Pasir tidak cocok sebagai lahan pembuatan garam sedangkan tanah liat memiliki permeabilitas rendah tetapi retak pada kelembaban rendah. Sifat fisis tanah yang cocok untuk peminihan adalah tanah liat untuk penekanan resapan air (kebocoran), sedangkan untuk meja-meja adalah campuran pasir dan tanah liat guna kualitas dan kuantitas hasil produksi.

2.1.2 Sebaran Produksi Garam

Lahan garam di Indonesia, baik yang berukuran besar hingga kecil, setidaknya terdapat di 51 kabupaten/kota. Lahan garam tersebut tersebar di Pantai Utara Jawa, Pesisir Selatan Madura, Bali, Nusa Tenggara, dan Sulawesi Selatan. Namun hanya beberapa kabupaten yang ditetapkan sebagai sentra garam berdasarkan kontribusi tingkat produksinya secara nasional. Di Jawa dan Madura, setiap sentra garam berkontribusi sedikitnya sekitar 5 persen terhadap produksi nasional. Sedangkan di luar Jawa, sentra garam berkontribusi minimal 1,5 persen terhadap produksi nasional. Kabupaten sentra garam di pantai Utara Jawa meliputi Indramayu dan Cirebon di Jawa Barat, Pati dan Rembang di Jawa Tengah, Sampang, Pamekasan, dan Sumenep merupakan sentra garam yang berada di Pesisir Selatan Madura. Sedangkan di luar Jawa sentra garam terdapat di Bima, NTB serta Pangkep dan Jeneponto di Sulawesi Selatan (Gambar 2). Sebaran lahan garam (non sentra) lainnya terdapat di beberapa kabupaten/kota, yaitu di Aceh Besar, Pidie, Pidie Jaya, Bireun, Aceh Utara, Aceh Timur, Karawang, Brebes, Demak Jepara, Tuban, Lamongan, Gresik, Kota Surabaya, Bangkalan, Sidoarjo, Kota Pasuruan, Pasuruan, Probolinggo, Buleleng, Karangasem, Lombok Barat, Lombok Tengah, Lombok Timur, Sumbawa, Kota Bima, Manggarai, Nagekeo, Ende, Flores Timur, Lembata, Alor, Sumba Timur, Kupang, Timur Tengah Utara, Takalar, Selayar, Palu, Pahuwato, dan Minahasa Tenggara.

Berdasarkan letak lintangnya, 82 persen lokasi produksi garam terbanyak berada di belahan selatan khatulistiwa yang tersebar di Pulau Jawa, Madura, Bali, Nusa Tenggara, dan Sulawesi Bagian Selatan. Sebanyak 6 persen lokasi berada di sekitar khatulistiwa yang tersebar di Pulau Sulawesi Bagian Tengah dan Utara. Sisanya sebanyak 12 persen berada di belahan utara khatulistiwa yang tersebar di Ujung Utara Pulau Sumatera (Aceh).

Data Kementerian Kelautan dan Perikanan (2016) menunjukkan luas lahan garam yang digarap oleh rakyat pada tahun 2015 seluas 25.830 hektar atau 258,3 km², artinya itu hanya sekitar 0,014 persen dari luas daratan Indonesia yang luasnya 1.922.570 km². Hanya delapan Kabupaten yang memiliki lahan di atas 1.000 hektar, secara berurutan yaitu Cirebon (3.858 ha), Sampang (3.065 ha), Pati (2.838 ha), Indramayu (2.714 ha), Sumenep (2.068 ha), Bima (1.743 ha), Rembang (1.569 ha), dan Demak (1.271 ha).



Gambar 2. Peta Lokasi Produksi Garam Rakyat (Sumber: <http://statistik.kkp.go.id/sidatik-dev/Berita/Analisis%20Produksi%20Garam%20Indonesia.pdf>)

Tabel 1. Karakteristik Sentra produksi garam

No	Sentra Garam	Produksi garam rata-rata 2011-2020 (ton/tahun)	luas lahan garam (hektar)	populasi (jiwa)	PDRB (juta rupiah)
1	Aceh Utara (rebus)	2.117	30	619.410	19.778
2	Pidie (rebus)	4.982	46	444.980	10.564
3	Bireuen (rebus)	4.308	43	471.640	12.956
4	Karawang	5.397	132	2.353.920	230.986
5	Cirebon	169.322	2.060	2.192.900	49.186
6	Indramayu	173.534	2.466	1.728.470	80.391
7	Brebes	25.259	490	1.809.096	46.215
8	Demak	63.164	1.235	1.162.805	26.184
9	Jepara	36.813	803	1.257.912	30.231
10	Pati	204.112	2.580	1.259.590	43.064
11	Rembang	126.961	1.731	638.188	18.934
12	Tuban	18.618	364	1.173.000	65.016
13	Lamongan	21.148	289	1.189.000	39.734
14	Pasuruan	13.204	117	1.627.000	145.920
15	Kota Pasuruan	7.279	112	200.000	8.289
16	Probolinggo	18.734	472	1.169.000	34.020
17	Gresik	8.037	362	1.313.000	139.044
18	Sidoarjo	10.064	187	2.249.000	204.022
19	Kota Surabaya	65.181	1.370	2.896.000	580.756
20	Bangkalan	6.005	63	987.000	24.676
21	Sampang	227.432	4.624	979.000	19.760
22	Pamekasan	79.338	2.028	886.000	17.043
23	Sumenep	169.687	4.715	1.089.000	33.299
24	Buleleng	4.736	44	660.600	35.509
25	Sumbawa	3.295	211	457.671	14.811
26	Kota Bima	1.622	40	173.031	4.274
27	Bima	130.403	1.748	488.577	11.645
28	Lombok Barat	3.311	24	694.985	15.461
29	Lombok Tengah	4.690	197	947.488	17.881
30	Lombok Timur	10.849	382	1.200.612	20.306
31	Kupang	2.708	40	403.580	24.559
32	Nagekeo	2.336	121	145.840	2.241
33	Sabu Raijua	2.576	102	97.380	1.424
34	Pangkep	22.741	914	335.500	25.990
35	Takalar	8.805	184	298.700	10.157
36	Jeneponto	34.560	599	363.800	10.090
37	Palu	1.296	19	373.218	24.816
Total		1.694.624	30.944	36.336.893	

Sumber : BPS (Aceh; Jawa Barat; Jawa Tengah; Jawa Timur; Bali; NTB; NTT; Sulsel Dalam Angka 2020)

BPS (PDRB Kabupaten se Indonesia 2015-2019)

Ditjen PRL (produksi garam 2011-2020)

BIG (Luas lahan garam kabupaten sentra garam tahun 2015)



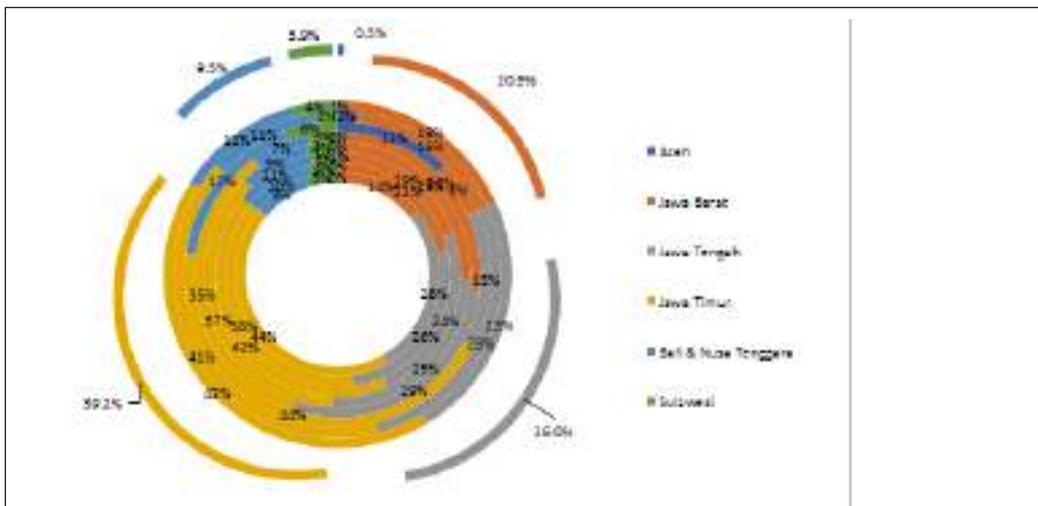
2.1.3 Karakter Produksi Garam di Indonesia

Garam di Indonesia umumnya diperoleh dari proses penguapan air laut pada tambak-tambak di wilayah pesisir, sebagian kecil lainnya diproduksi dengan cara perebusan seperti yang dilakukan di Bali dan Aceh. Sentra garam terbesar terdapat di Provinsi Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, Nusa Tenggara Barat dan Sulawesi Selatan. Pada Tabel 1 dan Gambar 3 terlihat bahwa kontribusi terbesar garam nasional berasal dari Jawa Timur rata-rata sekitar 900.000 ton (39,2%), diikuti dengan Jawa Tengah dan Jawa Barat masing-masing sekitar 625 ribu ton (26 %) dan 506 ribu ton (20,9%).

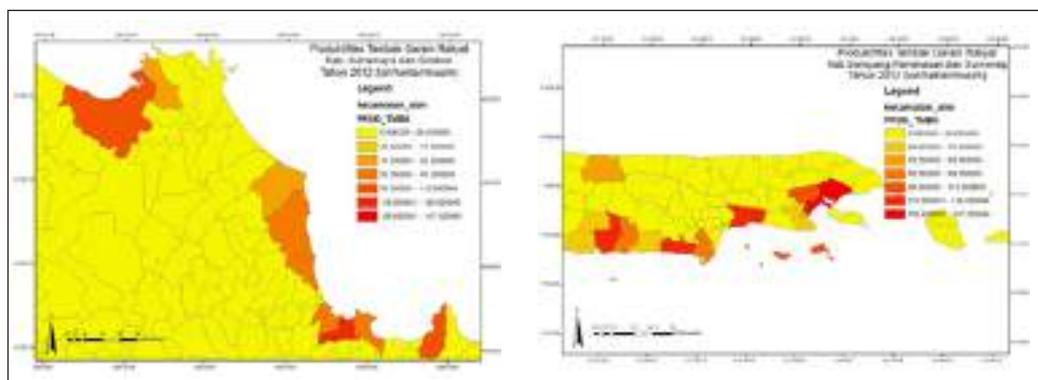
Tabel 2. Rata-rata Produksi Garam Rakyat Pada Tahun 2011 sampai 2018

Tahun	Produksi Pada Sentra Garam (ton)						Total produksi
	Aceh	Jawa Barat	Jawa Tengah	Jawa Timur	Bali & Nusa Tenggara	Sulawesi	
2011	3.000	228.717	449.836	716.098	145.091	84.045	1.628.797
2012	3.621	535.249	645.728	939.815	248.729	100.573	2.475.728
2013	6.014	221.430	278.132	490.924	126.497	40.610	1.165.621
2014	8.094	629.403	633.860	921.159	213.090	97.285	2.504.905
2015	9.136	761.007	840.557	1.011.697	195.237	97.827	2.917.476
2016	14.605	6.853	17.260	52.481	19.973	6.883	120.070
2017	17.275	149.060	255.755	372.612	102.319	20.054	919.092
2018	11.690	479.085	637.178	1.153.339	324.859	114.080	2.722.249
Rata-rata	12.349	506.344	624.225	900.957	210.187	89.455	2.343.518
Proporsi kontribusi terhadap produksi garam nasional (%)	0,53	20,9	26	39,2	9,5	3,9	100

Produksi garam tertinggi terjadi pada tahun 2015 di seluruh sentra garam di mana pada masa itu tengah terjadi kemarau panjang yang disebabkan terjadinya *el nino* di Samudera Pasifik, bersamaan dengan IOD positif di Samudera Hindia 2012. Terdapat anomali produksi garam 2012 di mana hampir semua sentra garam mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya. Namun yang menarik justru terjadi penurunan produksi di NTB dan Sulawesi Selatan. Hal ini diduga karena stok garam tahun 2011 di NTB dan Sulawesi Selatan tidak dapat diserap seluruhnya. Kebutuhan garam konsumsi per kapita di NTB dan Sulawesi Selatan masing-masing hanya sekitar 18.000 dan 32.000 ton. Sedangkan produksi 2011 mencapai 136.000 ton di NTB dan 81.000 ton di Sulawesi Selatan. Surplus tersebut diduga membuat harga garam jatuh dan petambak lebih memilih tidak berproduksi. Untuk mengatasi hal ini perlu dilakukan pemerataan distribusi garam berbasis kawasan regional.



Gambar 3. Persentase rata-rata produksi dari tahun 2011-2018



Gambar 4. Produktivitas Tambak Garam Rakyat di Jawa Barat dan Jawa Timur



Tabel 3. Distribusi Garam pada Sentra Garam Nasional

Provinsi	jumlah penduduk (jiwa)	kebutuhan garam konsumsi perkapita *	rata-rata produksi tahun 2011-2018 (ton)	surplus (ton)
Jawa Barat	45.053.732	180.215	506.344	326.129
Jawa Tengah	32.180.687	128.723	624.225	495.502
Jawa Timur	37.476.757	149.907	900.957	751.050
Bali & Nusa Tenggara	13.075.467	52.302	210.187	157.885
Sulsel	8.034.776	32.139	89.455	57.316
Total	135.821.419	543.286	2.331.168,00	1.787.882,00

Produktivitas tambak garam rakyat nasional masih belum merata, sebagai contoh pada tahun 2012 secara umum produktivitas garam di Indramayu dan Cirebon lebih rendah daripada di Sampang, Pamekasan, dan Sumenep (Gambar 4). Namun demikian produktivitas di Sampang, Pamekasan, dan Sumenep lebih bervariasi, yaitu berada pada kisaran 29 - 147 ton/ha/musim, sedangkan di Indramayu dan Cirebon kisarannya lebih pendek, yaitu antara 76 dan 147 ton/ha/musim. Di Indramayu produktivitas tertinggi (125 ton/ha/musim) terjadi di wilayah bagian barat, yaitu di Kecamatan Losarang dan Kecamatan Kandanghaur. Sedangkan di Cirebon produktivitas tertinggi (135 ton/ha/musim) terjadi di Kecamatan Astanajapura. Di Sampang produktivitas tertinggi (129 ton/ha/musim) terjadi di Kecamatan Pangarengan, di Pamekasan produktivitas tertinggi terjadi di Kecamatan Pademawu (116 ton/ha/musim). Sedangkan di Sumenep terjadi di Kecamatan Kalianget (113 ton/ha/musim) dan Kecamatan Gapura (108 ton/ha/musim)

Tabel 3 menunjukkan bahwa sesungguhnya rata-rata produksi garam (2011-2018) di beberapa provinsi sentra garam rakyat telah mampu memenuhi kebutuhan konsumsi di wilayahnya masing-masing. Bali dan Nusa Tenggara yang pada periode 2010-2013 masih defisit pun kini telah surplus. Persentase surplus mulai dari tertinggi hingga terendah berturut-turut adalah Jawa Timur sebesar 83 persen, Jawa Tengah sebesar 79 persen, Bali dan Nusa Tenggara 75 persen, Jawa Barat 64,4 persen dan Sulawesi 64,1 persen dari total produksi di wilayahnya masing-masing. Secara nasional terjadi surplus sebesar 76 persen dari total produksi garam rakyat.

2.2 Neraca Garam Nasional

Neraca garam nasional di Indonesia berdasarkan data BPS dipisahkan menjadi garam konsumsi dan garam Industri. Kurniawan dan Brahmawanto (2018) mengemukakan ada dua skema pemisahan garam untuk memenuhi garam kebutuhan industri lainnya berdasarkan kriteria dari Permenperin No. 88/M-IND/PER/10/2014, SNI 01-3556-2000/Rev.9 (Indopos, 2018; Ariyanti, 2018). Presiden Jokowi menekankan bahwa kebutuhan industri itu beda dengan garam yang dihasilkan petambak garam. Perbedaan tersebut dilihat dari sisi kualitas, segmen, dan pasar (Kusuma, 2018). Berdasarkan hal tersebut maka garam industri harus diimpor, jika tidak maka industri akan berhenti. Jika industri lainnya memerlukan NaCl di atas 97 persen yang disebut juga dengan garam Clor Alkali Plant (CAP) maka dipergunakan garam dengan klasifikasi garam industri (Tabel 3). Jika membutuhkan NaCl dibawah 97 persen yang disebut juga dengan garam Non-Clor Alkali Plant (NCAP) maka dipergunakan garam dengan klasifikasi garam konsumsi (Tabel 4).

Hal ini memerlukan kejelasan status kebutuhan garam industri lainnya, apakah dengan kadar NaCl ≥ 97 atau ≤ 97 akan memudahkan estimasi impor dengan lebih cermat? Dari Tabel 3 tidak terlihat adanya sisa produksi ataupun impor tahun lalu. Seharusnya tidak mungkin tidak ada sisa garam industri, mengingat jika hal tersebut terjadi maka dampaknya adalah kerugian yang cukup besar bagi industri tersebut (Quddus, 2018; anonim a, 2018; anonim b, 2018; Hendra, 2018). Sehingga neraca garam bisa dilihat pada Tabel 4.

Jika melihat dari data *time series* 2010 – 2018 awal, neraca garam dalam negeri selalu surplus. Beberapa asumsi yang mendasari hal tersebut adalah: 1) Tidak ada produksi garam industri; 2) Impor garam dianggap yang paling baik sehingga seharusnya masuk ke industri dan hasil olahannya bisa digunakan untuk garam konsumsi (minimal industri pengasinan ikan, aneka pangan dan garam industri non-CAP); 3) Selalu ada stok garam dari akhir tahun lalu; Selama ini produksi dalam negeri dikatakan belum memenuhi kualitas produksi garam industri, sehingga dianggap belum ada produksi garam industri dari produksi dalam negeri. Bahkan hanya dengan impor dapat dilihat bahwa selalu terjadi surplus garam industri dari total impor. Garam impor dimasukkan ke dalam kategori garam CAP, yang kualitasnya di atas kualitas produksi dalam negeri atau setara dengan kebutuhan garam industri.

Permasalahan utama dari neraca garam yang utama adalah standar kebutuhan masing-masing industri secara detail belum ada meskipun sudah ada Permenperin No. 88/M-IND/PER/10/2014, sehingga kemungkinan kelebihan impor dengan kualitas NaCl diatas 97 dapat terjadi. Berdasarkan Permenperin No. 88/M-IND/PER/10/2014 impor garam yang

dilakukan oleh industri tidak boleh langsung di jual melainkan harus diolah terlebih dahulu untuk kemudian dijual ke industri lainnya seperti industri pengasinan ikan, industri aneka pangan dan industri yang membutuhkan garam non-CAP. Hal tersebut menyebabkan kelebihan impor garam dari yang seharusnya dapat dipenuhi oleh garam yang diproduksi oleh rakyat, sehingga garam yang diproduksi oleh masyarakat tidak akan terserap oleh industri tersebut.

Di lain pihak, berdasarkan hasil tes kadar NaCl garam impor dari Australia dan India, justru kadar NaCl-nya hanya 93% dan 91%, berada dibawah garam rakyat asal Pamekasan (94%) (Hanifan, 2018). Kadisperindag Pemprov Jawa Timur M Ardi Prasetiawan dalam Hanifan (2018) menyatakan bahwa pengawasan mutu garam sudah dilakukan oleh surveyor. Hal ini berarti surveyor tidak menjalankan tugasnya dengan baik sehingga menyalahi Permendag No 125 Tahun 2015 yang menyatakan garam impor kadar NaCl-nya harus diatas 97%.

Jika melihat pada ketentuan Pasal 120 ayat (1) juncto Pasal 53 ayat (1) huruf b UU No.3 Tahun 2014 tentang perindustrian, penyalahgunaan garam bahan sebagai bahan baku penolong industri untuk konsumsi maka akan dapat dikenakan ancaman sanksi pidana (penjara maupun denda). Karena itu dari awal sebaiknya pemisahan anggaran garam konsumsi dan garam industri sangat penting.





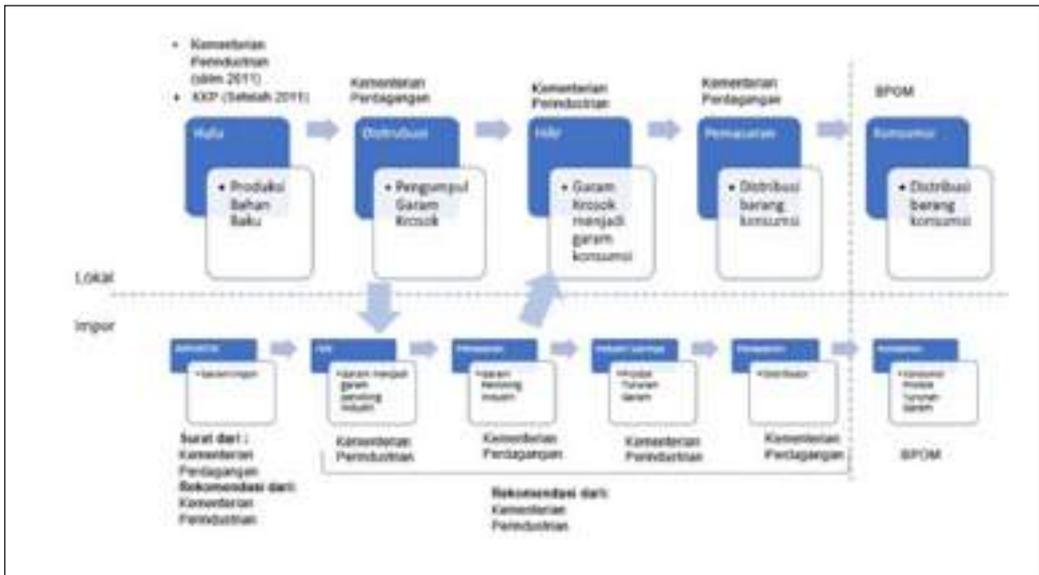
Permasalahan kedua yaitu harus ada perbedaan standar baku yang dibutuhkan oleh Kementerian Perindustrian akan batasan garam Industri. Hal ini dikemukakan oleh Menteri perdagangan pada saat itu yang menekankan bahwa begitu garam impor datang, kadar NaCl tidak dapat dibedakan lagi (Deny, S. 2017). Sementara Ardiyanti (2016) menyebutkan bahwa klasifikasi garam di dunia berdasarkan kode HS yang tidak membedakan peruntukan garam berdasarkan garam untuk konsumsi ataupun garam untuk industry. Hal ini diduga dapat meningkatkan resiko merembesnya garam impor untuk garam konsumsi terutama dari kadar NaClnya. Di sisi lain, aturan bahwa pihak yang menjadi penyebab merembesnya garam industri akan berhadapan dengan penegak hukum sudah jelas (Sari, 2018). Berkaca dari permasalahan tersebut, perlu pengaturan pengawasan dan penetapan kualitas garam baik garam impor maupun garam rakyat.

Pengawasan untuk garam yang telah diatur berdasarkan Peraturan Menteri Perdagangan Nomor 44/M-DAG/PER/10/2007 tentang Perubahan atas Permendag Nomor 20/M/DAG/PER/9/2005 tentang Ketentuan Impor Garam yang menegaskan bahwa pihak surveyor yang ditunjuk untuk verifikasi garam impor yang masuk, harus juga menjadi verifikator garam rakyat. Hal ini akan menyebabkan keadilan baik pihak importir maupun pihak masyarakat yang memproduksi garam rakyat. Sehingga dapat terlihat sebenarnya kualitas berapa garam rakyat.

Pemisahan garam konsumsi dan garam industri dapat dilakukan dengan beberapa persyaratan yang harus dipenuhi untuk menghindari kesalahan perhitungan, antara lain: 1) Detail dan kejelasan kriteria batasan kandungan NaCl untuk garam konsumsi dan garam industri; 2) Adanya standar SNI kriteria garam industri dan garam konsumsi berdasarkan kadar NaCl; 3) Membuat standar produk berdasarkan ketertelusuran bahan bakunya untuk mencegah garam yang digunakan khusus kimia dan berbahaya bagi manusia; 4) Dibutuhkan aturan dan transparansi data klasifikasi garam yang dibutuhkan pada oleh setiap industri atau secara total; 4) Melakukan evaluasi rutin tentang standar garam secara berkala dan bekerjasama dengan kementerian/lembaga lain untuk menjamin obyektivitas hasil evaluasi.

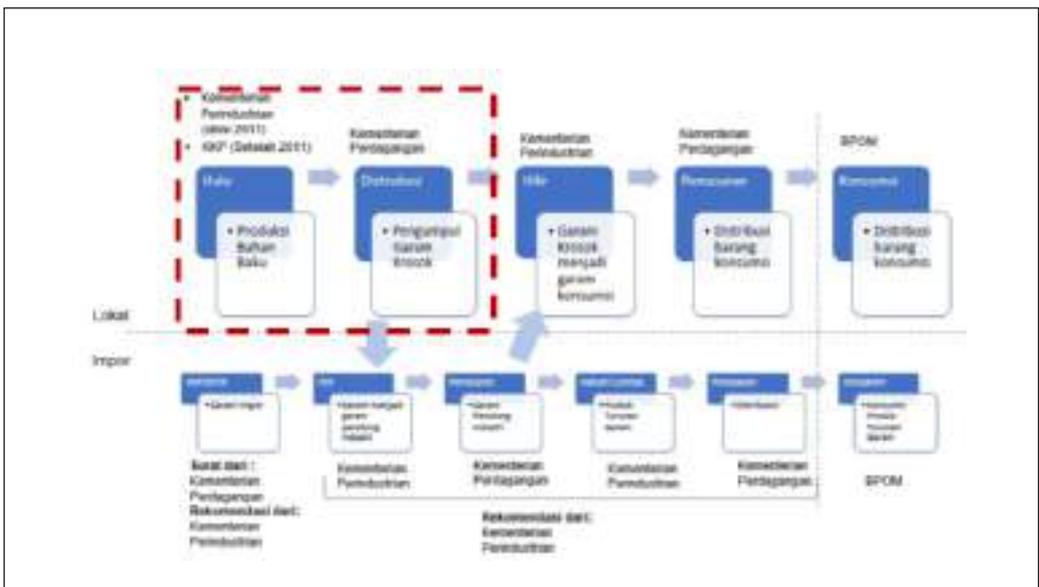
2.3 Tata Niaga Garam

Tata niaga garam terjadi pada garam lokal menjadi satu rantai atau satu siklus dengan garam impor untuk memasok garam sebagai kebutuhan konsumsi atau garam sebagai kebutuhan penolong industri. Dalam tata niaga garam, garam dibagi menjadi 2 (dua), yaitu garam produksi dalam negeri dan garam impor. Industri yang menggunakan garam lokal sangat terbatas hal ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Arus pasok garam sebagai bagian dari garam konsumsi dan garam sebagai penolong garam industri

Pasokan tersebut ada batas maksimalnya, jika batas maksimal terpenuhi maka industri tidak akan mampu menyerap garam Kembali, sehingga berdampak kepada penyerapan garam lokal. Hal ini menyebabkan terputusnya penyerapan garam seperti pada Gambar 6. .

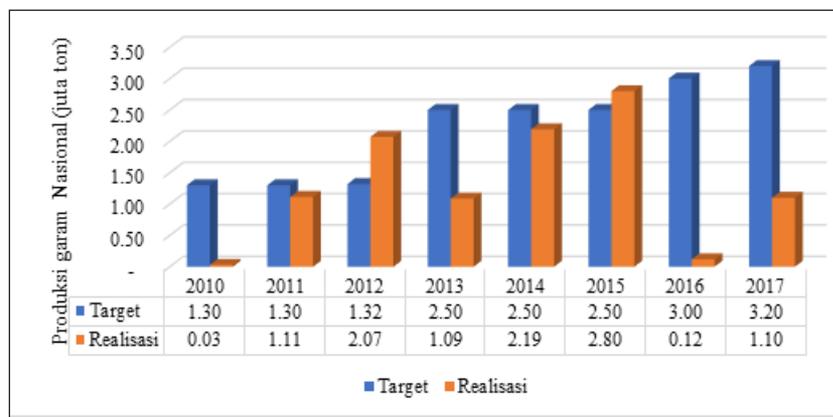


Gambar 6. Arus pasok garam sebagai sebagai dampak kelebihan impor

2.4 Pentingnya Pendugaan Produksi Garam

Setelah membahas impor dan tata niaga garam nasional, perlu dilakukan pendugaan produksi garam nasional. Pendugaan produksi garam sangat penting dalam menentukan besaran impor jika kualitas garamnya sudah bisa masuk industri, namun jika tidak, maka pendugaan ini penting untuk menentukan strategi penyerapan garam rakyat ke pasarnya. Pendugaan ini terkait dengan prediksi BMKG (Kurniawan dan Azizi, 2012).

Idealnya, jumlah rencana impor garam harus mempertimbangkan produksi domestik tahun berjalan. Akan tetapi realisasi produksi garam seringkali meleset dari target yang ditetapkan seperti terlihat pada Gambar 7. Sejak tahun 2010, target produksi garam selalu ditingkatkan, namun sering gagal merealisasikannya. Kegagalan pencapaian target paling signifikan terjadi pada tahun 2010, 2013, 2016, dan 2017 yang masing-masing hanya sebesar 2,35 persen, 43,51 persen, 3,93 persen, dan 34,38 persen. Sementara produksi dapat melebihi target hanya terjadi pada 2012 dan 2015, masing-masing sebesar 157 persen dan 112 persen. Ketidakpastian pencapaian target produksi memicu masuknya garam impor melebihi kecukupan stok. Hal ini dapat disebabkan karena belum adanya metode prediksi yang akurat untuk penetapan target tersebut. Pada awal tahun 2018, KKP memprediksi produksi garam lebih dari 1,5 juta ton sehingga hanya dibutuhkan impor garam sebanyak 2,2 juta ton (Anggraeni, 2018). Untuk memperkuat pernyataan tersebut perlu dilakukan penjabaran metode ilmiah untuk prediksi yang akurat dan *reliable*.



Gambar 7. Target vs Realisasi Produksi Garam Nasional

Hasil kajian menunjukkan adanya interaksi antara kondisi *El Nino-La Nina* dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) dengan lama musim kemarau yang mempengaruhi produksi garam. *El Nino* kuat atau sangat kuat dan IOD fase positif yang terjadi secara simultan mengakibatkan

kondisi kekeringan berlangsung lebih lama sehingga meningkatkan jumlah produksi garam, sebagaimana kejadian tahun 1982, 1997, dan 2015. Sebaliknya *La Nina* dan fase IOD negatif yang terjadi secara simultan, berpotensi meningkatkan curah hujan sepanjang musim kemarau. Hal inilah yang dapat menyebabkan gagal panen garam di seluruh sentra garam, sebagaimana yang terjadi pada tahun 1998, 2010, dan 2016 (Bramawanto & Abida, 2017). Dengan demikian semakin jelas bahwa faktor iklim-cuaca sangat mempengaruhi produksi garam. Data-data historis iklim-cuaca dan produksi garam dapat dipergunakan untuk memprediksi produksi garam.

Pusat Riset Kelautan Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan (BRSDM KP) KKP menerapkan sejumlah metode untuk memprediksi jumlah produksi berdasarkan prakiraan kondisi klimatologis saat musim panen garam berlangsung. Metode yang dipergunakan antar lain keserupaan kondisi klimatologis di masa lampau, analisis regresi berganda dan *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) dengan tingkat akurasi berbagai metode tersebut di atas 80 persen.



Keterangan: 2015 serupa 2014, 2016 serupa 2010, 2017 serupa 2013, 2018 serupa 2012; Data produksi garam 2018 adalah prediksi

Gambar 8. Simulasi prediksi menggunakan regresi linier ganda, ANFIS, dan keserupaan kondisi klimatologis di masa lampau

Prediksi produksi garam cukup akurat dan *reliable* digunakan sebagai faktor pengendali neraca garam nasional. Berdasarkan prediksi, jumlah produksi garam tahun 2018 bisa mencapai sekitar 2 juta ton. Jika rencana Kementerian Perdagangan untuk mengimpor garam sebesar 3,7 jutaton terealisasi maka akan berdampak pada surplus komoditas yang berlebihan sehingga berdampak pada penurunan harga garam di tingkat petambak. Sehingga dalam hal ini Pemerintah dapat dianggap tidak menjalankan dengan baik amanat Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2016 Tentang Perlindungan dan Pemberdayaan Nelayan, Pembudidaya Ikan, dan Petambak Garam.



BAB III. PERGARAMAN NASIONAL

3.1 Produsen Garam di Dunia

Garam pada saat ini diproduksi secara massal dengan metode penguapan air laut, atau penguapan dari *brine* yang berasal dari air garam atau danau garam, selain itu juga melalui penambangan deposit garam. Pada tahun 2020, produksi dunia diperkirakan mencapai 265 juta ton, lima produsen teratas (dalam juta ton) adalah Tiongkok (60,0), Amerika Serikat (43,3), India (28,0), Jerman (14,0), dan Australia (12,0). Terlihat bahwa India mengalami peningkatan produksi yang cukup besar, meskipun tetap sebagai produsen peringkat ketiga di dunia sebagaimana terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Tabel Produksi Dunia 2010-2020 (ribu ton)

No	Negara	2010	2015	2019	2020	% produksi dunia
1	China	62750	70000	59000	60000	22.61
2	United States	43300	42000	48000	43300	16.31
3	India	19100	17000	29000	28000	10.55
4	Germany	17000	12500	14300	14000	5.28
5	Australia	11968	11000	13000	12000	4.52
6	Canada	10537	12500	11000	10000	3.77
7	Chile	8400	9000	10000	10000	3.77
8	Mexico	8431	10500	9000	9000	3.39
9	Brazil	7020	7500	7400	7200	2.71
10	Turkey	5500		6500	6400	2.41
11	Rusia			6700	6000	2.26
12	France	6100	6000	5600	5500	2.07
13	Belanda	5000		5910	5000	1.88
14	Spain	4350	4300	4200	4000	1.51
15	Poland	3520	4200	4480	4000	1.51
16	United Kingdom	5800	6700	4100	4000	1.51
17	Italy			4200	4000	1.51
18	Pakistan			3700	3000	1.13
—	Other countries	36000		44000	30000	11.30
—	World			290090	265400	100 %

Sumber: <https://www.statista.com/statistics/273334/global-production-output-of-salt/>



3.2 Metode Cara Produksi Garam di Dunia

Teknologi pembuatan garam dapat diperoleh dari berbagai sumber, antara lain air laut, yang merupakan metode yang umum dilakukan adalah dengan metode penguapan air laut dengan bantuan energi panas matahari. Sumber garam selain air laut adalah dari danau garam (atau *Lake Brine* dan *Sub Soil Brine*) dan metode penambangan garam dari batuan garam (*rock salt deposits*).

Produksi garam di negara-negara Eropa sebagian besar diperoleh melalui metode penambangan baik itu melalui deposit batu garam (30%) maupun dari *vacuum salt* atau deposit *brine* 60 persen. Hanya sekitar 10 persen yang dihasilkan dari metode evaporasi. Kondisi yang sama terjadi di Amerika, sebagai produsen garam terbesar kedua di dunia. Kurang dari 10 persen yang dihasilkan dari proses evaporasi, selebihnya dari tambang dan *brine deposit* sebagaimana terlihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Produksi Garam di Amerika

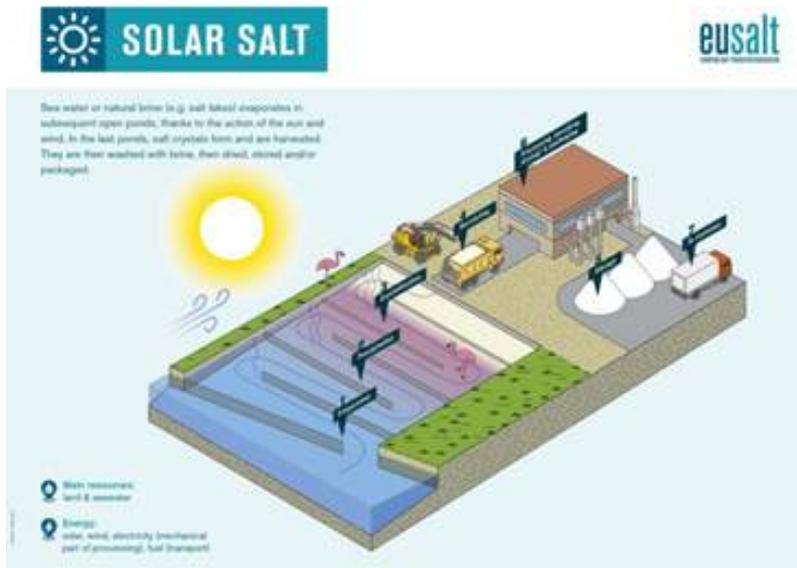
United States Production	2013	2014	2015	2016	2017
Vacuum and open pans	4,130	4,140	4,190	4,050	4,120
Solar	3,580	3,900	3,590	2,900	3,340
Rock	14,800	20,000	20,400	17,900	16,500
Brine	17,400	17,300	16,900	16,900	15,600
Total	39,900	45,300	45,100	41,700	39,600
World, production	296,000	292,000	292,000	284,000	286,000

Sumber: USGS, 2020

a. Garam Evaporasi

Perolehan garam melalui metode evaporasi dilakukan dengan menggunakan tambak-tambak yang berfungsi untuk menguapkan kandungan air dari air laut. Metode ini merupakan salah satu proses tertua. Lokasi tambak terletak di pesisir laut. Prinsip pembuatannya tetap sama selama berabad-abad: air laut atau air asin alami menguap hingga titik jenuhnya di lahan terbuka karena matahari dan angin (Gambar 9).

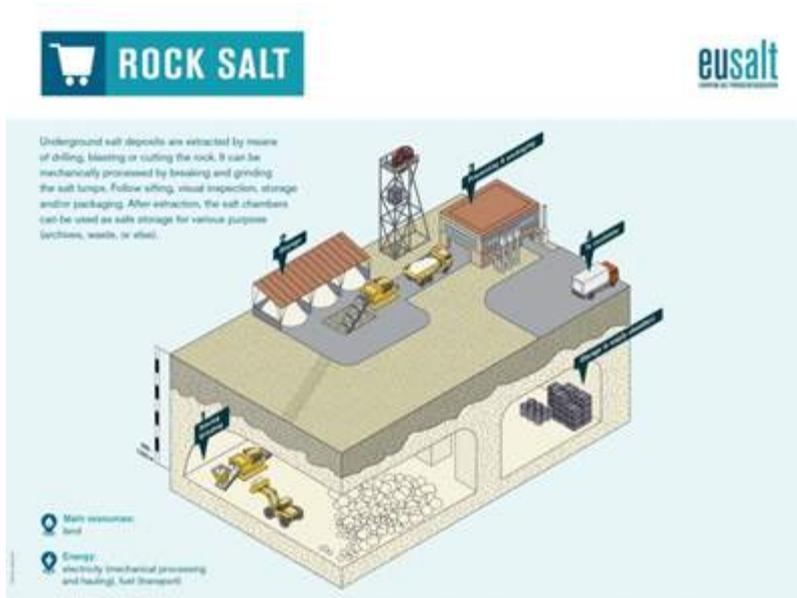
Seiring waktu, berbagai sentuhan teknologi seperti aplikasi geomembran diterapkan, dan dilakukan berbagai sistem percepatan evaporasi seperti penerapan teknik ulir filter. Air *brine* yang telah diproduksi melalui tahapan ini akan dimasukkan ke dalam meja kristalisasi, setelah lapisan garam terbentuk di meja kristalisasi, kelebihan air dihilangkan sebelum panen. Jika diperlukan dapat diproses lebih lanjut misalkan pencucian, pengeringan, penyaringan dan penyortiran.



Gambar 9. Proses produksi garam evaporasi

b. Metode Penambangan

Salt Rock atau garam batu (halit) adalah garam yang ditinggalkan oleh samudera purba jutaan tahun yang lalu saat laguna mengering. Lapisan garam ini ditutupi oleh formasi batuan dan sekarang berada di bawah tanah atau di dalam pegunungan. Garam batu mengacu pada garam kering yang diekstraksi dari lapisan batuan asin dengan bantuan metode penambangan (Gambar 10 dan 11).



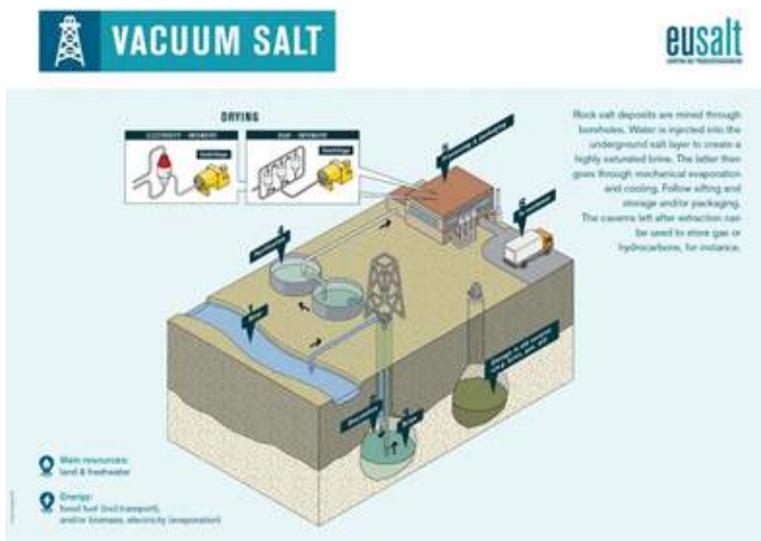
Gambar 10. Proses Produksi Garam Metode Penambangan



Gambar 11. Tambang Garam (Sumber: <https://eusalt.com/about-salt/salt-production/rock-mined-salt/#fiche>)

c. Vacuum Salt

Garam yang digunakan dalam proses ini diekstraksi dari *brine* yang terdapat di lapisan garam batuan dengan cara memompa air dan memaksa keluar air garam yang dihasilkan. Larutan garam pekat ini disalurkan ke tangki pengumpul dan dari sini diangkut ke pabrik garam untuk pelunakan dan untuk menjalani proses kristalisasi di pabrik evaporator. Proses produksi dapat dilihat pada Gambar 12. Selain dari bawah permukaan, sumber *brine* lainnya adalah dari danau air asin (*salt lake*) yang terdapat di beberapa lokasi. Dari danau air asin ini telah memiliki derajat baume yang tinggi, sehingga pengolahan menjadi garam dapat dilakukan dengan cepat.



Gambar 12. Proses Produksi Garam Evaporasi

3.3 Negara Asal Impor Garam di Indonesia

Balai Besar Riset Sosial Ekonomi Kelautan Perikanan (BBRSEKP, 2012) mengemukakan bahwa impor garam hingga saat ini masih dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan garam dalam negeri yang masih belum dapat mencukupi khususnya untuk garam industri (Tabel 6). Berdasarkan data neraca garam nasional impor garam yang dibutuhkan tahun 2011 sebesar 1.707.509 ton (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2011). Namun di sisi lain impor garam yang tercatat dari bulan Januari hingga September 2011 mencapai 2.312.109 ton (Kementerian Perdagangan, 2011 dalam BBRSEKP, 2012).

Tabel 7. Impor Garam Menurut Negara Utama

Negara Asal	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Berasi Bersih : 000 Kg										
Australia	1 602 880,0	1 788 140,0	1 648 541,0	1 588 538,0	2 004 025,0	1 489 582,0	1 751 914,2	2 156 681,1	2 603 185,0	1 809 684,2
India	554 624,8	1 021 313,8	545 731,0	830 750,0	235 736,2	833 731,2	380 505,4	151 590,1	227 925,6	719 550,8
Tiongkok ^a	20 157,1	180,0	5 900,3	495,0	24 471,8	37 404,1	4 610,1	260,2	899,7	568,0
Selandia Baru	1 050,0	1 128,0	1 574,0	1 728,0	2 188,0	2 248,0	2 501,1	2 660,5	3 806,8	4 052,8
Singapura	51,2	24 000,0	23,5	35,0	18,1	30,8	91,2	121,5	239,0	229,8
Jerman	332,3	168,7	428,4	292,0	140,4	233,0	166,0	300,1	236,0	233,0
Denmark	0,0	0,2	44,0	352,0	373,5	343,0	367,3	489,3	816,7	436,2
Lainnya	4 234,2	143,1	602,0	781,7	1 001,5	473,0	918,0	704,7	1 567,6	573,8
Jumlah	2 085 342,6	2 835 870,8	2 223 007,8	1 922 929,7	2 268 180,7	1 861 048,8	2 343 743,0	2 552 825,2	2 839 077,4	2 595 397,8
Nilai CIF: 000 US\$										
Australia	85 263,3	89 976,5	80 858,1	73 125,2	90 747,5	63 358,1	70 330,0	76 081,8	82 189,0	72 868,2
India	31 753,4	54 039,3	25 337,8	13 808,8	9 848,2	13 404,4	13 556,7	5 799,4	5 597,3	20 413,1
Tiongkok ^a	3 074,5	53,9	424,4	81,2	2 035,8	2 636,5	404,8	32,3	104,2	46,1
Selandia Baru	352,6	464,5	596,8	891,1	873,1	905,2	1 216,3	1 315,4	1 813,5	1 644,7
Singapura	116,1	1 464,0	85,1	95,7	103,9	135,5	104,7	84,2	81,0	121,3
Jerman	342,4	168,2	362,3	387,3	399,4	128,1	1 026,5	158,2	127,0	130,8
Denmark	0,0	2,4	17,2	143,6	134,3	126,2	124,7	293,2	479,0	190,3
Lainnya	350,7	131,8	207,1	388,6	300,2	136,8	265,8	165,7	380,0	93 406,7
Jumlah	108 245,2	146 090,6	107 957,6	88 711,5	104 946,4	79 831,4	86 013,5	89 395,2	90 651,6	95 522,4

Keterangan:

Berdasarkan Keppres No.12/2014 tentang penggunaan kata Tiongkok untuk menggantikan kata Cina Sejak Tahun 2010 Termasuk Kawasan Berikat

Diolah dari dokumen kepabeanan Ditjen Bea dan Cukai (PEB dan PIB)

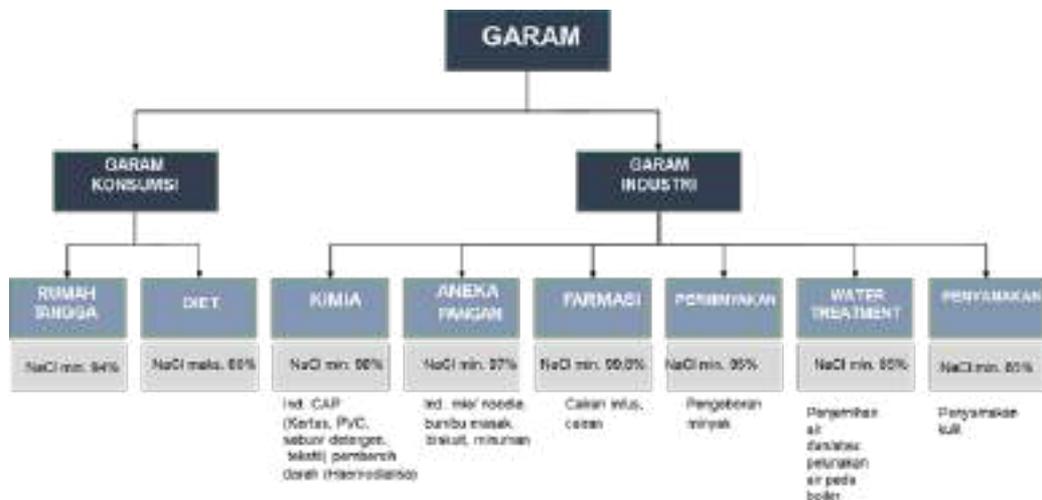
Data dikutip dari Publikasi Statistik Indonesia

Berdasarkan peta tersebut di atas dapat diketahui bahwa impor garam hingga bulan September tahun 2011 berasal dari negara Jepang, Thailand, Belanda, Jerman, Selandia Baru, India, Australia, Korea, RRC, Perancis, Malaysia, Vietnam dan AS (Tabel 6). Ekspor terbesar berasal dari negara Australia (61,42%) dan India (38,52%). Hal ini menunjukkan adanya perbedaan data antar instansi pemerintah di mana kebutuhan garam yang terdapat pada neraca garam nasional berbeda dengan realisasi impor garam yang tercatat pada Kementerian Perdagangan. Untuk itu diperlakukan koordinasi antar instansi dalam mempublikasikan data garam sehingga diperoleh data yang valid dan akurat.

3.4 Klasifikasi dan Kualitas Garam

3.4.1 Kategorisasi garam

Berdasarkan pemanfaatannya, garam dikelompokkan atas dua kelompok yaitu garam konsumsi dan garam industri (Gambar 13). Garam konsumsi berdasarkan SNI kandungan NaCl nya minimal 95 persen, Sulfat, Magnesium dan Kalsium maksimum 2 persen, dan kotoran lainnya (lumpur dan pasir) maksimum 1 persen atas dasar persen berat kering (*dry basis*), serta kadar air maksimal 7 persen. Sedangkan garam industri membutuhkan kualitas yang lebih baik misalnya pada industri perminyakan, tekstil dan penyamakan kulit (NaCl >97,5%, sulfat <0,5%, kalsium <0,2%, magnesium <0,3%, kadar air 3–5%), industri Chlor Alkali Plant ((NaCl >98,5%, sulfat <0,2%, kalsium <0,1%, magnesium <0,06%), dan industri Pharmaceutical Salt (NaCl >99,5%, impuritis mendekati 0) (PT. Garam Persero, 2000). Sumber garam antara lain dari air laut, air danau asin, deposit dalam tanah/tambang, dan dari sumber air garam.



Gambar 13. Pengelompokan garam berdasarkan Permenperin No. 88/M-IND/PER/10/2014 (Sumber: Kementerian Perindustrian (2016))

3.4.2 Standar Mutu Garam

1. Standar Mutu Garam Indonesia

Tinggi rendahnya kemurnian atau mutu garam ditentukan oleh adanya kotoran atau unsur tertentu yang dikandung oleh garam tersebut. Kotoran atau unsur-unsur yang biasa terdapat dalam garam adalah lumpur, $MgCl_2$, $CaCl_2$, $MgSO_4$, $CaSO_4$, Na_2SO_4 , karbonat

dan komponen logam seperti tembaga (Cu), dan besi (Fe) (Horner, 1992). Unsur kalsium yang terdapat dalam bentuk gips ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) dan kalsium karbonat. Kristal gips yang sangat halus mengendap sangat lambat sehingga pada masa pertumbuhan kristal NaCl, kristal gips ikut mengendap. Hal ini menyebabkan mutu garam hasil penguapan dengan sinar matahari lebih rendah dari mutu garam hasil penguapan buatan. Magnesium sebagai kotoran yang menyebabkan garam menjadi pahit dan higroskopis terdapat dalam larutan induk. Magnesium ini menempel pada lapisan luar kristal NaCl. Senyawa-senyawa sulfat terdapat dalam bentuk $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ dan sedikit $MgSO_4$. Untuk menghilangkan atau mengurangi kadar sulfat ini dapat dilakukan dengan proses pembuatan garam yang baik. Pengaruh kotoran garam terhadap parameter organoleptik terutama rupa, rasa dan tekstur dapat disebabkan oleh senyawa-senyawa Mg, Ca, Al, dan Fe yang terdapat dalam garam (Puslitbang Gizi, 1979).

Garam merupakan salah satu produk yang wajib ber SNI, tidak hanya untuk kebutuhan garam konsumsi saja, namun SNI juga berlaku untuk garam industri. Maka setiap pelaku usaha garam wajib memiliki sertifikat garam. Beberapa SNI yang ada baik untuk kebutuhan industri maupun untuk garam konsumsi (Gambar 14)



Gambar 14. Berbagai SNI Garam Nasional

Tabel 8. Persyaratan SNI garam Industri

No	Parameter	Satuan	SNI 4435/ 2017 K1	SNI 4435/ 2017 K2	SNI 4435/ 2017 K3	SNI 8207/ 2016	SNI 0303/ 2012
1	Air	%	≤7	≤7	≤7	≤0,5	≤2,5
2	NaCl (bk)	%	87-94	83-90	87-94	≥97	≥96
3	KCl (bk)	%					
4	Bag tidak larut air	%	≤0,5	≤0,75	≤1	≤0,5	≤0,05
5	KIO3	mg/kg				≥30	
6	Cd	mg/kg	≤10	≤10	≤10	≤0,5	
7	Pb	mg/kg	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤10	
8	Hg	mg/kg	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	
9	As	mg/kg	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	
10	Ca	mg/kg				≤600	≤1000
11	Mg	mg/kg				≤600	≤500
12	SO4	mg/kg				≤2000	≤2000
13	pH						
	Spesifikasi		Bhn baku utk grm konsumsi beryodium			industry aneka pangan	industry soda kaustik

Tabel 9. Persyaratan SNI garam Industri

No	Parameter	Satuan	SNI 3556/ 2016	SNI 8209/ 2016	SNI 8208/ 2016
1	Air	%	≤ 7		
2	NaCl (bk)	%	≥94	23-25	≤60
3	KCl (bk)	%			≤40
4	Bag tidak larut air	%	≤0,5		
5	KIO3	mg/kg	≥30	≥30	≥30
6	Cd	mg/kg	≤0,5	≤0,5	≤0,5
7	Pb	mg/kg	≤10	≤10	≤10
8	Hg	mg/kg	≤0,1	≤0,1	≤0,1
9	As	mg/kg	≤0,1	≤0,1	≤0,1
10	Ca	mg/kg			≤600
11	Mg	mg/kg			≤600
12	SO4	mg/kg			
13	pH			7-9	
	Spesifikasi		Grm konsumsi beryodium	Grm kons cair beryodium	Grm diet

Sedangkan untuk aturan di berbagai negara berbeda, Tabel 10 menggambarkan standar mutu garam yang berlaku di berbagai negara.

Tabel 10. Standar Mutu Garam Global

No	Parameter	Satuan	Pakistan	Jerman	Etiophia	WHO'85
1	Air	%			≤3	
2	NaCl (bk)	%	≥98	67/97	97	
3	KCl (bk)	%				
4	Bag tidak larut air	%	≤0,5	≤0,75	≤0,2	
5	KIO3	mg/kg	≥30	35-65	20-40	
6	Cd	mg/kg	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5
7	Pb	mg/kg	≤2	≤2	≤2	≤2
8	Hg	mg/kg	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1
9	As	mg/kg	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5
10	Cu	mg/kg	≤2	≤2	≤2	
11	Fe	mg/kg			10	
12	Ca	mg/kg			≤5000	
13	Mg	mg/kg			≤5000	
14	SO4	mg/kg			≤0,5	
15	Na2CO3	mg/kg				
16	pH		6,5-7,5			
17	Aditif NaFeCN	mg/kg				≤20
18	Ukuran partikel					
19	Warna (10/100)					
20	Bau					
	Spesifikasi		Food gr	Food gr	Food gr	Food gr

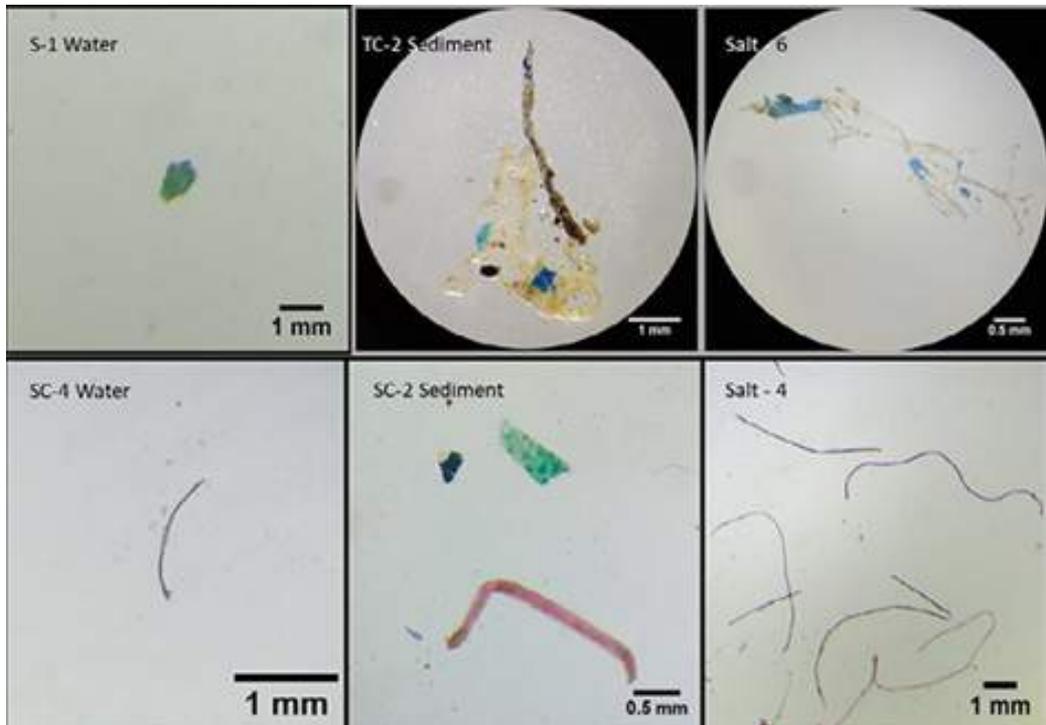
Beberapa senyawa pengotor dapat mempengaruhi mutu garam dan diatur dalam standar mutu garam Indonesia (SNI). Senyawa-senyawa pengotor tersebut antara lain kandungan mineral kalium, kalsium dan magnesium; logam berat Hg, Pb, Cd, dan As; senyawa sulfat dan cemaran mikroplastik (Tabel 9). Sementara itu beberapa negara maupun standar global juga mengatur beberapa parameter mutu lainnya, seperti logam Cu, Fe, zat aditif, ukuran partikel dan warna garam (Tabel 9). Jika dibandingkan dengan standar global maupun standar negara lain, terdapat beberapa perbedaan parameter mutu garam Indonesia, khususnya dari zat pengotornya. Di antara perbedaan tersebut terdapat pada batas cemaran logam Pb dan As yang lebih tinggi hingga masing-masing 4 dan 5 kali lipat. Namun demikian beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan logam berat tersebut pada garam Indonesia masih di bawah ambang batas yang disyaratkan. Hasil penelitian Dwiyitno *et al.*, (2020) untuk logam Hg, Pb, Cd, dan As tidak lebih dari 0,008 mg/kg. Kandungan Pb tertinggi pada garam dari Bangkalan dan Sumenep masing-masing 0,10 dan 0,13 mg/kg (Su'udiyah, 2015). Konsentrasi logam Pb yang relatif sama (0,16 mg/kg) ditemukan pada garam asal Pamekasan (Samsiyah, 2019).



Maraknya isu sampah plastik di laut berdampak pada isu cemaran mikroplastik pada garam. Hal ini karena garam laut diproduksi dari air laut yang berpotensi tercemar sampah plastik dan mikroplastik. Kim *et al.*, (2018) melaporkan hasil penelitian kandungan mikroplastik pada garam asal Indonesia dengan konsentrasi 1.674 partikel/kg untuk ukuran di atas 100 mikron. Konsentrasi mikroplastik ini relatif tinggi dibandingkan dengan garam dari Cina yang sebesar 550-681 partikel/kg (Yang *et al.*, 2017) dan garam dapur di Spanyol (50-280 partikel/kg) yang dilaporkan oleh *Iniguez et al.*, (2017). Konsentrasi mikroplastik tertinggi pada garam dilaporkan dari Kroasia oleh Renzi dan Blaskovic (2018) sebesar 13.500-19.800 partikel/kg untuk ukuran di atas 15 mikron.

Hasil penelitian Tahir *et al.*, (2019) menunjukkan 58 persen dari 12 sampel garam tradisional asal Jeneponto mengandung mikroplastik dengan konsentrasi 6-53 partikel/kg. Cemaran mikroplastik juga ditemukan pada sampel air dan sedimen dari lingkungan tambak garam dengan konsentrasi masing-masing 7-55 partikel/L dan 14-50 partikel/kg (Gambar 15). Jenis polimer utama yang ditemukan pada sampel garam adalah polyvinyl acetate (41.7%), polyethylene (33.3%) dan polystyrene (25%). Kandungan mikroplastik juga ditemukan pada air kolam penampung di area produksi garam di Jawa Timur sebanyak 9667 partikel per/m³. Sedangkan pada garamnya sebanyak 303 partikel/kg (Nuesyafaat (2018). Tipe mikroplastik yang dominan baik pada air laut maupun garam adalah film, kemudian fragmen, fiber dan foam. Warna partikel mikroplastik yang dominan pada air laut yaitu putih sebesar 57 persen pada air, dan biru sebesar 73 persen pada garamnya. Jenis polimer dari partikel mikroplastik yang teridentifikasi adalah Polypropylene, LDPE (Low Density Polyethylene), Polyethylene, Polystyrene, dan HDPE (*High Density Polyethylene*).

“ Garam merupakan salah satu produk yang wajib ber SNI, tidak hanya untuk kebutuhan garam konsumsi saja, namun SNI juga berlaku untuk garam industri.



Gambar 15. Contoh mikroplastik yang ditemukan pada garam dan lingkungannya (Tahir *et al.*, 2019)

Hasil penelitian Dwiyoitno *et al.*, (2020) menunjukkan kandungan mikroplastik pada garam yang bervariasi berdasarkan metode pengolahan yang berbeda. Teknologi prisma dan *tunnel* menghasilkan garam dengan konsentrasi cemaran mikroplastik relatif sedikit (59-223 partikel/kg garam). Pada garam hasil produksi metode geomembran konsentrasi mikroplastiknya 55-240 partikel/kg, sedangkan garam hasil teknologi tradisional memiliki kandungan mikroplastik paling banyak (113-403 partikel/kg). Cemaran mikroplastik juga ditemukan pada sampel air baku tambak garam, dengan konsentrasi tertinggi 450-580 partikel/m³) serta 200-500 partikel/g pada sedimennya. Hasil penelitian ini menunjukkan jenis MP yang ditemukan pada sampel garam lebih dominan berasal dari cemaran lingkungan, dibandingkan dari proses produksi garamnya.

3.5 Penggunaan Garam

Garam penting bagi kelangsungan hidup manusia, karena garam bertindak sebagai pengatur aliran makanan dalam tubuh, kontraksi hati, dan jaringan-jaringan dalam tubuh. Dalam tubuh orang dewasa sehat, biasanya mengandung sekitar 256 gram senyawa natrium. Senyawa tersebut setara dengan 100 gram unsur natrium. Garam dapur mengandung



natrium (40%). Jumlah natrium yang disarankan untuk dikonsumsi berkisar antara 1100-3300 mg setiap harinya. Jumlah tersebut setara dengan 0,5-1,5 sendok teh garam dapur. Perlu diketahui bahwa konsumsi garam dapur yang berlebihan terutama untuk seseorang yang memiliki riwayat tekanan darah tinggi tidaklah dianjurkan. Jumlah garam maksimal yang boleh dikonsumsi oleh orang dewasa sehat setiap harinya adalah sekitar 2.300 mg natrium atau setara satu sendok teh garam (www.dokter.id).

Garam banyak dimanfaatkan dalam berbagai macam industri dan diestimasi sekitar 14.000 produk menggunakan garam sebagai bahan tambahan (*The Salt Manufacturer's Association, United Kingdom*). Sebagai contoh bila garam dielektrolisis menghasilkan klorin (Cl_2), sodium hidroksida (NaOH), dan hydrogen (H_2). Ketiga produk ini biasa digunakan secara individual, bisa pula dikombinasikan menjadi produk baru seperti pencampuran antara sodium hidroksida dengan klorin menghasilkan sodium klorat atau lebih dikenal dengan nama sodium hipoklorit. Hipoklorit merupakan bahan pengoksidasi kuat dan banyak dipakai untuk mematikan bakteri, tetapi bahan ini dalam bentuk bubuk mempunyai sifat eksplosif dan banyak pula diproduksi untuk keperluan bahan pemutih.

Hidrogen dan klorin bila direaksikan menghasilkan hidrogen klorida dan umumnya dilarutkan dalam air. Hidrogen klorida yang dibuat dengan metode ini mempunyai kemurnian yang tinggi sehingga aman untuk digunakan dalam industri makanan dan obat-obatan. Produk sodium hidroksida atau soda api bila direaksikan dengan karbondioksida bisa diperoleh soda ash (NaHCO_3) dan produk ini banyak digunakan pada industri makanan. Secara umum berbagai aplikasi penggunaan garam dapat dilihat pada Tabel 11.

Penggunaan terbesar garam adalah untuk industri petrokimia yang mencapai 1,78 juta ton garam/th. Selanjutnya, industri pulp dan kertas juga memerlukan garam cukup besar (708,5 ribu ton/th), diikuti dengan industri aneka pangan yang membutuhkan 535 ribu ton/th. Industri perikanan membutuhkan 460 ribu ton garam/th untuk kegiatan pengasinan serta tidak kurang dari 200 ribu ton/th untuk kegiatan penangkapan ikan. Selain itu, industri pakan ternak dan industri penyamakan kulit masing-masing membutuhkan 50 ribu ton garam. Industri tekstil dan resin serta industri sabun dan detergen memerlukan 30 ribu ton garam/th. Adapun kebutuhan garam untuk industri farmasi dan kosmetik mencapai 6.846 ton per tahun, serta industri lain-lain yang tercatat membutuhkan sekitar 50 ribu ton garam.

Tabel 11. Aplikasi Garam dalam berbagai bidang

Aplikasi pada industri	Aplikasi pada pertanian	Aplikasi pada pangan	Aplikasi pada bidang kesehatan	Aplikasi bidang perikanan
<ul style="list-style-type: none"> - Metal recovery - Paper - Manufacture - Rubber - processing - Road de-icing - Dyes & textiles - Ceramic glazing - Refrigerant - brines - Water pollution control - Water Softeners 	<ul style="list-style-type: none"> - Hide & skin - Stockfeed - Fertilizer - Farm - Drenching - Water troughs 	<ul style="list-style-type: none"> - Cheese salting - Butter making - Snackfoods - Breakfast Cereal - Bread - Cakes, biscuits - Confectionery - Industrial flavour - Catering - Casings - Margarine, fats - Cans & preserves - Brine making - Dry seasonings - Frozen foods 	<ul style="list-style-type: none"> - Chlor-alkali - Soap & cleaners - Dental, medical - Bath salts 	<ul style="list-style-type: none"> - Fish brines - Fish processing - 'Dry' salt fish - Processing - Fish canning - Chill fish (Fish slaughter)

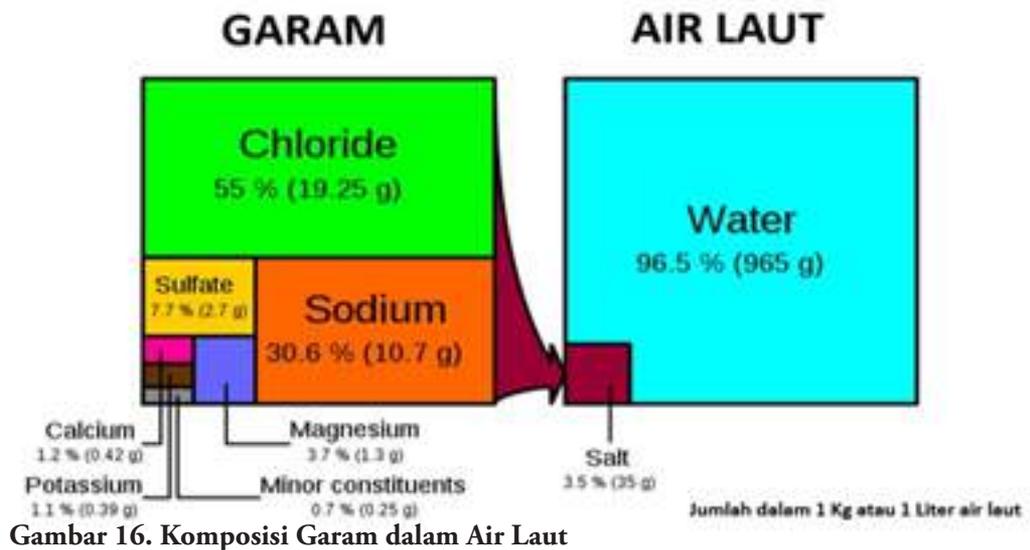




BAB IV. PRODUKSI DAN PENGOLAHAN GARAM

4.1 Teknologi Produksi Garam

Garam yang kita kenal merupakan mineral yang mempunyai komposisi utama *Sodium Chlorine* atau NaCl. Garam dalam gambaran yang lebih luas merupakan mineral kristal yang disebut sebagai *Rock Salt* atau *Halite*. Sumber utama garam adalah dari air laut. Secara komposisi, kandungan garam dalam air laut adalah sebesar 35 gram dalam 1 liter air laut atau sekitar 3,5 persen dari kandungan air laut merupakan garam (Gambar 16).



Gambar 16. Komposisi Garam dalam Air Laut

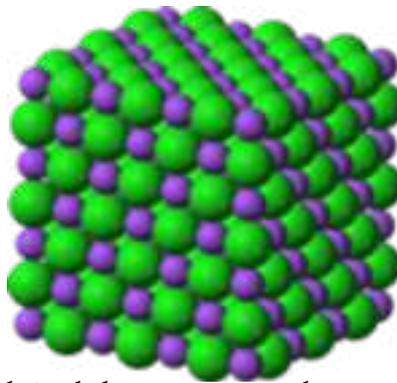
Garam merupakan mineral penting dalam kehidupan manusia. Garam adalah salah satu bumbu makanan tertua dan paling banyak ditemukan di mana-mana, dan penggaraman adalah metode pengawetan makanan yang penting. Mineral Na dan Cl merupakan komposisi terbesar yang ada di air laut, komposisi kimiawi air laut dapat dilihat pada Tabel 11. Ikatan antara Na dan Cl yang terbentuk akan berbentuk struktur kristal berbentuk kubus, sebagaimana terlihat pada Gambar 17.



Tabel 12. Komposisi Air Laut pada Salinitas 35 ppt

No	Ion	Gram per kg air laut
1	Cl ⁻	19,354
2	Na ⁺	10,770
3	K ⁺	0,399
4	Mg ²⁺	1,290
5	Ca ²⁺	0,4121
6	SO ₄ ²⁻	2,712
7	Br ⁻	0,0673
8	F ⁻	0,0013
9	B	0,0045
10	Si ²⁺	0,0079
11	IO ₃ ⁻ , I ⁻	6,0x10 ⁻⁵

Sumber: Riley and Skirrow, 1975 dalam Buku Panduan Usaha Terpadu Garam dan Artemia 2012 ²⁾



Gambar 17. Struktur kristal dengan natrium berwarna ungu dan klorida berwarna hijau

4.1.1 Standar Proses Produksi Garam Yang Baik

Satu-satunya bahan baku pembuatan garam secara alami didapatkan dari air laut. Metode yang digunakan adalah metode penguapan atau evaporasi dengan memanfaatkan energi matahari dan angin. Keberhasilan pembuatan garam dengan metode ini sangat ditentukan oleh kualitas air laut sebagai bahan baku. Tanah atau lahan sebagai tempat penampungan air laut yang diuapkan tentunya harus memiliki komposisi dan struktur tanah yang tidak mudah meresapkan air menjadi faktor penentu. Faktor penentu lain adalah iklim yang dikaitkan dengan penyinaran matahari dan angin yang berpengaruh pada proses penguapan.

Pemindahan air laut ke lahan petak garam sering dilakukan dengan mengandalkan tenaga pasang surut atau dengan menggunakan pompa air yang dialirkan melalui saluran air sebelum ditampung pada petak lahan. Proses pemekatan air atau sering juga dikenal sebagai menuakan air dimulai di petak-petak ini. Proses penuaan air dipahami sebagai proses peminihan. Proses peminihan ini untuk meningkatkan kepekatan air laut dari 3 Be menjadi 24 Be. Hasil dari peminihan air laut ini disebut dengan air tua atau *brine*. Selanjutnya setelah kepekatan air mencapai 24 Be, maka air tua siap untuk proses kristalisasi menjadi butiran garam. Tahapan proses pembuatan garam dapat diperhatikan pada Gambar 18 dan 19, dan proses akhir akan menghasilkan kristal yang disebut sebagai garam “krosok”.

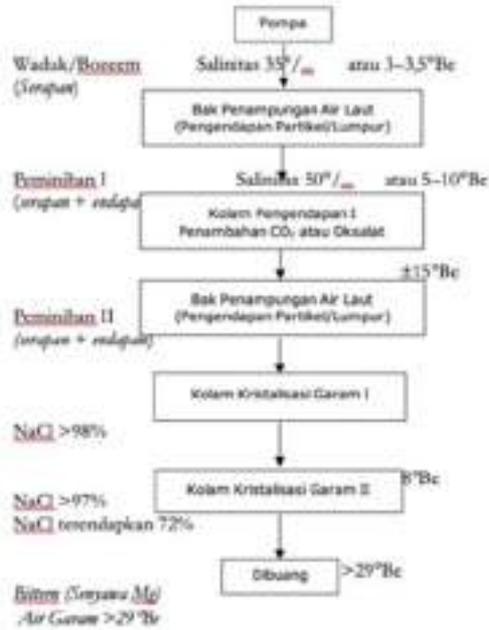
Pada saat proses peminihan inilah proses pengendapan *impurities* (berbagai mineral yang tidak diharapkan) terjadi. Prinsip pengendapan senyawa selain Na dan Cl yang terendapkan pada proses penguapan air laut sebagai berikut:

1. Garam/senyawa akan mengendap berdasarkan kepekatan air laut dan sifatnya, sebagaimana terlihat pada Tabel 12. Pada tingkat kepekatan tertentu senyawa yang terendapkan juga senyawa tertentu.
2. Perlu diperhatikan bahwa ada beberapa mineral atau senyawa yang memiliki kisaran pengendapan yang sama, oleh karena itulah hal ini menjadi pertimbangan penentuan pengambilan optimal dari senyawa yang akan dihasilkan yaitu NaCl.

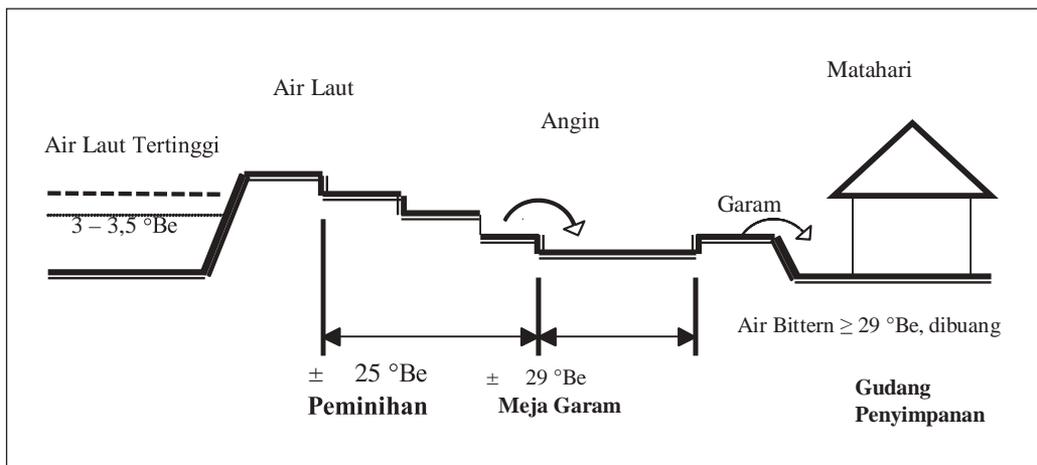
Tabel 13. Tingkat Kepekatan dan Senyawa yang terendapkan dari Air Laut

Tingkat Kepekatan(°Be)	Urutan Garam/Senyawa yang mengendap/mengkristal	Istilah Umum
3,0-16,0	Lumpur/Pasir/ Fe_2O_3 / $CaCO_3$	Lumpur/Pasir/Teyeng/Kapur
17,0-27,0	Gypsum (kalsium sulfat)	Gamping
26,3-35,0	Natrium klorida (NaCl)	Garam dapur/Uyah
27,0-35,0	Garam Magnesium ($MgSO_4$, $MgCl_2$)	Garam Pahit/Garam Bittern
28,5-35,0	Natrium bromida (NaBr)	

Sumber : Riley and Skirrow, 1975 dalam Buku Panduan Pengembangan Usaha Terpadu Garam dan Artemia 2012 ²⁾

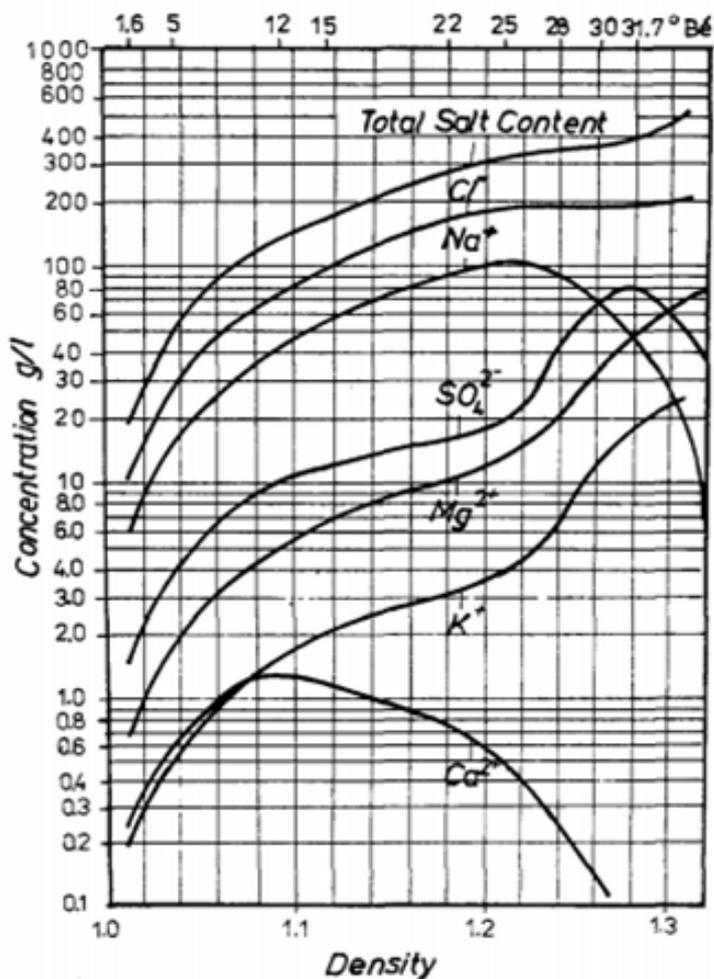


Gambar 18. Bagan Proses Pembuatan Garam Evaporasi Kadar NaCl Tinggi



Gambar 19. Proses pembuatan garam secara evaporasi.

Garam yang akan diproduksi adalah garam dengan kandungan Na dan Cl yang tinggi. Oleh karena itu perlu melihat sifat ikatan Na dan Cl pada berbagai derajat kekentalan. Gambar 20 menunjukkan pola ikatan antar senyawa yang ada dalam air laut. Sifat senyawa Cl konsentrasinya akan semakin naik pada tiap derajat kekentalan, sedangkan senyawa Na memiliki sifat naik pada kekentalan rendah dan akan mulai menurun pada derajat kekentalan 30 tapi puncak konsentrasi Na pada derajat kekentalan 26 Be.



Gambar 20. Hubungan Karakteristik senyawa pada berbagai derajat kekentalan



Air laut mengandung berbagai senyawa garam dan masing-masing mengendap berdasarkan tingkat kelarutannya, mulai senyawa besi (ferri oksida), kalsium (gips), sodium (garam dapur), dan magnesium (Magnesium klorida dan sulfat). Di antara senyawa–senyawa garam yang terkandung di dalam air laut NaCl merupakan senyawa yang paling besar persentasenya. Dengan cara mengatur pengendapannya berdasarkan sifat-sifat kelarutannya akan diperoleh hasil NaCl yang maksimal. Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan Usiglio, NaCl akan mengendap pada konsentrasi antara 25 sampai dengan 29 °Be. Dengan cara mengatur pengendapan NaCl pada kisaran konsentrasi tersebut akan diperoleh endapan NaCl sebesar 70 persen dengan kemurnian 98 persen (Adi, 2014)

Dalam proses peminihan, peningkatan kecepatan penguapan air laut akan menjadi penentu dalam proses produksi garam dengan kuantitas yang banyak. Faktor yang paling menentukan terhadap kecepatan penguapan air laut adalah kecepatan angin dan radiasi matahari. Kecepatan angin berpengaruh karena angin membawa uap air dari permukaan air laut sedangkan radiasi berpengaruh karena merupakan sumber masukan energi yang menentukan berlangsungnya penguapan. Pemberian warna pada dasar tanah atau air laut dapat memperbesar radiasi netto dan suhu cairan. Demikian juga letak tanah akan memberikan pengaruh terhadap besarnya kecepatan angin yang diterima sehingga akan berpengaruh terhadap penguapannya. Upaya peningkatan kecepatan penguapan dengan menaikkan dua variabel di atas akan dapat meningkatkan produktivitas dari areal penggaraman.

Berdasarkan karakteristik senyawa Na dan Cl dalam air laut pada berbagai derajat kekentalan, maka untuk memperoleh garam dengan kualitas yang baik dapat dilakukan dengan proses mengikuti Buku Panduan Pembuatan Garam Bermutu edisi kedua (Purbani *et al*, 2012) yang dikeluarkan Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut dan Pesisir Badan Litbang Kelautan dan Perikanan KKP, di mana diuraikan tahapan proses standar dalam produksi garam di tambak garam, dengan tahapan sebagai berikut:

a. Pengeringan Lahan

- Pengeringan lahan peminihan dilaksanakan pada sekitar awal bulan April, atau melihat kondisi hujan yang terjadi.
- Pengeringan lahan untuk meja kristalisasi.
- Pada tahap ini perlu juga diperhatikan penurunan peresapan tanah. Resapan air laut ke dalam tanah, terutama pada bagian peminihan yang merupakan areal terluas dari lahan pegaraman (sekitar 80-90%) adalah faktor yang merugikan. Saat ini usaha pemadatan tanah lahan pegaraman hanya dilakukan pada meja-

meja tempat kristalisasi (tempat pengendapan garam) sedang lahan peminihan sama sekali tak pernah dilakukan.

b. Pengolahan Air Peminihan/Waduk

- Pemasukan air laut baik dari laut langsung maupun dari waduk penampungan (bossem) ke kolam peminian.
- Proses peminihan dilakukan dengan menggunakan alas tanah, sehingga mineral yang terendapkan dan akan menjadi pengotor dalam proses peminihan tidak terbawa ke proses kristalisasi
- Pengaturan air di peminihan dapat mengikuti metode tradisional dengan kolam besar maupun dengan penerapan teknologi percepatan evaporasi seperti ulir filter.
- Pengeluaran brine ke meja kristal dan setelah habis dikeringkan selama seminggu.
- Pengeluaran brine ke meja kristal dan setelah habis dikeringkan, untuk pengeluaran Brine selanjutnya dari peminian tertua melalui brine tank.
- Pengembalian air tua ke waduk. Apabila air peminihan cukup untuk memenuhi meja kristal, selebihnya dipompa kembali ke waduk.

c. Pengolahan Air dan Tanah

- Pekerjaan Kesap Guluk (K/G) dan Pengeringan :
- Pertama K/G dilakukan setelah air meja 4–6 oBe.
- Kedua K/G dilakukan setelah air meja 18–22 oBe dan meja di atasnya dilakukan K/G dengan perlakuan sama.

d. Proses Kristalisasi

- Air tua (brine) akan dimasukkan ke dalam meja kristalisasi pada derajat kekentalan air garam 24–25 oBe dengan ketebalan air 3.5-5 cm.
- Pemeliharaan meja garam dilakukan dengan proses Aflak (perataan permukaan dasar garam).
- Garam NaCl mengendap paling optimal pada kepekatan (densitas) air laut : 25oBe (24 - 28,5oBe), walaupun dijumpai juga adanya garam ikutan lain.
- e. Proses Pemungutan Hasil
- Umur kristal garam dipanen setiap 10-14 hari secara rutin
- Pengaisan garam dilakukan hati-hati dengan ketebalan air meja cukup atau 3–5 cm.



- Angkutan garam dari meja ke timbunan membentuk profil (ditiriskan), kemudian diangkut ke gudang atau siap untuk proses pencucian.
- Untuk menjaga kualitas garam, sesuai dengan karakteristik konsentrasi Na dan Cl pada berbagai derajat kepekatan, air brine di meja kristalisasi yang telah melebihi 29 oBe dikeluarkan dari meja kristalisasi. Air dengan derajat kekentalan lebih dari 29 oBe disebut dengan Bittern.
- Pada derajat kekentalan 31 oBe magnesium (Mg), kalium (K) mengendap.
- Semakin tinggi kandungannya dengan semakin pekatnya air, sementara kandungan Na menurun

f. Proses Pencucian

- Pencucian bertujuan untuk meningkatkan kandungan NaCl dan mengurangi unsur Mg, Ca, SO₄ dan kotoran lainnya.
- Air pencuci garam semakin bersih dari kotoran akan menghasilkan garam cucian lebih baik atau bersih.
- Persyaratan air pencuci air cuci yang digunakan adalah air garam (brine) dengan kepekatan 20–24 oBe.
- g. Proses di Akhir Musim
- Pada akhir musim perlu dilakukan pengelolaan secara khusus dari brine yang sudah berproses dalam peminihan. Biasanya petambak garam membiarkan saja brine yang sudah terbentuk pada akhir musim kemarau akan kembali rendah karena terkena hujan.
- Penanganan dengan membentuk kolam deep storage dari brine yang sudah terbentuk.
- Penggunaan simpanan brine dari kolam deep storage akan mempercepat proses produksi garam pada musim yang akan datang.
- Potensi pemanfaatan brine dari kolam deep storage untuk produksi garam dengan menggunakan sistem tunnel, prisma atau rumah kaca.

4.1.2 Proses Produksi di Masyarakat

Setelah melihat bagaimana proses produksi garam yang baik, selanjutnya dibahas bagaimana aplikasinya pada produksi garam rakyat. Berbagai metode telah diterapkan oleh masyarakat, pada pembahasan selanjutnya akan dibahas berbagai macam metode dan bagaimana kualitas garam yang dihasilkan.

a. Tradisional

Pada tambak tradisional proses produksi garam telah mengikuti tahapan berproduksi garam mulai dari peminihan, kristalisasi sampai dengan pemanenan. Namun pengetahuan yang diterapkan merupakan pengetahuan yang diperoleh secara turun temurun dari nenek moyang. Hal ini dapat dilihat dari salah satu kebiasaan masyarakat di Sumenep yang memasukkan air dengan derajat 22 °Be ke meja kristalisasi (Efendy *et al.*, 2015) atau kajian yang dilakukan oleh Hadi dan Ahied (2017) bahwa proses pembentukan garam dan tahapan dalam produksi hanya merupakan kebiasaan dan pengetahuan yang didapat secara turun temurun. Masyarakat menerapkan dengan modifikasi sesuai dengan penguasaan lahan yang dikelolanya. Pembagian *bossem*, luasan peminihan, kristalisasi seringkali menyesuaikan kondisi lahan yang ada, sehingga seringkali karena keterbatasan lahan, maka dalam proses produksi sering tersendat atau tidak kontinu dalam berproduksi. Dalam istilah masyarakat sering kali tidak terkejar antara bahan air tua yang siap dikristalkan dengan kebutuhan brine pada meja kristalisasi.

Beberapa pokok-pokok dalam proses produksi garam secara tradisional dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Proses produksi menggunakan lahan tambak sebagai media produksi garam.
- Alat bantu produksi masih tradisional, seperti untuk persiapan lahan, perataan tanah, pemanenan dan proses pemindahan air laut dalam peminihan menggunakan kincir angin.
- Tidak menggunakan introduksi teknologi pada meja kristalisasi, dalam hal ini meja kristalisasi berupa tanah yang dipadatkan.
- Proses peminihan sampai kristalisasi mengikuti tradisi dan pengetahuan yang diperoleh secara turun temurun dari nenek moyang.

Dalam pelaksanaan tahapan produksi garam, masyarakat petambak garam seringkali melakukan hal-hal yang kontra produktif, sehingga garam yang dihasilkan memiliki kualitas yang kurang bagus. Beberapa hal yang seringkali dilakukan oleh petambak garam rakyat yang menyebabkan kualitas produksi garam rendah antara lain:

- Memasukkan air tua dengan kadar kepekatan kurang dari 24 oBe.
- Proses kristalisasi dilakukan diatas 30 oBe.
- Memasukkan kembali air bittern (di atas 30 oBe) ke proses produksi, hal ini dilakukan untuk mempercepat proses peminihan.

- 
- Pemanenan garam dengan umur 3-7 hari, padahal secara teroitis kristal garam akan terbentuk lebih sempurna setelah berumur antara 10-14 hari, semakin lama waktu pemanenan, kristal yang terbentuk juga akan semakin bagus.

1. Sistem Maduris

Pada tahapan produksi garam, pengaturan aliran dan tebal air dari peminihan satu ke peminihan berikutnya dan faktor arah kecepatan angin serta kelembaban udara berpengaruh besar terhadap penguapan air (koefisien pemindahan massa). Kadar/kepekatan air tua yang masuk ke meja kristalisasi berpengaruh terhadap mutu garam yang dihasilkan. Pada kristalisasi garam konsentrasi air garam antara 25–29°Be, bila konsentrasi air tua belum mencapai 25°Be maka gips (Kalsium Sulfat) akan banyak mengendap, namun sebaliknya bila konsentrasi air tua sudah lebih dari 29°Be, unsur Magnesium akan banyak mengendap.

Air *bittern* adalah air sisa kristalisasi dengan kadar lebih dari 29°Be yang sudah banyak mengandung magnesium (garam pahit). Air *bittern* ini sebaiknya dikeluarkan dari proses produksi untuk mengurangi kadar Mg dalam hasil garam. Proses pemanenan atau pemungutan garam sistem Maduris adalah sistem pemungutan garam yang dilakukan di atas lantai tanah. Waktu yang ideal untuk proses pemanenan dengan sistem Maduris ini antara 10– 15 hari garam diambil di atas dasar tanah.

Proses Maduris ini merupakan hal yang sebagian besar diterapkan pada proses produksi garam rakyat. Butiran kristal garam yang terbentuk di meja kristalisasi akan dipanen seluruhnya. Oleh karena itu untuk menghasilkan garam yang bagus dengan sistem Maduris ini perlu diperhatikan pengelolaan tanah di meja kristalisasi. Apabila tanah pada meja kristalisasi kurang padat, maka garam yang dihasilkan akan memiliki tingkat kecerahan yang rendah, garam akan bercampur dengan tanah. Dalam produksi garam NaCl mengendap di atas permukaan tanah untuk itu kualitas visual garam yang diperoleh sangat ditentukan oleh kondisi tanah yang digunakan untuk pengendapan (kualitas meja kristalisasi). Kondisi tersebut sangat berpengaruh sekali terhadap kualitas produksi garam rakyat. Untuk memperoleh kualitas tanah meja kristalisasi yang baik sebelum melakukan pelepasan air tua (air laut 25 °Be) tanah tersebut terlebih dahulu diperlakukan Kesap dan Guluk (biasanya dilakukan 3 kali untuk memperoleh kualitas kekerasan tanah yang memenuhi syarat). Kesap dilakukan dengan tujuan untuk membuang lumpur dan lumut yang menempel pada permukaan tanah. Sedangkan Guluk bertujuan untuk mengerasakan landasan permukaan tanah. Dengan pengolahan tanah meja kristalisasi yang baik sebagaimana cara diatas akan dapat meningkatkan kualitas garam yang diperoleh.

2. Sistem Portugis

Proses pemanenan sistem Portugis adalah sistem pemungutan garam di atas lantai garam. Penyiapan meja garam yang akan digunakan sebagai alas dalam produksi garam terbuat dari kristal garam yang dibuat sebelumnya selama 30 hari. Garam yang dihasilkan dari lama pengkristalan selama 30 hari inilah yang akan dijadikan alas dalam proses produksi selanjutnya. Setelah meja garam yang terbentuk selama 30 hari ini terbentuk, maka proses pemanenan selanjutnya adalah setiap tiap 10-14 hari dipungut.

Industri garam besar seperti di Australia dan India umumnya menggunakan sistem Portugis (Garampedia, 2021). Di Indonesia sistem ini dilakukan di sebagian pergaraman rakyat yang ada di Madura. Sedangkan untuk garam rakyat di luar Madura sebagian besar menggunakan sistem Maduris. Di beberapa negara, seperti Australia yang memiliki iklim temperate, lantai garam dibentuk hingga setahun. Selama periode ini bisa terbentuk lapisan garam hingga lebih dari 20 cm. Di lantai garam itulah air laut dialirkan untuk musim panen berikutnya. Hasilnya adalah garam yang bersih, berkadar pengotor amat rendah dan NaCl tinggi.

b. Teknologi Geomembran

Pada proses kristalisasi garam konvensional dengan media tanah, sering kali dijumpai kristal garam cenderung berwarna kusam (kecoklatan). Hal ini dipengaruhi oleh partikel tanah ataupun material organik tanah yang menempel pada kristal garam. Persiapan yang kurang baik pada meja kristal pada saat pra produksi juga mempengaruhi penetrasi air tua ke dalam porositas meja kristal (*seepage*) sehingga mengurangi kuantitas produksi. Faktor-faktor tersebutlah yang mendasari ide penggunaan geomembran untuk kristalisasi garam di tambak. Penggunaan geomembran pada proses kristalisasi garam bertujuan untuk mengurangi kontak langsung air tua dengan dasar lahan kristalisasi sehingga diperoleh kristal garam yang putih bersih.

Penggunaan geomembran untuk memproduksi garam di Indonesia dipelopori oleh PT Garam sejak tahun 2012 pada tiga lokasi, yaitu Sumenep, Pamekasan, dan Sampang di Pulau Madura. Sebelumnya beberapa petambak sudah mencoba aplikasi terpal pada meja kristalisasi garam. Penggunaan geomembran yang dipasang pada areal seluas 30 ha di Sampang mampu meningkatkan produksi garam hingga 40 persen dibandingkan cara konvensional. Selain jumlah produksi yang meningkat, kualitas garam yang dihasilkan juga mengalami perbaikan. Dengan menggunakan geomembran, seluruh garam yang dihasilkan merupakan garam KW 1. Dengan penggunaan geomembran juga mampu mempercepat



waktu panen perdana, sehingga mampu memperpanjang umur produksi garam. Pada kondisi cuaca yang normal pemanenan pertama pada bulan Mei dimana biasanya panen pertama dengan menggunakan metode konvensional baru terjadi pada bulan Juli.

Iswidodo dan Ciptomulyono (2013) membuat analisis kelayakan finansial dan tingkat penerimaan teknologi geomembran untuk memproduksi garam. Analisis Technology Acceptance Model 2 (TAM2) dengan pendekatan model Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DELMATEL) dan Analytical Network Process (ANP) dilakukan terhadap tambak-tambak milik PT Garam. Kesimpulan dari penelitian tersebut antara lain adalah:

- Implementasi geomembran layak dilakukan oleh PT Garam secara finansial dengan nilai Net Present Value (NPV) sebesar Rp3.877.605.438,- dan Interest Rate of Return (IRR) sebesar 13,07 persen (lebih besar dari IRR estimasi yaitu 5,79%) dan pengembalian investasi geomembran kurang dari dua tahun selama 15 tahun umur ekonomis.
- Tingkat penerimaan pengguna terhadap teknologi geomembran dapat diterima dengan baik, berdasarkan nilai dominasi terhadap variabel lain sebesar 14,162 dengan rata-rata keseluruhan 12,0008 dan nilai bobot yang terbesar.
- Faktor utama tingkat penerimaan pengguna terhadap teknologi geomembran adalah kualitas produksi, kemudahan penggunaan dan ketahanan penggunaan teknologi.



Gambar 21. Produksi garam dengan aplikasi geomembran (HDPE) : a. Pra produksi, geomembran telah terpasang selama 1 tahun; b. Produksi garam hasil aplikasi geomembran pada tahun kedua

Geomembran yang sering dipakai dalam proses pembuatan garam adalah *High Density Polyethylene* (HDPE) dan *Low Density Polyethylene* (LDPE) (Gambar 21). Bahan polyethylene (baik HDPE dan LDPE) memiliki resistansi yang baik terhadap bahan organik (hidrokarbon, alkohol ataupun aldehide). Ini menunjukkan apabila dalam *brine* yang akan dikristalkan terkandung bahan organik, tidak akan mempengaruhi karakter komposisi material geomembran. Bahan LDPE memiliki ketahanan suhu paling tinggi sampai dengan 80 °C. Sementara HDPE memiliki ketahanan terhadap suhu paling tinggi hingga 105 °C. Ini menunjukkan bahwa geomembran berbahan LDPE dan HDPE dapat dipergunakan pada kondisi lingkungan tambak garam yang hanya berkisar antara 30 – 35 °C.

Menurut Sagala *et al.*, (2015) dibandingkan dengan produksi garam sistem konvensional, penggunaan geomembran pada meja kristalisasi garam memiliki keunggulan pada kenampakan fisik garam yang lebih putih (Gambar 21). Kelebihan penggunaan geomembran dalam produksi garam dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Kelebihan Metode Garam Geomembran Dibanding Metode Konvensional

Metode Geomembran	Metode Konvensional
1. Tidak ada proses pengerasan kembali lahan kristalisasi sebelum proses produksi selanjutnya	1. Meja kristalisasi harus selalu dikeraskan kembali sebelum proses selanjutnya
2. Kualitas Garam: a. Putih bersih b. Sedikit pengotor c. NaCl : 93,54-95,87 % d. Kadar air : 2,96-5,79 % e. Ca : 0,4 - 1,04 % f. Mg : 0,1 - 0,14 %	2. Kualitas Garam: a. Putih buram b. Lebih banyak pengotor c. NaCl : 84,18-86,52 % d. Kadar air : 6,60-10,30 % e. Ca : 1,26 - 1,62 % f. Mg : 0,16 - 0,18 %
3. Tidak ada proses pencucian setelah panen	3. Ada proses pencucian setelah panen
4. Lebih mudah pengumpulan kristal	4. Pengumpulan kristal garam lebih susah
5. Persiapan yang diperlukan untuk proses selanjutnya membutuhkan waktu hanya 1,5-2 jam	5. Persiapan yang diperlukan untuk proses selanjutnya membutuhkan waktu 1,5 - 2 hari

Sumber: dari berbagai sumber



Dalam Lampiran IV Petunjuk Teknis Pengembangan Usaha Garam Rakyat (PUGAR) Tahun 2017 yang dibuat oleh Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut memuat beberapa hal penting yang dapat disarikan sebagai berikut:

- Jenis yang digunakan dalam implementasi geomembran untuk PUGAR adalah Low Density Poly Ethylene (LDPE) dengan ketebalam minimum 0,25 mm, lebar bentang 4,4 m dan panjang bentang 42 m.
- Untuk menghindari pemotongan atau penyambungan maka dimensi luasan meja kristalisasi dibuat dalam ukuran 8 m x 42 m.
- Sebelum geomembran diaplikasikan, meja kristalisasi harus dibersihkan dari benda-benda tajam seperti kerikil, binatang tritip, cangkang kerang, pecahan kaca dan lainnya. Setelah itu permukaan meja kristalisasi diratakan, dipadatkan dan dikeringkan guna mengoptimalkan proses produksi garam dan menjaga ketahanan geomembran dari kerusakan.
- Pemasangan/pembentangan geomembran dilakukan dengan cara menggelindingkan rol geomembran dimulai dari salah satu sisi lebar meja kristalisasi ke arah panjang meja kristalisasi. Untuk menghindari risiko tertiuap angin dapat diletakkan pemberat dari kontong berisi pasir/tanah di bagian tepi lembaran geomembran.
- Hindari menggunakan alas kaki dan alat yang dapat merusak geomembran saat meratakan geomembran. Perataan dapat dilakukan menggunakan tuas yang dilapisi kain perca.
- Setelah geomembran terpasang dengan baik, masukkan air tua ke atas meja kristalisasi. Setelah terbentuk Kristal garam panen dapat dilakukan setelah minimal 7 hari.

c. Teknologi Prisma

Pada tahun 1997, 2009, dan 2015 terjadi kemarau panjang sehingga sehingga produksi garam berlimpah, sedangkan tahun berikutnya yaitu 1998, 2010, dan 2016 terjadi kemarau basah sehingga terjadi gagal panen garam di seluruh sentra garam di Indonesia (Tabel 14). Bahkan berdasarkan informasi dari Kementerian Perdagangan RI (2013) dalam tinjauan pasar garam 2013 dari laman ews.kemendag.go.id, sejak tahun 1998 itulah Indonesia menjadi negara pengimpor garam.

Kondisi tersebut menimbulkan keprihatinan berbagai pihak, sehingga para akademisi, peneliti dan praktisi berlomba-lomba berusaha mencari cara agar tetap dapat memproduksi garam, meskipun dalam kondisi hujan sekalipun. PT Kencana Tiara Gemilang bekerjasama dengan Bapak Samian Arifin (petambak garam), Universitas Brawijaya serta Dinas Kelautan

setempat untuk membuat metode tambak garam yang tidak terpengaruh dengan kondisi cuaca. Dari hasil riset tersebut muncul inovasi sistem tambak garam dengan menggunakan metode prisma, seperti diberitakan dalam laman website <http://www.ktgplastics.com>.

Tambak garam dengan metode prisma ini menggunakan geomembran sebagai dasar media lahan garam. Tujuannya adalah untuk mempercepat proses penguapan air laut. Sedangkan atapnya dari plastik transparan untuk melindungi garam dari hujan. Rangka dari rumah garam prisma ini terbuat dari bambu yang kuat (Gambar 22). Geomembran sendiri memiliki kelebihan tahan terhadap sinar ultraviolet, tahan terhadap larutan kimia yang berbahaya, kedap air, kuat, performa jangka panjang yang stabil, fleksibel serta memiliki elongasi yang cukup tinggi (tidak mudah melar) sehingga dapat dikombinasikan dengan berbagai desain struktur dan permukaan tanah.

Tabel 15. Tabulasi Hubungan Kejadian ENSO dan DOI dengan Lama Musim Garam

	IOD fase negatif			IOD fase negatif			IOD fase positif		
El Nino Sangat Kuat							1982	1997	2015
El Nino Kuat							1972		
El Nino Sedang				1986	1987	2002	1991		
				2009					
El Nino Lemah				1976	1979	2004	1977	1994	2006
Normal	1981	1989	1992	1978	1980	1985	2012		
				1990	1993	2001			
				2003	2005	2008			
				2014					
La Nina Lemah	1974	2016		1984	1995	2000	1983		
				2011					
La Nina Sedang	1998	2010		1999	2007				
La Nina Kuat				1973	1975	1988			
	Lama musim garam > 5,5 bulan (panen garam berlimpah)								
	Lama musim garam 4 – 5,5 bulan (panen garam normal)								
	Lama musim garam 2,5 - 4 bulan (panen garam sedikit)								
	Lama musim garam < 2,2 bulan (gagal panen garam)								

Dengan menggunakan metode prisma pada tambak garam, petambak dapat berproduksi sepanjang tahun tanpa perlu khawatir dengan kondisi cuaca. Pada musim kemarau, selain memproduksi garam pekerjaan juga difokuskan pada penyediaan stok air tua (*brine*), sehingga pada saat hujan mulai turun produksi garam masih tetap dapat dilakukan dalam rumah prisma. Pelopor penggunaan teknologi ini adalah Bapak Samian Arifin. Menurut Bapak Samian Arifin rata-rata produksi di dalam rumah prisma per meter dalam satu hari mencapai 1 kilogram garam. Dengan proses produksi sepanjang tahun hasil produksi dapat meningkat hingga tiga kali lipat dibandingkan tambak tradisional tanpa prisma garam.



Sumber: <http://kominfo.jatimprov.go.id>



Sumber: <https://twitter.com/ditjasakelautan/status/>

Gambar 22. Penerapan Rumah Garam Prisma di tambak garam.

d. Teknologi Tunnel

Produksi garam sistem *tunnel* menerapkan model tertutup bertujuan agar produksi garam dapat berlangsung sepanjang tahun, baik saat musim kemarau maupun penghujan. Tunnel merupakan sebuah sarana yang digunakan untuk mengeringkan/mengkristalkan garam dengan cara membuat rangka berbentuk setengah lingkaran kemudian ditutup dengan plastik UV (Gambar 23). Sistem terowongan pengeringan matahari adalah metode kombinasi yang diterapkan menggunakan kolektor surya dan terowongan, memiliki hasil kinerja yang baik dalam menghasilkan garam. Terowongan digunakan untuk meningkatkan radiasi cahaya matahari dan untuk meningkatkan fungsi kolektor surya yang digunakan sebagai penampung air garam sehingga proses kristalisasi garam berlangsung dengan cepat dan sempurna. Garam produksi dengan menggunakan metode *tunnel* berupa kristal berwarna putih. Lama pengolahan mencapai 25 – 35 hari per siklus pengolahan. Tunnel dan geomembran dengan ukuran masing-masing 4 x 20 meter dapat menghasilkan garam produksi 1 (satu) ton (Saiful *et al.*, 2019). Kelebihan dan kekuarangan sistem ini adalah sebagai berikut:

Kelebihan :

- a. Bahan baku garam lebih terjaga dari resiko tercampur air hujan, sehingga boume tetap tinggi.
- b. Produksi sepanjang tahun.
- c. Produksi garam bersih dan putih => kualitas K1.
- d. Lahan minimalis dan pengelolaan lahan lebih mudah.
- e. Pembuatan konstruksi lahan lebih mudah.

- f. Penggunaan bahan plastik efisien.
- g. Bahan baku garam lebih terjaga dari resiko tercampur air hujan, sehingga densitas tetap tinggi.
- h. Suhu yang lebih tinggi di dalam area tunnel mempercepat evaporasi.
- i. Tetap mengaplikasikan geoisolator pada meja kristal.

Kekurangan :

- a. Bahan plastik HDPE dan UV cukup mahal dan membutuhkan perawatan yang baik.
- b. Penuaan air relatif lama karena meskipun epeporasi tinggi, kondensasi dalam tunnel juga tinggi.
- c. Di beberapa tempat memperoleh air muda cukup sulit.



Gambar 23. Produksi garam system tunnel

Proses produksi dibagi menjadi 4 langkah; proses awal adalah pengisian air garam ke dalam petak awal. Pemasukan dan pengaliran air garam dilakukan dengan menggunakan pompa air. Pada langkah awal air yang digunakan adalah untuk menghilangkan residu yang datang bersama air garam sebagai filter pertama dan air garam akan meningkatkan mencapai kadar garam sampai 12 Be. Langkah kedua, air garam dipindahkan petak kedua sebagai filter kedua untuk meningkatkan konsentrasi dan untuk memastikan tidak ada residu lagi di dalamnya. Pada tahap proses ini konsentrasi salinitas air meningkat hingga 20 Be. Langkah selanjutnya dari proses adalah mengairi air garam dari petak filter kedua ke sistem terowongan dengan ketebalan air 3–5 cm. Radiasi panas dari terowongan dan kolektor surya membantu eskalasi konsentrasi air garam terlihat mengkristal. Laju proses kristalisasi akan terjadi dengan cepat sampai air menguap dan hanya tersisa garam. Kolektor dapat menaikkan suhu ke tingkat maksimum untuk mempercepat fase proses garam



yang terkristalisasi. Pada kristalisasi garam konsentrasi air garam harus antara 25–29°Be. Bila konsentrasi air tua belum mencapai 25°Be maka gips (Kalsium Sulfat) akan banyak mengendap, bila konsentrasi air tua lebih dari 29°Be Magnesium akan banyak mengendap. Total waktu yang diperlukan untuk satu kali proses produksi sekitar 2 sampai dengan 3 minggu.

e. Teknologi Bestekin

Metode Bestekin merupakan cara memproduksi garam berkualitas industri berbahan baku air laut. Metode ini berbeda dengan proses pembuatan garam konvensional/tradisional. Bestekin sendiri memiliki 4 metode yang masing-masing memiliki perbedaan dari aspek investasi dan kecepatan produksinya. Bestekin IV merupakan metode berinvestasi tinggi dan memiliki kecepatan produksi tertinggi, dan seterusnya diikuti dengan Bestekin III, II dan I. Namun demikian keempat metode tersebut diklaim memiliki hasil kemurnian NaCl yang sama.

Terlepas dari varian metode Bestekin yang sudah dikembangkan, prinsip dari metode ini adalah rekayasa perluasan lahan secara vertikal melalui proses pengkabutan air bahan baku. Sehingga kebutuhan akan lahan yang luas sebagaimana produksi garam konvensional dapat diminimalisir. Hasil uji-coba pengkabutan membuktikan terjadinya perluasan vertikal hingga 100 kalinya. Artinya, dengan lahan yang hanya seluas 1 hektar, rekayasa pemecahan butir air mampu menghasilkan volume garam yang setara dengan volume garam dari lahan 100 hektar. Air bahan baku dialirkan oleh pompa tahan karat menuju rangkaian pipa pvc yang diberi banyak *spinkler*. Sebagai perbandingan, metode Bestekin prosesnya hanya perlu waktu rata-rata dua hari saja sementara dengan cara tradisional, garam membutuhkan waktu sebulan untuk penuaan air dan seminggu untuk proses kristalisasi.

Penentuan lokasi produksi garam industri metode bestekin didasarkan pada beberapa faktor penting diantaranya sumber bahan baku air laut, jauh dari muara, karakter kecepatan, arah angin dan curah hujan dilokasi, kemudahan akses terhadap bahan kimia penolong proses produksi, ketersediaan infrastruktur, kedekatan dengan konsumen dan lain lain. Bahan-bahan yang digunakan sebagai infrastruktur dipertimbangkan dan dipilih dengan matang terkait nilai investasi yang harus dikeluarkan dan ketahanan bahan terhadap cuaca yang ekstrim di pinggir laut. Bahan baku air laut tidak boleh dilepaskan ke kolam tanah sebagaimana dilakukan pada metode konvensional untuk menghindari ikutan berupa partikel padat pengotor pada kristal garam. Sehingga dasar lahan pada metode ini seluruhnya adalah berbahan HDPE atau LDPE dengan ketebalan 0,5 - 0,75 mm.

Metode ini juga dapat dilengkapi dengan membran osmosis untuk air laut. Pemisahan air tawar dari air laut dimaksudkan agar proses kristalisasi bisa berlangsung cepat, dan proses penggaraman juga bisa dilakukan meski pada musim hujan sekalipun (Gambar 24). Perangkat “Membrane Osmosis untuk Sea Water” hanya berupa opsi, disamping proses evaporasi alami yang kini digunakan oleh para petani garam. Air laut mengandung sejumlah senyawa yang bersifat deliquescence. Deliquescence adalah suatu sifat zat yang sangat higroskopis, dimana zat menyerap kelembaban dari atmosfer sampai larut dalam air yang diserap, dan membentuk larutan. Deliquescence terjadi ketika tekanan uap larutan yang terbentuk kurang dari tekanan parsial uap air di udara. Sifat ini membuat proses penguapan air dari air laut berjalan lambat, karena laju penguapan air diperlambat oleh ion-ion dari senyawa-senyawa *deliquescent*. Senyawa-senyawa *deliquescent* yang ada di dalam air laut umumnya berasal dari senyawa-senyawa golongan II (alkali tanah), dan sedikit dari golongan I (golongan alkali). Sejumlah garam bersifat deliquescence, antara lain ; NaOH, MgCl₂, ZnCl₂, MgSO₄, FeCl₃, K₂CO₃, NH₄NO₃, KOH, dan sebagainya.

Rendahnya tingkat produktivitas garam yang diproduksi oleh para petani garam umumnya disebabkan oleh senyawa-senyawa *deliquescent* yang terlarut dalam air laut. Adanya senyawa deliquescent membuat penguapan air menjadi lambat, dan sangat tergantung pada panas matahari dan kelembaban udara.



Gambar 24. Aplikasi metode Bestekin dalam produksi garam (Sumber: bestekin.com)



Hasanah *et al.*, 2019 menyatakan bahwa manfaat yang diterima petani garam bagi hasil teknologi Bestekin sebesar Rp396.000.000 per tahun/petani, dibandingkan dengan cara tradisional sebesar Rp24.412.222 per tahun/petani, teknologi geomembran sebesar Rp63.909.000 per tahun/petani. Berdasarkan analisis finansial teknologi Bestekin memperoleh (NPV = Rp 415.364.609, Net B/C = 3, IRR = 31%, PP = 4,5 tahun). Sementara teknologi tradisional memperoleh (NPV = Rp 52.392.856, Net B/C = 4, IRR = 70,7%, PP = 2,3 tahun), teknologi geomembran memperoleh (NPV = Rp 120.437.460, Net B/C = 2, IRR = 60,4%, PP = 2,0 tahun). Nilai R/C yang diperoleh teknologi bestekin sebesar 2,09, tradisional sebesar 1,01, dan teknologi geomembran sebesar 1,00.

f. Teknologi Perebusan

Beberapa lokasi di Indonesia memproduksi garam dengan menggunakan metode perebusan, salah satu yang menerapkan adalah di Kabupaten Aceh Timur, Aceh Utara, dan Pidie Provinsi Aceh Darussalam. Secara klimatologis wilayah Aceh kurang cocok untuk produksi garam menggunakan metode evaporasi, karena memiliki iklim yang relatif basah (Rochwulaningsih, 2013). Produksi garam yang banyak diusahakan di Aceh merupakan gabungan antara metode peminihan air di tambak dengan teknik perebusan sebagai cara untuk kristalisasi garam. Karena kristalisasi menggunakan teknik perebusan, energi untuk mengristalkan garam bukan dari panas matahari, namun dari bahan bakar berupa kayu.

g. Teknologi Integrasi Lahan

Pengelolaan kawasan pegaraman secara terpadu, intensif dan berskala besar membutuhkan lahan yang luas, terhadap tambak garam rakyat yang umumnya memiliki luas lahan yang kecil, pengelolaan bersama perlu dilakukan untuk mencapai nilai ekonomis. Mengadopsi model pengelolaan usahatani, setidaknya terdapat tiga jenis pengelolaan secara bersama-sama yaitu: *corporate farming*, *collective farming* dan *cooperative farming*. Perbandingan dari masing-masing pola tersebut tersaji pada Tabel 16.

Masing-masing model pengelolaan usaha tani tersebut memiliki keunggulan dan kekurangan. *Corporate farming* menjamin tercapainya efisiensi usaha, standarisasi mutu, dan efektivitas serta efisiensi manajemen pemanfaatan sumber daya. Selain itu, *corporate farming* lebih menguntungkan bagi sebagian pemilik tanah yang lahannya memang disewakan untuk dikelola menjadi tambak garam. Kekurangannya adalah pemilik tanah tidak memiliki keleluasaan dalam pengelolaan lahan garam maupun keterlibatan langsung dalam prospek bisnisnya. Menurut Setiawan (2008) *Collective farming* dianggap lebih mencerminkan budaya usaha tani sebagian masyarakat Indonesia, sebagai contoh adanya

sistem *sambatan* dan *seredan* yang merupakan sistem pengelolaan lahan secara bersama di Jawa Barat, namun pengelolaannya masih belum terintegrasi dalam suatu sistem manajemen. Sedangkan *Cooperative farming* merupakan model pemberdayaan petani, di antaranya melalui penguatan kelembagaan, pengembangan SDM, pengembangan akses permodalan, akses pasar dan kesepakatan penerapan teknologi. Kekurangan *cooperative farming* ini adalah lamanya waktu yang dibutuhkan untuk pertumbuhan kelembagaan, karena pengendali manajemen berasal dari SDM kelompok itu sendiri yang tingkat pengetahuannya kurang sehingga membutuhkan banyak pelatihan manajemen dari pihak luar.

Tabel 16. Perbandingan Model Pengelolaan Usaha Tani Secara Terpadu.

Corporate farming	Collective farming	Cooperative farming
Sistem Pengelolaan		
<ul style="list-style-type: none"> -Konsolidasi fisik lahan untuk dikelola oleh korporasi. -Konsolidasi seluruh aspek perusahaan produksi hulu-hilir mutlak dikendalikan oleh korporasi. -Hanya petambak pemilik lahan dan pemilik penggarap yang dapat bergabung. 	<ul style="list-style-type: none"> -Konsolidasi lahan tidak mutlak, pengelolaan kolektif. -Konsolidasi pada aspek sarana, penerapan teknologi, pelaksanaan produksi, pascapanen dan pemasaran. -Petambak pemilik lahan, pemilik penggarap dan penyewa penggarap dapat bergabung. 	<ul style="list-style-type: none"> -Tanpa konsolidasi lahan, pengelolaan mandiri. -Konsolidasi pada aspek sarana, penerapan teknologi, pelaksanaan produksi, pascapanen dan pemasaran. -Petambak pemilik lahan, pemilik penggarap, penyewa penggarap dan buruh tambak dapat bergabung.
Fokus		
<ul style="list-style-type: none"> -Penerapan usahatani modern untuk memperoleh keuntungan yang tinggi, berorientasi pasar. 	<ul style="list-style-type: none"> -Penerapan usahatani berbasis komunitas yang berdaya saing, efektif dan efisien melalui pengelolaan secara ekonomis, kolektif dan partisipatif. 	<ul style="list-style-type: none"> -Penerapan usahatani terpadu untuk memberdayakan petani melalui pembangunan sosial kapital (gotong-royong).
Kelembagaan		
<ul style="list-style-type: none"> -Korporasi sebagai pemegang kendali manajemen bisnis yang profesional dan modern. 	<ul style="list-style-type: none"> -Petambak aktif secara kolektif (cenderung non formal/musyawaharah). 	<ul style="list-style-type: none"> -Petambak aktif mengendalikan manajemen organisasi dengan struktur lengkap.
Keterlibatan Stakeholder		
<ul style="list-style-type: none"> -Swasta sebagai korporasi penyedia seluruh modal dan pengendali manajemen. -Petambak hanya sebagai penyedia lahan. -Pemerintah sebagai penyedia infrastruktur publik (irigasi, aksesibilitas), fasilitator pembinaan, pelatihan, monitoring dan evaluasi. 	<ul style="list-style-type: none"> -Swasta dapat masuk hanya jika hanya diperlukan tambahan modal. -Petambak aktif secara kolektif dalam proses produksi. -Pemerintah membangun infrastruktur primer-tercier-sekunder, fasilitator produksi hulu-hilir. 	<ul style="list-style-type: none"> -Swasta sebagai mitra investasi dan membantu pemasaran. -Petambak bertindak sebagai anggota sekaligus pengelola. -Pemerintah membangun infrastruktur primer-tercier-sekunder, fasilitator produksi hulu-hilir.
Pola kebijakan		
<ul style="list-style-type: none"> -Cenderung <i>topdown</i> dan sentralistik oleh korporasi. 	<ul style="list-style-type: none"> -Bersifat horizontal antar sesama anggota. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cenderung <i>Bottom up</i> dari anggota.

Sumber: Nuryanti (2005), Setiawan (2008), Shinta (2011), Gillbert (2014).



4.1.3 Perbandingan Berbagai Teknologi Produksi Garam

Setelah membahas berbagai teknologi produksi garam di lahan, maka dapat dibandingkan berbagai metode tersebut terangkum dalam Tabel 16. Tinjauan dilihat dari aspek proses produksi seperti peminihan, kristalisasi, pentahapan, kemudian dari aspek kemudahan teknologi, modal, waktu berproduksi, penanganan di akhir musim sampai dengan kualitas garam yang dihasilkan. Berdasarkan berbagai aspek tersebut, dapat dilihat bahwa secara kualitas, garam yang dihasilkan dengan metode tradisional dengan sistem panen portugis memiliki kualitas yang paling baik (97.7%), disusul dengan metode lain yang menggunakan geomembran sebagai media kristalisasi.

Untuk metode produksi garam yang menggunakan media kristalisasi geomembran, perlu mendapat perhatian terkait dengan isu mikrolastik dalam produk garam. Kajian mengenai umur geomembran dan degradasinya perlu dilakukan lebih lanjut. Sedangkan untuk teknologi yang mulai dari peminihan sampai kristalisasi menggunakan media geomembran (*tunnel* dan *prisma*) maka proses pengendapan impurities tidak terjadi, semua mineral akan terkristalisasi secara total. Sedangkan teknologi bestekin menggunakan teknologi pengkabutan dimeja kristalisasi yang memerlukan energi yang cukup besar dan teknologi yang digunakan relatif tinggi dengan modal yang sangat besar dibandingkan dengan sistem tradisional maupun aplikasi geomembran.



Tabel 17. Perbandingan Berbagai Teknologi Produksi Garam

Aspek	Teknologi	Tradisional Portugis	Tradisional Maduris	Geomembran (HDPE)	Geomembran (LDPE)	Tunnel	Prisma	Bestekin	Integrasi lahan	Perebusan	Syarat Mutu Garam (SNI)
Media pemimihan air		Tanah	Tanah	Tanah	Tanah	Plastik	Plastik	Plastik	Tanah	Tanah	
Proses penuaan air		Evaporasi bertahap	Evaporasi bertahap	Evaporasi bertahap	Evaporasi bertahap	Evaporasi total	Evaporasi total	Evaporasi total	Evaporasi bertahap	Evaporasi bertahap	
Meja Kristalisasi		Tanah	Tanah	Plastik	Plastik	Plastik	Plastik	Plastik	Tanah/Plastik	Perebusan	
Aplikasi Teknologi		Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Sedang	Sedang	Teknologi tinggi	Mudah	Sedang	
Modal		Rendah	Rendah	Sedang	Sedang	Besar	Besar	Sangat Besar	Besar	Sedang	
Persyaratan Kesesuaian		Lahan, Iklim	Lahan, Iklim	Lahan, Iklim	Lahan, Iklim	Iklim	Iklim	Iklim	Lahan, Iklim	Lahan	
Masa Produksi		Kemarau	Kemarau	Kemarau	Kemarau	Sepanjang Tahun	Sepanjang Tahun	Sepanjang Tahun	Kemarau	Sepanjang Tahun	
Penanganan Akhir Musim (penampungan brine)		Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Sepanjang tahun	Sepanjang tahun	Sepanjang tahun	Ada <i>Deep Storage</i>	Tidak ada	
Kualitas Garam											
• Kadar air (H ₂ O)	%	11,7	36,6	23,7	21,2	5,6	n.a	n.a	n.a	n.a	max 7,0
• Na	mg/Kg	384000	369000	388000	408000		n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
• Cl	mg/Kg	646000	623000	592000	543000		n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
• NaCl (dihitung dari pers reaksi)	%	97,7	93,9	97,6	89,5		n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
• NaCl (dihitung dari Σ Cl)	%	106,5	102,7	97,6	89,5	95,16	n.a	n.a	n.a	n.a	min 94,7
<u>Cemaran Logam</u>											
• Timbal (Pb)	mg/Kg	<1	<1	<1	<1	Ttd	n.a	n.a	n.a	n.a	max 10,0
• Tembaga (Cu)	mg/Kg	<1	<1	<1	<1	Ttd	n.a	n.a	n.a	n.a	max 10,0
• Raksa (Hg)	mg/Kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0003	n.a	n.a	n.a	n.a	max 0,1
• Cemaran Arsen (As)	mg/Kg	<1	<1	<1	<1	Ttd	n.a	n.a	n.a	n.a	max 0,1

4.2 Pemurnian Garam

Untuk meningkatkan kadar kandungan NaCl dari garam yang dihasilkan di tambak, perlu dilakukan pengolahan ataupun pemurnian. Pemurnian dilakukan untuk meningkatkan kadar NaCl dan menghilangkan mineral ikutan atau mineral pengotor (*impurities*) yang ada dalam garam. Pada dasarnya terdapat dua metode untuk melakukan pemurnian, yaitu:

1. Pemurnian garam sistem mekanis

Proses pemurnian dilakukan dengan mengecilkan butiran kristal disertai pencucian dengan *brine*. Lebih dikenal luas dengan istilah *hydromill*. Target produk SNI 3556:2016 atau garam konsumsi beryodium.

2. Pemurnian garam rekristal

Proses pemurnian dengan metode melarutkan garam krosok kemudian mengkristalkan kembali. Proses pengurangan impuritas dan mineral metalik dilakukan pada tahap pelarutan dan pengkristalan. Ada dua sistem pemurnian sistem ini, 1) spray dryer, 2) rebus. Target produk SNI 3556:2016 dan SNI 8207:2016

4.2.1 Pemurnian Mekanis

Proses pengolahan garam atau disebut pula pemurnian garam merupakan proses pemurnian mineral NaCl dengan menghilangkan zat ikutan (*impurities*) yang ada pada butiran garam. Proses pemurnian sistem mekanis menggunakan bantuan air tua atau *brine* untuk mencuci garam. Pemurnian garam dengan metode pencucian ini menjadikan garam lebih berkualitas dan diharapkan dapat meningkatkan kandungan NaCl yang ada. Produksi garam berstandar SNI Garam konsumsi menggunakan teknologi pemurni garam sistem mekanis dilakukan dengan melalui pentahapan sebagai terlihat pada Gambar 25.



Gambar 25. Proses produksi garam

Adapun mesin yang digunakan meliputi 1) *Diskmill* untuk melembutkan garam dengan memecah butiran yang bertujuan untuk menghilangkan kotoran dan zat ikutan (*impurities*), pelembutan ini sekaligus dilakukan pencucian, 2) *Spinner*, yang berfungsi untuk meniriskan hasil pelembutan dan pencucian, 3) *Rotary Drier*, atau mesin pengering berputar, berfungsi untuk mengeringkan hasil pencucian, 4) Iodizer atau mesin untuk menambahkan iodium sehingga menjadi garam konsumsi beryodium dan 5) *Packaging* atau mesin pengepak yang berfungsi untuk mengemas garam menjadi bungkus kecil (*small pack*). Selain ke lima mesin utama tersebut, tentunya dilengkapi dengan bak untuk menampung air tua sebagai media pencucian garam, alas penirisan untuk menampung hasil pencucian dan jaringan Mechanical Elektrical sebagai sumber penggerak alat dan mesin. Sumber energi pada paket teknologi ini adalah listrik, sehingga menjadi lebih murah dan lebih bersih dibandingkan dengan menggunakan mesin diesel sebagai pembangkit energi.

Proses pencucian atau pemurnian sistem mekanis dengan tahapan sebagai berikut (Gambar 31):

1. Pelembutan dan pencucian menggunakan *diskmill* (Gambar 26), metode yang digunakan adalah dengan mencuci garam krosok menggunakan air tua (dengan derajat baume tertentu) menggunakan kolam penampungan. Air cuci disirkulasikan dengan menggunakan pompa dan filter agar terjaga kejernihannya.
2. Penirisan hasil pelembutan dan pencucian dilakukan dengan menggunakan mesin peniris (*Spinner*) (Gambar 27).
3. Hasil penirisan selanjutnya dilakukan pengeringan dengan menggunakan mesin pengering berputar (*Rotary drier*) (Gambar 28).
4. Hasil pengeringan berupa garam halus dengan derajat kekeringan tertentu, selanjutnya pemberian iodium sebagai persyaratan garam konsumsi menggunakan mesin iodisasi (Gambar 29).
5. Setelah garam hasil olahan diberi iodium sesuai dengan SNI Garam Konsumsi, maka dilakukan pengemasan dengan berat 200 gram per kemasan dengan menggunakan mesin pengemas (*Packaging*) (Gambar 30).



Gambar 26. Diskmill



Gambar 27. Mesin peniris (Spinner)



Gambar 28. Mesin pengering berputar (Rotary drier)



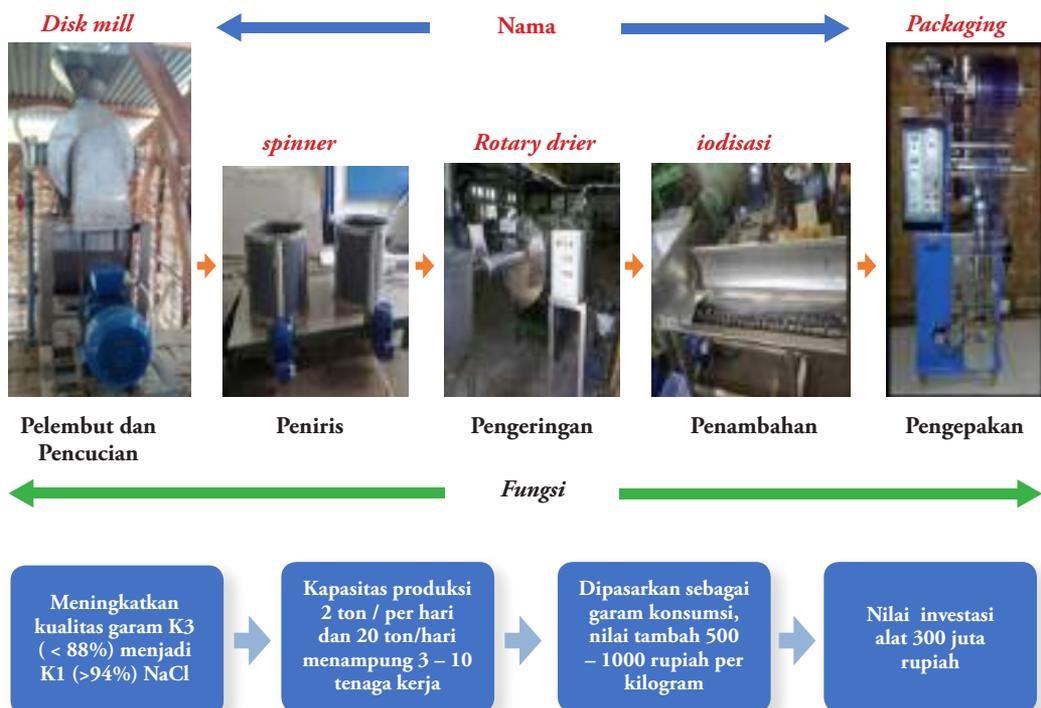
Gambar 29. Mesin Iodisasi



Gambar 30. Mesin pengemas (Packaging)

Paket teknologi ini memiliki sasaran sebagai berikut

- Mesin mampu meningkatkan kualitas garam dari kualitas rendah (KW3/KW2) menjadi garam kualitas tinggi (KW1).
- Kapasitas mesin terbagi menjadi 2 (dua) pilihan, yaitu kapasitas 5 ton/hari dan kapasitas 20 ton / hari.
- Target pengguna alat dan mesin pemurni garam ini adalah Usaha Kecil Menengah (UKM).
- Sistem mekanis yang digunakan dapat berupa giling kering (tanpa pencucian, bila garam kualitas tinggi) dan giling cuci (Bila garam kurang bagus kualitasnya akan meningkatkan kadar NaCl).
- Target produksi adalah garam konsumsi kemasan 200 gram dan garam konsumsi curah.
- Menambah nilai tambah garam rakyat yang biasanya harganya rendah, sedangkan untuk harga garam konsumsi relatif stabil harga per kilogram nya.



Gambar 31. Proses produksi garam mekanis



4.2.2 Pemurnian Rekrystal

Saat ini sudah dikenal secara luas alat teknologi pemurni garam sistem mekanis dan sistem rekrystal. Sistem rekrystal merupakan sistem pemurnian garam dengan bahan baku garam G multi kualitas. Pemurnian garam dilakukan pada saat fase *solvent* (cair). Pemurnian pada fase ini menggunakan gaya gravitasi (diendapkan), filter mekanis dan/ atau menggunakan bahan aditif sehingga cairan garam bersih dari impuritasnya. Tahap selanjutnya adalah proses kristalisasi ulang. Pada dasarnya ada dua sistem rekrystalisasi yang berkembang, pertama adalah sistem *spray drayer* dan yang kedua sistem rebus atau lebih dikenal dikalangan industri sistem redox. Sistem *spray drayer* sudah digunakan oleh pabrik besar seperti Unicham Candi Indonesia dengan investasi yang besar hingga 200 milyar per line produksinya. Sedangkan sistem rebusan berkembang di masyarakat tradisional dengan investasi yang lebih murah dan kapasitas rumahan (berkisar 100 hingga 200 kg/hari) memerlukan investasi jauh di bawahnya.

Sistem rekrystal melalui proses perebusan mengandalkan kalori yang besar. Potensi kalori yang tidak termanfaatkan teridentifikasi ada pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah. Sebagai contoh, untuk sampah di TPA dengan volume 830.000 m³ memerlukan biaya penanganan sampah hingga 2 miliar/tahun/lokasi TPA. Biaya tersebut untuk operasional *collecting* sampah dan *sanitary landfill*. Secara umum, sampah yang ada di TPA terdiri dari sampah organik (daun, kayu/ranting, kertas, tulang, limbah pasar) sebanyak 60 persen, plastik sebanyak 30 persen dan sisanya sampah kain dan popok sebanyak 10 persen. Terdapat dua keuntungan produksi garam sistem rekrystal memanfaatkan sampah, pertama adalah hasil produksi garam rekrystal dan yang kedua adalah berkurangnya volume sampah di TPA sehingga tidak perlu adanya proses penimbunan dan pembukaan lokasi baru untuk membuang sampah.

Terdapat dua permasalahan yang mendasari kegiatan ini, pertama: Budaya menjual garam krosok ke tengkulak selanjutnya ke pabrik besar memerlukan rantai pasok yang panjang, nilai komoditas yang cenderung murah. Sebagai gambaran, dengan menjual komoditas dalam bentuk garam krosok tidak ada peningkatan nilai yang lebih besar yang bisa dinikmati oleh masyarakat. Produksi rata-rata Garam Krosok (G) nasional: 2.334.689 Ton/tahun dengan melibatkan 11.805 petambak (satu data KP, 2019). Dengan harga sesuai yang ditetapkan pemerintah K1 Rp750,- dan K2 Rp550,-. Valuasi Garam tersebut adalah Rp1,3 triliun. Nilai tersebut akan naik menjadi Rp4,7 triliun apabila dijual dalam bentuk garam olahan. Untuk itu, perlu sentuhan teknologi pengolahan garam menjadi bahan dasar di masyarakat. Kedua: keikutsertaan masyarakat akan hasil usaha pengolahan garam

sangat kecil sehingga hanya dinikmati oleh pemilik lahan serta pemodal besar yang mampu membuat pabrik pengolahan garam. Pada tahap permasalahan ini terkait erat dengan budaya usaha di masyarakat serta mendekatkan teknologi sederhana pengolahan garam yang tidak padat modal. Di lain pihak permasalahan sampah, baik organik maupun anorganik semakin menyita anggaran serta harus segera tertangani.



Gambar 32. Proses pemasangan dan pembuatan tungku produksi garam rekristal di halaman rumah Bapak Mulyadi (kiri). Diskusi, pembuatan/install alat dan rencana uji produksi skala rumah tangga di halaman rumah Bapak Akhmadi (kanan).

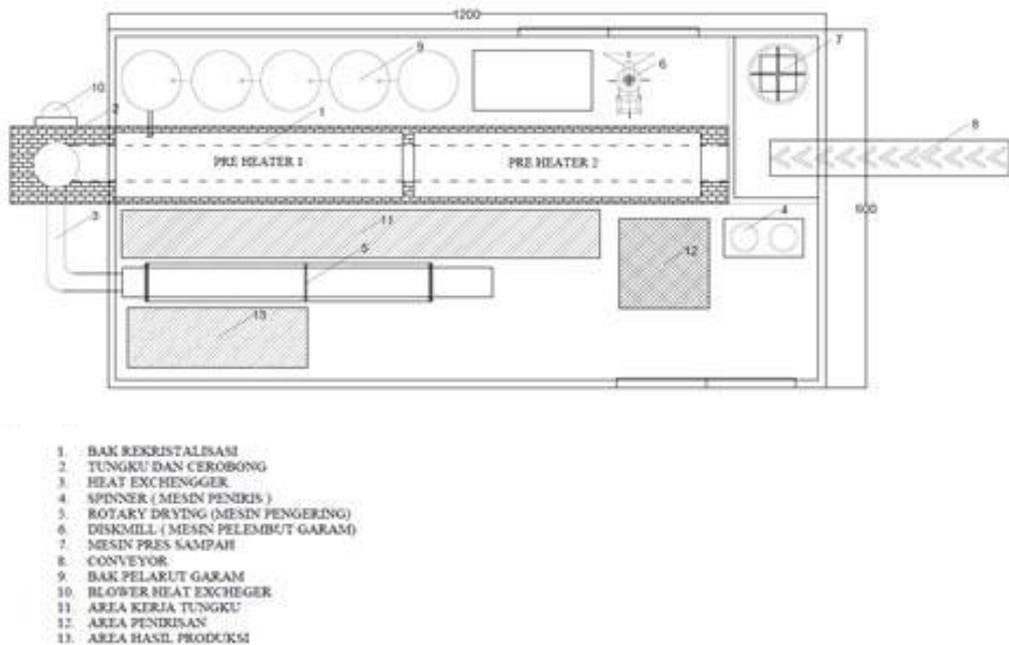
1. *Lay Out* dan Metode Pengolahan Garam Rekristal

Untuk mempermudah operasional, efisiensi tempat, serta stabilitas standar produksi perlu dibuat layout sistem produksi serta metode baku pengolahan garam rekristal sistem rebus. *Lay out*, perbaikan sistem dan penambahan alat, penyempurnaan metode dalam kerangka pengembangan menuju sebuah alat produksi yang lebih efisien dan memenuhi regulasi yang ada. *Lay out* produksi (Gambar 33):

Alat dasar produksi garam rekristal sistem rebus memerlukan luasan lokasi minimal ukuran 12 m x 6 m. Alat dasar tersebut meliputi:

1. Tungku dan cerobong
2. Bak rekristal
3. *Spinner*
4. *Rotary Dryer*
5. Alat *press* sampah
6. *Packing* bahan dasar

Sedangkan untuk iodisasi, *small pack*, dan gudang bahan dasar dan hasil produk, bangunan di luar bangunan produksi dasar 12 m x 6 m tersebut. Pada proses produksi pengolahan garam yang sudah berjalan, gudang bahan baku harus memenuhi minimal 8 bulan produksi. Analogi hitungan tersebut adalah proses produksi garam di lahan rata-rata 4 bulan dan diluar produksi lahan adalah 8 bulan. Hal tersebut harus ditempuh untuk menjaga stabilitas harga produk dihitung dari ongkos pengeluaran bahan baku. Pada pengolahan garam yang lebih mapan, *buffer* bahan baku terhitung 3 tahun dengan mengacu pada periode putaran musim kemarau kering menuju musim kemarau basah serta efek harga setelahnya.



Gambar 33. Tata Letak/Layout produksi garam rekristal sistem rebus

2. Metode Pengolahan Garam Rekristal

Dari empat metode yang telah dikenal, pada pengolahan garam rekristal sistem rebus ini menggunakan metode penguapan *solvent*. Proses pemurnian dengan metode melarutkan garam krosok kemudian mengkristalkan kembali. Proses pengurangan impuritas dan mineral metalik dilakukan terjadi pada tahap pelarutan dan pengkristalan.

Diagram proses pengolahan garam sistem rekristal

1. Proses Pelarutan	<ul style="list-style-type: none">• Bahan air tawar dan garam krosok• Pelarutan hingga 25%
2. Filtrasi dan penambahan floKtat	<ul style="list-style-type: none">• Filter mekanis dan gaya gravitasi
3. Rekristalisasi	<ul style="list-style-type: none">• Tungku dan Bak rekristal• Suhu diatas 100%
4. Penirisan	<ul style="list-style-type: none">• Spinner ≥ 1200 RPM• Garam Halus tiris kadar air $\pm 5\%$
5. Pengeringan	<ul style="list-style-type: none">• Rotary Dryer suhu ruang $\pm 70^{\circ}\text{C}$• Garam Halus kering kadar air kurang dari 0.5%
6. Iodisasi dan Packaging	<ul style="list-style-type: none">• Iodiser penambahan KIO_3 min 40 PPM

Tahapan pembuatan tersebut adalah:

a) Pembuatan larutan *solvent*.

Larutan garam dengan perbandingan garam krosok dan air bersih 2,5 Kg : 10 Liter ($\pm 25^{\circ}$ BE). Kecepatan melarut garam krosok dipengaruhi oleh: suhu air, diameter butiran garam, porositas atau kepadatan garam.

b) Pemurnian larutan *solvent*.

Endapkan larutan tersebut selama 3 jam, atau bersihkan dengan cara menggunakan filter mekanis 40 micron. Penghilangan impuritis dari larutan *solvent* dapat juga dilakukan dengan proses kimia, yaitu mereaksikannya cairan *solvent* dengan Na_2CO_3 dan NaOH sehingga terbentuk endapan CaCO_3 dan $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

c) Penguapan *solvent*.

Tuang larutan garam yang sudah bersih pada bak perebusan sampai penuh. Proses penguapan hingga mengkristal ulang menggunakan kalori panas buatan yang berasal dari tungku di bawahnya. Panas larutan garam pada suhu minimal 100°C . Kecepatan mengkristal, besar butiran garam serta homogenitas tercapai pada suhu 100°C di mana air sudah mendidih.

Pada tahapan ini mineral metalik dan *heavy* metalik pada unsur garam garaman akan menempel pada dinding bak rebus. Sedangkan unsur yang mempunyai berat jenis lebih ringan seperti Kapur akan mengambang membentuk lempengan tipis. Lapisan yang menempel pada dinding bak rekristal secara gradual dibersihkan dan lapisan tipis yang

mengambang pada saat proses penguapan solvent diambil menggunakan saringan. Proses ini merupakan proses pemurnian garam dari zat mineral metalik Mg, Fe, Hg, Pb, Cu yang disyaratkan sangat ketat pada Garam konsumsi beryodium SNI 3556:2016, Garam Diet SNI 8208:2016, Garam Industri Aneka pangan SNI 8207:2016. Pada Perlakuan ini dapat diketahui dari hasil laboratorium terlihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Hasil Uji Pemurnian Garam Rekrystal Sistem Rebus

No.	Parameter Uji	Hasil Uji			Satuan	Persyaratan Mutu SNI 01-4435-2000	Metode Uji
		Garam Krosok	Rekrystal 1	Rekrystal 2			
1	Kedaaan :						
	Bau	Normal		Normal	Normal	Normal	SNI 01-4435-2000
	Rasa	Asin		Asin	Asin	Asin	SNI 01-4435-2000
	Wama	Putih Normal		Putih Normal	Putih	Putih Normal	SNI 01-4435-2000
2	Natrium Klorida (NaCl)	84	98.1	97.23	% (b-b) adbk	Minimum 94.7	SNI 01-4435-2000
3	Kadar Air (H ₂ O)	12.2	7.72	6.72	% (b-b)	maksimal 7	SNI 01-4435-2000
4	Bagian tidak larut air	1.99	2.32	0.063	% (b-b) adbk	Maksimal 0.5	SNI 01-4435-2000
5	Cemaran Logam :						
	Persiapan Contoh						
	a. Timbal (Pb)	0.75	ND	<0.023	mg/kg	Maksimal 10	SNI 01-4435-2000
	b. Tembaga (Cu)	-	0.05	<0.0067	mg/kg	Maksimal 10	SNI 01-4435-2000
	c. Raksa (Hg)	0.1	ND	<0.00006	mg/kg	Maksimal 0.1	SNI 01-4435-2000
6	Cemaran arsen (As)	0.1	ND	<0.0008	mg/kg	Maksimal 0.1	SNI 01-4435-2000
No.	Parameter Uji	Hasil Uji			Satuan	Metode Uji	
1	Kalsium (Ca)	0.418	0.257	1009.59	mg/kg	AAS	
2	Kadmium (Cd)	0.375	ND	<0.0024	mg/kg	AAS	

Sumber: Hasil penguian garam rebus desa montok, 2019

Dari data hasil pengujian terdapat peningkatan Kadar NaCl yang signifikan berkisar 13 hingga 14 poin. Peningkatan kadar NaCl sebesar ini tidak dapat terjadi pada pemurnian garam sistem mekanis. Terlihat pada Tabel 18 peningkatan NaCl pada pemurnian garam sistem mekanis adalah 8 poin. Dalam satuan ADBK hal ini menunjukkan adanya pengurangan mineral lainnya selain NaCl dalam berat keseluruhan garam.

Tabel 19. Hasil Uji Pemurnian Garam Rekrystal Sistem Mekanis

Parameter	Sampel				Metode
	Garam G	Diskmill dan Cuci	Spinner	Rotary	
Nacl	89.36	96.5	97.03	97.27	Argentometri
Mg	0.7771	0.1381	0.1157	0.2091	AAS
Pb	ND	ND	ND	ND	AAS
Kadar Air	7.36	-	-	1.68	Gravimetri

Sumber: hasil analisa pemurnian garam sistem mekanis tiap tahap, PP SDL, 2014

Volume bak rekrystal mencapai 5000 liter dengan kandungan *solvent* $\pm 25^{\circ}$ BE didapatkan garam rekrystal sekitar 1 ton dalam sekali proses. Hasil garam rekrystal akan menjadi banyak apabila proses menggunakan sistem kontinyu dengan menambahkan larutan garam setiap terjadi penyusutan 30 persen pada bak perebusan.

d) Pengambilan hasil garam rekrystal

Pengambilan hasil garam rekrystal dilakukan etiap terjadi kristal garam ± 25 persen dari total ketinggian bak rekrystal. Hasil ditiriskan pada media kerucut sampai suhu $\pm 27^{\circ}$ C, lakukan proses spinner selama 3 menit pada 1300 rpm.

e) Pengeringan

Proses pengeringan mengguakan mesin rotary drying sampai kadar air $< 0,5$ persen – 3 persen. Proses pengeringan butiran menggunakan alat pengering sistem berputar belum dilakukan pada kegiatan tahun ini dikarenakan waktu pekerjaan yang tidak memadai.

f) Proses Iodisasi

Proses iodisasi dilakukan dengan sistem kering dengan perbandingan garam dan KiO_3 1:25.000. proses sistem ini dilakukan dengan tujuan tidak terjadi penambahan kadar air paga produk garam.

g) Proses *Packaging*

Segera lakukan proses pengepakan pada wadah yang rapat (Gambar 34). Pada proses pengepakan wadah besar biasa menggunakan sak ber inner plastik. Hal ini dilakukan untuk menghindari dampak dari sifat garam yang higroskopis.

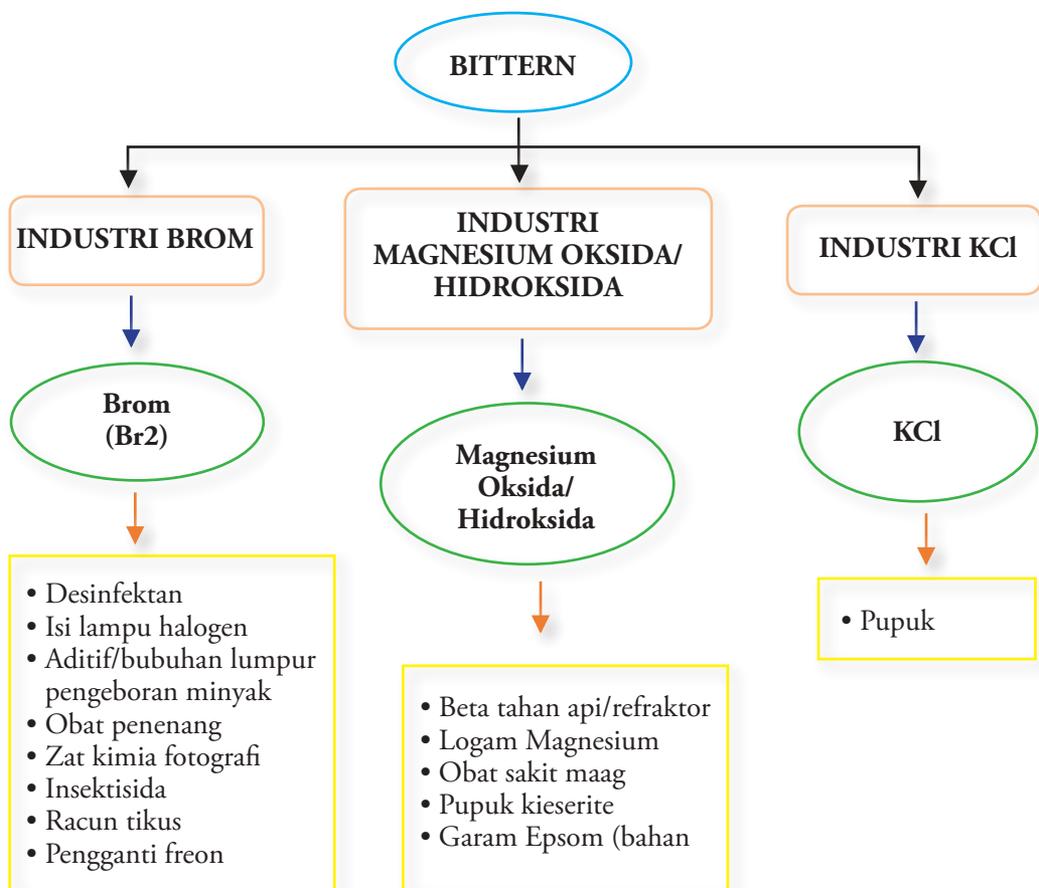


Gambar 34. Hasil produk garam rekrystal dan produk pembanding garam dipasaran

4.3 Diversifikasi Produk Garam

Diversifikasi produk garam dapat diperoleh dari pengolahan garam krosok yang dihasilkan untuk diolah menjadi garam non konsumsi seperti garam kesehatan seperti garam spa dan garam kumur. Sedangkan yang berasal dari proses produksi adalah pemanfaatan bittern. Bittern merupakan limbah dalam produksi garam, bittern merupakan sisa produksi garam yang memiliki kepekatan lebih dari 31 °Be. Garam dengan kadar kepekatan lebih dari 31 °Be banyak mengandung Magnesium, sebagaimana diuraikan bahwa mineral minor yang paling besar yang ada dikomposisi air laut adalah Magnesium.

Bittern sendiri dapat menghasilkan 3 (tiga) komposisi besar industri yaitu industri Bromida, Industri Magnesium dan industri Kalium. Masing-masing mineral memiliki potensi industri yang cukup beragam mulai pemanfaatan disinfektan sampai penggunaan untuk pupuk. Gambaran lengkap dapat dilihat dari Gambar 35.



Gambar 35. Produk Turunan Dari Bittern

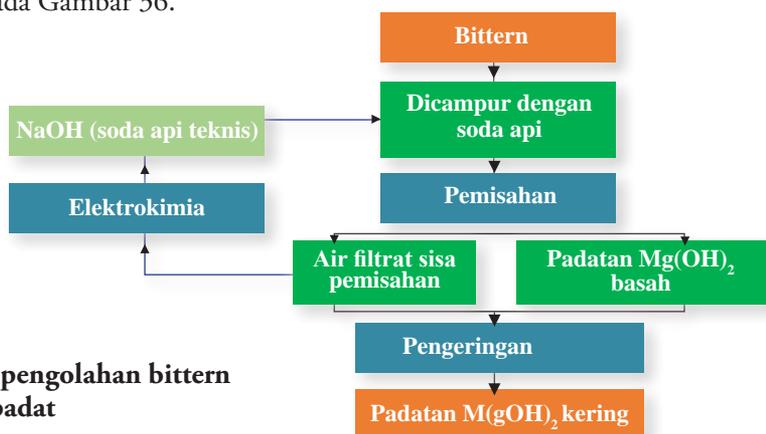
4.3.1 Magnesium

Dalam proses akhir pada pengolahan garam, diperoleh limbah (dikenal sebagai air tua atau *bittern*) yang dapat menyebabkan hipersalinitas bagi ekosistem. Akan tetapi, *bittern* tersebut mengandung garam-garam mineral yang bermanfaat, salah satunya magnesium yang bernilai ekonomis lebih tinggi daripada garam NaCl. Magnesium dalam bentuk $MgCl_2$ bermanfaat sebagai resin pertukaran ion, sementara bentuk $Mg(OH)_2$ bermanfaat dalam obat-obatan dan *flame retardant* (bahan penahan api). Garam-garam mineral selain garam NaCl yang dapat dipisahkan dalam proses pengolahan garam (baik dari air garam/*brine* maupun air tua/*bittern*) kemudian disebut sebagai produk turunan garam. Pemanfaatan *bittern* untuk mendapatkan produk turunan garam masih rendah di masyarakat petani garam Indonesia. Oleh karena itu, pemanfaatan limbah produksi garam ini merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan potensi produksi garam. Mengingat pendapatan petani garam yang saat ini masih rendah, diharapkan pemanfaatan *bittern* ini dapat menjadi salah satu alternatif tambahan pendapatan pendapatan mereka.

Para peneliti Puslitbang Sumber Daya Laut dan Pesisir telah berhasil mengembangkan teknologi sederhana pemisahan magnesium dari larutan *bittern*. Teknologi ini dirancang untuk dapat dioperasikan oleh kelompok masyarakat untuk menghasilkan padatan Magnesium Hidrosida atau $Mg(OH)_2$. Padatan Mg ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan farmasi seperti halnya obat maag serta pemanfaatan lain bahan tahan api.

Tahapan Proses Pengolahan Bittern

Untuk memperoleh magnesium padat, Pusat Litbang Sumber Daya Laut dan Pesisir (P3SDLP) Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan – KKP mengembangkan metode sederhana melalui tiga tahapan proses dalam pengolahan *bittern* sebagaimana terlihat pada Gambar 36.



Gambar 36. Langkah pengolahan bittern menjadi magnesium padat



Adapun langkah untuk mengolah *bittern* menjadi produk magnesium padat sebagai berikut:

1. Proses pengikatan Mg → Alat Pengaduk
 - a. Wadah yang telah berisi *bittern* (28°Be , kadar Mg $\pm 3.12\%$) dimasukkan larutan soda api L secara perlahan-lahan.
 - b. Penambahan larutan soda api dilakukan sambil diaduk.
 - c. Campuran *bittern* dan soda api akan berubah menjadi larutan berwarna putih susu.
 - d. Pada kondisi ini, warna larutan campuran sangat putih dan kental. Larutan berwarna putih karena mengandung padatan Mg sebagai $\text{Mg}(\text{OH})_2$.
2. Proses pemisahan Mg dari larutannya → Alat Centrifugal
 - a. Untuk memisahkan padatan putih Mg, dilakukan pemisahan menggunakan alat centrifugal ataupun filter press.
 - b. Buang cairan bening dan ambil padatan Mg yang telah terpisah untuk dikeringkan.
3. Proses pengeringan Mg → Alat Pengeri (Oven)
 - a. Terhadap padatan Mg yang telah dipisahkan tersebut diletakkan ke dalam suatu wadah untuk dikeringkan.
 - b. Pengeringan dilakukan menggunakan oven pada suhu $100\text{-}120^\circ\text{C}$ selama 24 jam.
 - c. Setelah kering, padatan siap untuk di-packing.

4.3.2 Garam Kesehatan

Selain digunakan untuk konsumsi dan industri, garam juga digunakan untuk bidang kesehatan. Salah satu produk yang dihasilkan dari pengolahan garam ini adalah garam spa dan garam kumur. Monalisa Darwin (2016), mengungkapkan berbagai macam manfaat terapi mandi dengan menggunakan garam antara lain:

1. Membantu membersihkan kulit
Terapi mandi garam yang alami mengandung nutrisi yang alami pula. Ketika digunakan, ia akan membersihkan dan mendetoksifikasi kulit secara alami. Ini kemudian membantu mencerahkan kulit, mengurangi jerawat, mengatasi masalah kulit lainnya, dan juga membantu meningkatkan tekstur kulit.
2. Membantu meringankan nyeri otot
Terapi mandi garam juga membantu meningkatkan sirkulasi darah dalam tubuh,

yang pada akhirnya akan membantu mengendurkan otot-otot serta mengurangi nyeri otot. Bagi kita yang mengalami masalah radang sendi, terapi ini juga baik dilakukan.

3. Membantu masalah kulit

Seperti yang telah disebut sebelumnya tadi, terapi mandi garam baik untuk kulit. Ini akan mengelupas kulit yang tidak sehat dan membantu mengurangi kondisi *rosacea* pada kulit wajah

4. Membantu untuk rileks

Terapi ini memiliki berbagai bentuk. Terapi mandi garam lavender akan membantu kita rileks dan mengurangi stres. Terapi mandi garam jeruk baik untuk kulit yang iritasi dan kering. Sedangkan yang lemon akan membantu merevitalisasi tubuh dan mengurangi sakit kepala.

5. Membantu masalah insomnia

Mandi garam memiliki kandungan mineral dan nutrisi alami, dimana ini akan membantu dalam relaksasi tubuh. Sehingga terapi ini baik untuk orang-orang yang insomnia dan juga membantu anak-anak yang menghadapi masalah susah tidur.

6. Membantu dalam sesi aromaterapi

Ketika melakukan terapi mandi garam, maka kita juga sekaligus berada dalam sesi aromaterapi, yang berarti tubuh diremajakan serta didetoksifikasi. Tidak hanya itu, ini juga membantu membuka pori-pori kulit dan membersihkan tubuh.

7. Membantu menyingkirkan kotoran dan keringat

Terapi mandi garam dengan air hangat akan membantu menyingkirkan kotoran serta racun berbahaya dari tubuh. Selain itu juga, mandi garam ternyata dapat mengatasi masalah keringat berlebih.

Metode pembuatan garam spa dilakukan dengan mencampurkan garam dengan bahan-bahan tambahan lainnya dengan memadupadankan bahan sesuai dengan preferensi pembuat. Bahan dasar berupa garam tersebut ditambahkan beberapa hal antara lain:

- Garam Inggris atau garam *epsom*. Bahan ini sebenarnya bukanlah garam, tetapi magnesium sulfat yang berbentuk kristal. Garam Inggris dapat meredakan nyeri otot dan membantu menghaluskan tekstur air.
- Garam laut (terutama garam Laut Mati) dapat mengurangi gejala artritis, reumatik, psoriasis, dan eksim.
- Garam mandi merah Hawaii dapat meredakan luka, nyeri, dan keseleo.
- Soda api.
- Minyak atsiri.



Berdasarkan harga yang ada di pasaran, harga garam untuk kebutuhan spa ini berkisar puluhan ribu sampai dengan ratusan ribu dengan kemasan yang beragam, umumnya kemasan dengan berat 250 gram. Melihat harga yang potensial ini menjadi salah satu peluang bagi masyarakat untuk memproduksi, apalagi bila mampu menembus pasar internasional.

4.3.3 Potensi Ekonomi Produk Turunan Garam

Potensi ekonomi garam turunan yang dihasilkan dari pengolahan garam krosok sangat tinggi, apabila nilai ekonomi garam krosok antara Rp. 350 sampai Rp. 1.500 maka dengan diolah menjadi garam kesehatan nilainya akan meningkat. Harga garam spa berkisar antara Rp. 15.000 sampai Rp. 30.000 untuk tiap kemasan 250 Gram. Apalagi bila bisa ditambahkan nilai eksternal produk, sebagai contoh untuk garam-garam yang berasal dari Laut Madura dapat dipasarkan sebagai garam yang berasal dari air mata dewa.

Produksi padatan magnesium ini merupakan potensi yang cukup besar sebagai diversifikasi produk dan peningkatan nilai tambah garam. Harga magnesium di pasaran tanpa mencantumkan komponen kandungannya sekitar 40.000 rupiah per kilo. Suatu potensi pendapatan tambahan bagi petambak garam ke depan. Sudah barang tentu pemerintah perlu memikirkan sejak awal tata niaga serta perlindungan terhadap harga dasar magnesium hasil olahan limbah garam ini, sehingga nilai manfaat teknologi ini dapat dirasakan oleh para pengolah garam.

Bila mengacu pada produksi garam nasional pada tahun 2012 yang sebesar 1.600.000 ton maka potensi bittern yang dihasilkan selama proses produksi garam adalah 3.200.000 m³. Perhitungan ini berdasarkan asumsi bahwa untuk memproduksi garam untuk tiap ton menghasilkan 2 m³ bittern. Secara teori, 1 m³ bittern (3,1 % Mg) akan menghasilkan kurang lebih ± 90 kg bittern padat Mg sebagai Mg(OH)₂, maka jika 20% saja produksi bittern dimanfaatkan maka secara nasional terdapat 640.000 m³/tahun bittern yang apabila diolah akan menghasilkan 57.600 ton/tahun Mg, suatu nilai yang tidak kecil. Perhitungan Potensi Omzet Mg dengan harga Rp. 20.000 per kg (50% dari harga pasar) diperkirakan mencapai nilai ekonomi sebesar 1,15 triliun/tahun.

“

Potensi ekonomi garam turunan yang dihasilkan dari pengolahan garam krosok sangat tinggi, apabila nilai ekonomi garam krosok antara Rp. 350 sampai Rp. 1.500 maka dengan diolah menjadi garam kesehatan nilainya akan meningkat.



BAB V.

ANALISIS SOSIAL DAN EKONOMI TEKNOLOGI GARAM RAKYAT

Teknologi usaha pergaraman yang ada di masyarakat Indonesia adalah teknologi pergaraman tradisional, teknologi geomembran (geoisolator, terpal), teknologi lahan tambak terintegrasi, teknologi *tunnel*, teknologi prisma, dan teknologi Bestekin. Sedangkan teknologi percepatan evaporasi ada Teknologi Ulir Filter (TUF) dan aplikasi ramsol.

5.1 Produksi Garam Dengan Teknologi Pegaraman Tradisional

Teknologi tradisional ini dilakukan pada lahan kurang dari 0,5 Ha dengan pekerja 1 orang. Teknologi ini dilakukan karena keterbatasan lahan sehingga petambak berinovasi dalam proses produksi garam (Tabel 20). Mereka mengetahui prosesnya namun tidak dalam waktu dan tahapan yang baik (Kurniawan dan Erlina, 2012). Pada lahan yang sempit menyebabkan tidak ada penyimpanan air muda ataupun air tua, sehingga kontinuitas produksi tidak tercapai.

Sedangkan pada tambak dengan luas lahan 0,5-1 Ha, Dengan luas lahan yang lebih baik, proses peminihan dapat berjalan dengan cukup baik, namun masih belum optimal. Aliran produksi ketersediaan air tua (*brine*) belum optimal namun lebih baik dibanding dengan lahan di bawah 0,5 Ha. Yang menjadi perhatian dalam proses ini adalah proses dan lama pemanenan kristal garam. Sebagian besar masyarakat memanen garam pada umur kristal 3 hari, jauh di bawah standar pembentukan kristal yang baik yang memerlukan waktu 10-14 hari. Hal ini berpengaruh pada kualitas yang dihasilkan.

5.2 Produksi Garam dengan Menggunakan Teknologi Geomembran

Salah satu teknologi percepatan evaporasi yang dikenal di masyarakat adalah teknologi Ulir Filter (TUF), namun masyarakat meninggalkan filter pada TUF sehingga mereka lebih menggunakan teknik ulirnya saja. Teknik ulir ini sebenarnya pengembangan dari tradisional dengan mengubah bentuk peminihan dari kotak besar menjadi aliran yang bertingkat. Teknologi geomembran diterapkan pada meja kristalisasi untuk menghasilkan garam yang lebih putih dan kualitas yang lebih baik (Tabel 21).

Tabel 20. Analisis Usaha Garam Tradisional

Sarana	Tradisional				
	harga/unit	jangka waktu (thn)	jml	nilai penyusutan	investasi
Sewa tanah tambak	4.000.000	0,5	1	4.000.000	4.000.000
Mesin penyedot air	2.500.000	5	1	500	2.500.000
Kincir angin	1.000.000	5	1	200	1.000.000
Slender	300	3	2	200	600
Garuk panen	100	2	2	100	200
Dunak ebor	100	2	1	50	100
Kereta sorong	400	4	2	200	800
Cangkul	100	2	2	100	200
Gudang Penyimpanan (4x10 m2), bahan kayu	7.500.000	5	1	1.500.000	7.500.000
Investasi untuk 1 Ha				6.850.000	16.900.000
Investasi untuk 5 Ha					84.500.000
Biaya tetap					
Penyusutan alat				6.850.000	
Iuran desa				300	
Pajak				200	
Jumlah				7.350.000	
Biaya tidak tetap					
BBM Mesin penyedot air 100L	5.5		100	550	
Biaya persiapan lahan: 2 orang x 10 hari	-		20	-	
Biaya tenaga operasional produksi: 2 orang x 3 bulan	-		180	-	
Pengurus air : 1 orang x 3 bulan	-		90	-	
Jumlah				550	
Total Biaya operasional per musim garam				7.900.000	
Produksi/musim (3 bulan)					
Produksi per petak				3.5	
Produksi 8 petak				28	
Produksi 1 musim				84	
Harga garam/kg				400	
Nilai produksi				33.600.000	
Ongkos Angkut Rp. 50/kg	Rp. 50 x 96.000 kg			4.200.000	
Keuntungan bersih				29.400.000	
R/C rasio				2,78	

Tabel 21. Analisis Usaha Garam TUF Plus Geomembran

Sarana	TUF Plus Geo-Isolator				
	Harga/Unit	Jangka waktu (thn)	Jml	Nilai penyusutan	Investasi
Slender	300	3	2	200	600
Garuk panen	100	2	2	100	200
Dunak ebor	100	2	1	50	100
Kereta sorong	400	4	2	200	800
Cangkul	100	2	2	100	200
Gudang Penyimpanan (4x10 m2), bahan kayu	7.500.000	5	1	1.500.000	7.500.000
Geo-Isolator (10 x 30m2)	2.100.000	2	8	8.400.000	16.800.000
Investasi untuk 1 Ha				15.250.000	33.700.000
Investasi untuk 5 Ha					168.500.000
Biaya tetap					
Penyusutan alat				15.250.000	
Iuran desa				300	
Pajak				200	
Jumlah				15.750.000	
Biaya tidak tetap					
BBM Mesin penyedot air 100L	5.5		100	550	
Biaya persiapan lahan: 2 orang x 10 hari	100		20	2.000.000	
Biaya tenaga operasional produksi: 2 orang x 3 bulan	100		180	18.000.000	
Pengurus air : 1 orang x 3 bulan	17		90	1.530.000	
Jumlah				22.080.000	
Total Biaya operasional per musim garam				37.830.000	
Produksi/musim (3 bulan)					
Produksi per petak				4	
Produksi 8 petak				32	
Produksi 1 musim				96	
Harga garam/kg				600	
Nilai produksi				57.600.000	
Ongkos Angkut Rp. 50/kg				4.800.000	
Keuntungan bersih				52.800.000	
R/C rasio				1,35	

Sumber: Direktorat Jenderal PRL, 2017.

5.3 Produksi Garam Dengan Menggunakan Teknologi Lahan Tambak Terintegrasi

Lahan tambak terintegrasi diperkenalkan pada program PUGAR tahun 2017. Program ini merupakan percampuran antara *Corporate Farming*, *Geo-Isolator* dan juga dilengkapi kerjasama dengan koperasi. Awalnya tidak ada yang mau menggunakan teknologi ini karena alasan yang sama pada teknologi TUF dan *Corporate Farming*, yaitu takut kehilangan lahannya dan juga bingung dengan sistem bagi hasilnya. Alhasil pada 2017 program tersebut kurang berhasil. Namun setelah masyarakat melihat kemudahan pengaliran airnya, dan juga produksinya, pada tahun 2018 akhirnya banyak kelompok yang mendaftarkan bahkan mau membuat sendiri dengan bantuan desain dari PRL (PRL, 2017, BBRSEKP, 2017).

Tabel 22. Analisis Usaha Garam Integrasi Lahan

Sarana	Integrasi Lahan				
	harga/unit	jangka waktu (thn)	jml	nilai penyusutan	investasi
Sewa tanah tambak	4.000.000	0,5	1	4.000.000	4.000.000
Mesin penyedot air	2.500.000	5	1	500	2.500.000
Kincir angin	1.000.000	5	1	200	1.000.000
Slender	300	3	2	200	600
Garuk panen	100	2	2	100	200
Dunak ebor	100	2	1	50	100
Kereta sorong	400	4	2	200	800
Cangkul	100	2	2	100	200
Gudang Penyimpanan (4x10 m2), bahan kayu	-	-	-	-	-
Geo-Isolator (10 x 30m2)					
Geo-Isolator (10 x 30m2)	3.409.091	2	6	10.000.000	20.000.000
Investasi untuk 1 Ha				15.350.000	29.400.000
Investasi untuk 5 Ha					147.000.000
Biaya tetap					
Penyusutan alat				15.350.000	
Iuran desa				300	
Pajak				200	
Jumlah				15.850.000	
Biaya tidak tetap					
BBM Mesin penyedot air 100L	5.5		100	550	
Biaya persiapan lahan: 2 orang x 10 hari	100		20	8.333.333	
Biaya tenaga operasional produksi: 2 orang x 3 bulan	100		180	18.000.000	
Pengurus air : 1 orang x 3 bulan	17		90	1.530.000	
Jumlah				28.413.333	
Total Biaya operasional per musim garam				44.263.333	
Produksi/musim (3 bulan)					
Produksi per petak					
Produksi 8 petak					
Produksi 1 musim				116.667	
Harga garam/kg				600	
Nilai produksi				70.000.000	
Ongkos Angkut Rp. 50/kg				5.833.350	
Keuntungan bersih				64.166.850	
R/C rasio				1,40	

Sumber: Direktorat Jenderal PRL, 2017.

Tabel 23. Analisis Usaha Garam Integrasi Lahan

	TUFF + Geo-Isolator	Lahan Terintegrasi
Perbandingan terhadap konvensional		
Peningkatan produksi (kg)	12.000	32.667
Prosentase peningkatan produksi	14%	39%
Peningkatan keuntungan	23.400.000	34.766.850
Prosentase peningkatan keuntungan	70%	103%
Perbandingan terhadap TUF		
Peningkatan produksi (kg)		30.667
Prosentase peningkatan produksi		22%
Peningkatan keuntungan		11.366.850
Prosentase peningkatan keuntungan		22%

Sumber: Direktorat Jenderal PRL. 2017.

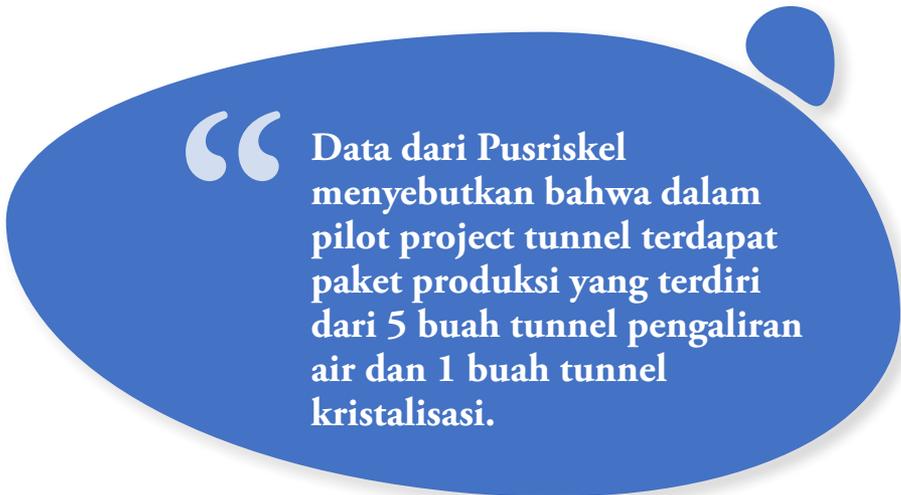
5.4 Produksi Garam dengan Menggunakan Teknologi *Tunnel*

Teknologi ini dibuat untuk mengantisipasi musim hujan sehingga petambak garam dapat terus berproduksi sepanjang tahun. Data dari Pusriskel menyebutkan bahwa dalam pilot project *tunnel* terdapat paket produksi yang terdiri dari 5 buah *tunnel* pengaliran air dan 1 buah *tunnel* kristalisasi. Biaya yang dibutuhkan untuk membuat 1 buah *tunnel* sebesar 7 juta, sehingga untuk 6 buah *tunnel* sebesar 6 x Rp7 juta. *Tunnel* tersebut memiliki dimensi sebesar 4 x 15 m² dan untuk jalur sirkulasi memerlukan tambahan sekitar 40 persen dari luas *tunnel*-nya (Sanola). Sehingga ruang yang dibutuhkan untuk mengimplementasi *tunnel* sebesar 84 m². *Tunnel* tersebut menggunakan bahan dasar dari bambu dan Geomembran LDPE 300 mikro serta plastik UV 200 mikron yang usia penggunaannya bisa mencapai 5 tahun. Biaya produksi garam per kilonya mencapai Rp1.200 termasuk material *tunnel*, tenaga kerja dan lain sebagainya. Waktu produksi 1 siklus dari air laut menjadi garam 35-45 hari. Untuk 1 *tunnel* kristalisasi menghasilkan 550 – 600 kg garam sekali panen. Harga jual garam partai besar berkisar Rp 3000/kg, eceran Rp. 5000/kg.



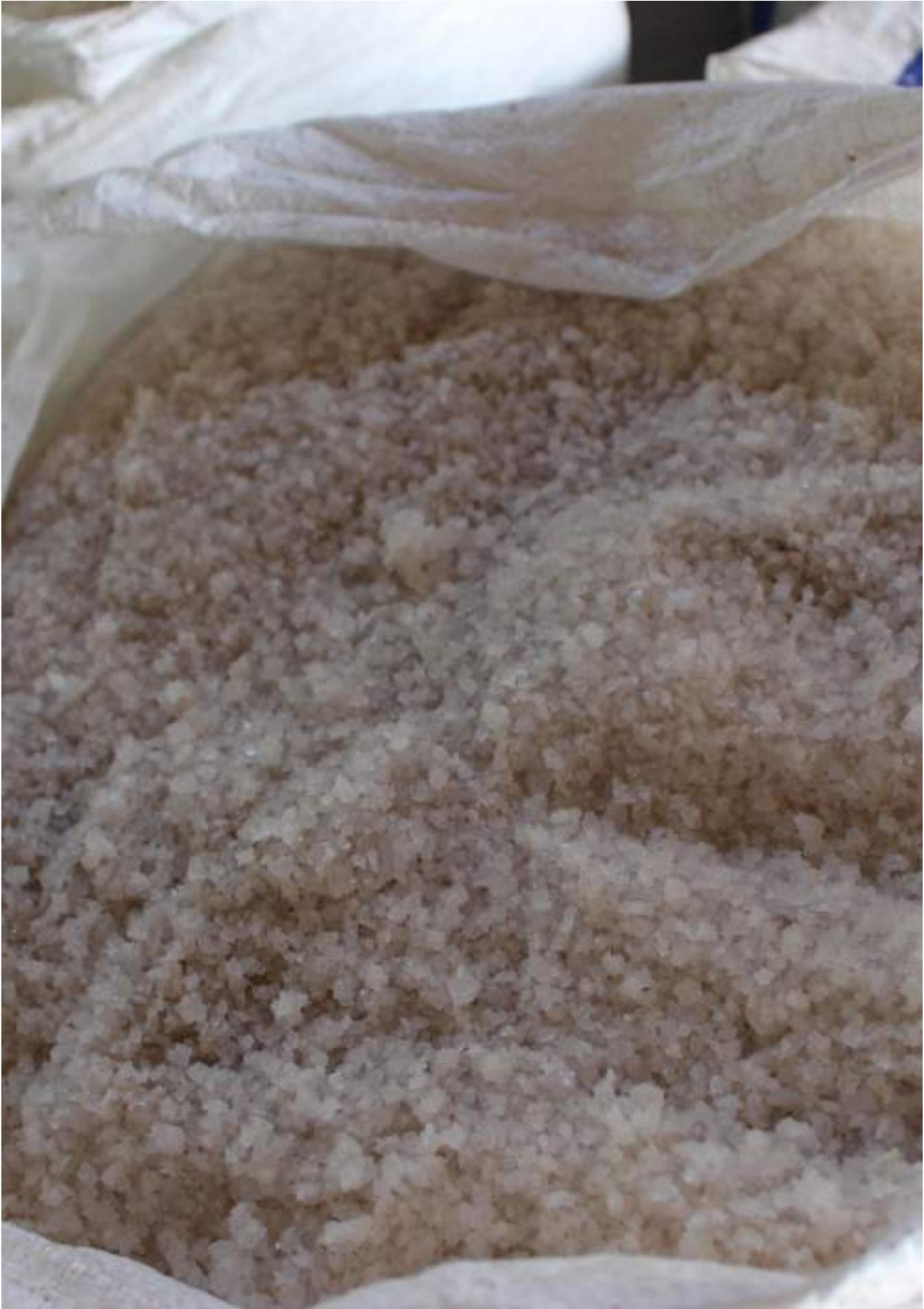
Berdasarkan penelitian Indratmoko *et al.*, (2017) jumlah musim kemarau pada Kabupaten Kebumen sebanyak 3 bulan. Hal ini mengindikasikan bahwa dalam waktu 3 bulan garam dapat diproduksi secara optimal selama kurang dari 35 hari, jika kita mengikuti standar maksimal produksi 10 hari dengan simpangan 50 persen, maka didapatkan waktu produksi 15 hari dengan total jumlah produksi sebanyak 6 kali per petak pada musim kemarau. Mengikuti kapasitas produksi sebesar 550 kg/petak sekali panen didapatkan 3.300 kg/petak/panen.

Sehingga total sisa waktu produksi pada musim hujan dan peralihan sebanyak 9 bulan dengan waktu produksi 45 hari maka jumlah produksi maksimum sebanyak 6 kali. Maka total produksinya pada musim ini sebesar 3.300kg/petak/panen. Sehingga total produksinya sebesar 6.600 kg/petak/panen. Berdasarkan data tersebut maka pendapatan dalam setahunnya dapat mencapai Rp19.800.000/petak, sehingga didapatkan RC rasionya 2,5 dan BC rasionya 1,5. Namun perlu memvalidasi data tersebut untuk melihat unsur apa saja yang dihitung sebagai biaya tersebut, produksi pada musim kemarau, jumlah bulan produksi permusimnya, memvalidasi pasar dan pemasarannya, serta melihat hitungan *real* siklus produksinya.



“ Data dari Pusriskel menyebutkan bahwa dalam pilot project tunnel terdapat paket produksi yang terdiri dari 5 buah tunnel pengaliran air dan 1 buah tunnel kristalisasi.





BAB VI. REKOMENDASI

6.1 Rekomendasi Teknologi Produksi

Untuk memperoleh garam dengan kualitas yang baik dan kuantitas yang banyak pada proses produksi di lahan tambak perlu diperhatikan hal-hal berikut:

1. Peningkatan kecepatan penguapan air laut.

Penguapan air laut sangat dipengaruhi oleh kecepatan angin dan radiasi matahari. Matahari berfungsi sebagai energi untuk terjadinya penguapan, sedangkan angin akan memindahkan/membawa uap air dari permukaan air laut. Dua faktor ini menjadi kunci kecepatan evaporasi air laut. Selain hal tersebut, untuk memperbesar radiasi netto dapat dilakukan dengan pemberian warna pada dasar tambak/tanah. Penerapan teknologi seperti Teknik Ulir Filter (TUF) merupakan salah satu upaya mempercepat evaporasi. Teknologi lainnya adalah dengan metode Bestekin yang menggunakan upaya pengkabutan menggunakan dorongan pompa melalui *spray dryer*, namun teknologi ini memerlukan energi yang besar dan tidak efisien. Upaya peningkatan kecepatan penguapan dapat dilakukan dengan menaikkan dua variabel di atas sebagai kunci untuk meningkatkan produktivitas proses penggaraman.

2. Pencegahan rembesan air laut pada tahap peminihan.

Saat ini dalam proses peminihan jarang sekali dilakukan upaya untuk mencegah perembesan air laut ke dalam tanah. Pada proses peminihan, kebocoran di lahan tambak mencapai 80-90 persen sehingga sangat merugikan. Upaya penanganan kebocoran ini menjadi penting, namun dengan tetap memperhatikan bahwa pada proses peminihan akan terjadi endapan material yang tidak diinginkan dalam proses produksi garam. Saat ini usaha pemadatan tanah lahan penggaraman hanya dilakukan pada meja-meja tempat kristalisasi (tempat pengendapan garam) sedang lahan peminihan sama sekali tak pernah dilakukan.

3. Perbaiki cara pengolahan tanah.

Metode pemanenan Maduris di mana kristal garam yang terbentuk akan dipanen seluruhnya dari permukaan tanah, maka kondisi permukaan tanah, seperti kepadatan meja kristalisasi, komposisi tanah akan berpengaruh terhadap kualitas garam yang dihasilkan. Apabila kondisi tekstur tanah dengan kepadatan tanah yang



tidak mendukung, maka sebaiknya pendekatan metode pemanenan sistem Portugis yang diterapkan. Sistem Portugis dilakukan dengan membuat meja garam dengan umur 30 hari. Selanjutnya garam yang terbentuk setelah lapisan dasar tersebut yang akan dipanen. Pemanenan dapat dilakukan secara periodik setiap 10 hari sekali.

4. Pengaturan derajat *baume* pada proses pengkristalan garam.

Air laut mengandung berbagai senyawa garam dan masing-masing mengendap berdasarkan tingkat kelarutannya, mulai senyawa besi (ferri oksida), kalsium (gips), sodium/natrium (garam dapur), dan magnesium (magnesium klorida dan sulfat). Di antara senyawa–senyawa garam yang terkandung di dalam air laut, NaCl merupakan senyawa yang paling besar porsinya. Dengan cara mengatur pengendapannya berdasarkan sifat-sifat kelarutannya akan diperoleh hasil NaCl yang maksimal. Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan Usiglio (...), NaCl akan mengendap pada konsentrasi antara 25 sampai dengan 29°Be. Dengan cara mengatur pengendapan NaCl pada kisaran konsentrasi tersebut akan diperoleh endapan NaCl sebesar 70 persen dengan kemurnian 98 persen. Inilah kunci keberhasilan dari produksi garam dengan kualitas tinggi.

5. Integrasi Lahan

Salah satu isu garam rakyat adalah produktivitas lahan. Pengelolaan lahan garam yang kecil menyebabkan tingkat produktivitas lahan kecil. Hal ini disebabkan oleh kurang lancarnya alur pembuatan garam. Dengan lahan yang terbatas, air *brine* yang siap untuk dijadikan garam dalam meja kristalisasi tidak tersedia. Integrasi lahan tidak harus menyatukan hamparan tambak, namun dapat pula dilakukan dengan pendekatan *collective farming* atau *cooperative farming*.

Adapun teknologi yang direkomendasikan dalam produksi garam sebagai berikut:

1. Metode pemanenan dengan menggunakan sistem Portugis untuk menghasilkan garam dengan kualitas tinggi. Mengingat akan terjadi keterlambatan panen selama 30 hari disebabkan oleh penyiapan meja garam maka perlu dipikirkan bagaimana memberikan insentif bagi petambak yang menggunakan metode ini, terutama pada awal mulai berproduksi.
2. Metode produksi garam secara tradisional dengan cara pemanenan sistem Maduris dapat dilakukan apabila kondisi tanah pada meja kristalisasi memiliki kepadatan yang baik, namun apabila tidak perlu dipertimbangkan introduksi teknologi seperti penggunaan geomembran.

3. Metode geomembran perlu dipertimbangkan mengingat beberapa hal:
 - a. Bahan baku geomembran dari plastik, sehingga isu mikroplastik perlu menjadi perhatian yang lebih mengingat garam yang dihasilkan dari evaporasi ini merupakan garam kaya mineral dan ditujukan untuk garam konsumsi.
 - b. Umur teknis geomembran secara teoritis 5 tahun, namun demikian pada prakteknya masyarakat hanya bisa menggunakan sekitar 3 tahun karena kurang siapnya penanganan geomembran yang rawan kebocoran apabila proses pemanenan tidak dilakukan secara hati-hari. Apalagi jenis geomembran yang digunakan di lapangan bervariasi kualitas dan spesifikasinya yang belum ada standarisasinya.
 - c. Harga geomembran relatif mahal, saat ini jarang sekali garam rakyat yang secara mandiri membeli geomembran untuk produksi garam. Geomembran yang ada selama ini merupakan hasil bantuan pemerintah.
4. Metode tunnel, prisma ataupun rumah kaca dapat digunakan sebagai komplementari dari proses produksi garam di lahan yang sudah ada, sehingga dapat berproduksi sepanjang musim dengan memanfaatkan brine di akhir musim kemarau.
5. Metode tunnel atau prisma dapat digunakan pada daerah yang tidak terdapat hamparan tambak garam, atau pada lokasi-lokasi yang tidak sesuai untuk membuat lahan tambak garam. Perlu menjadi perhatian pada produksi garam dengan metode tunnel yang bersifat mandiri memiliki kekurangan dalam hal:
 - a. Karena produksi menggunakan metode evaporasi total, maka tidak terjadi pengendapan mineral ikutan yang ada di air laut, seperti senyawa besi (ferri oksida), kalsium (gips), dan magnesium (magnesium klorida dan sulfat) yang akan mengkristal secara total dalam garam yang dihasilkan.
 - b. Pada proses produksinya, teknologi tunnel dan prisma menggunakan bahan plastik dengan berbagai jenis kualitas dan spesifikasi, hal ini perlu dipertimbangkan umur teknis plastik, degradasi yang terjadi berpotensi menjadi cemaran plastik ke dalam garam.
 - c. Pada saat musim hujan produktivitasnya akan menurun. Sebagaimana disebutkan di atas bahwa kecepatan evaporasi merupakan faktor dari energi matahari dan kecepatan angin. Kapasitas produksi pada musim kemarau akan berbeda dengan kapasitas produksi pada musim hujan.



6.2 Rekomendasi Teknologi Pemurnian

Proses pengolahan garam bertujuan untuk meningkatkan kualitas garam, dalam hal ini adalah kandungan NaCl dan menghilangkan mineral ikutan dan kotoran yang tidak diperlukan dalam garam. Pengolahan garam baik itu dengan mekanis maupun rekristal harus menentukan terlebih dahulu target pasar yang akan dituju. Teknologi pengolahan tidak menjadi kendala dalam pengolahan garam, meskipun perlu menjadi perhatian bahan dari pembuatan alat dan mesin, mengingat persyaratan garam terutama untuk konsumsi memiliki standar SNI. Bahan yang digunakan sebaiknya yang tahan karat karena garam bersifat sangat korosif misal stainless steel, tidak menggunakan besi atau baja biasa. Material konstruksi yang mayoritas digunakan pada existing plant ialah material stainless steel dengan tipe SS 304 berdasarkan standar AISI (*American Iron and Steel Institute*). Material ini cukup resistan terhadap korosi walaupun bukan merupakan material yang paling resistan untuk jenis stainless steel. Kebanyakan stainless steel, umumnya dengan paduan non-ferrous dan carbon steel, terkena korosi jika terekspos *brine* (air garam) yang mana kandungan oksigennya tidak seragam. Biasanya gelembung udara terbentuk saat kontak sehingga menyebabkan oksigen yang tidak seragam di semua tempat terjadinya kontak.

Pengolah garam ini bertujuan untuk meningkatkan nilai tambah garam. Garam tidak hanya dijual dalam bentuk krosok, namun sudah diolah menjadi garam dengan kualitas yang lebih baik. Dari aspek pengelolaan, usaha ini seringkali menjadi kendala bagi pengolah garam pemula atau yang beralih dari petambak menjadi pengolah garam. Untuk keberhasilan usaha perlu diperhatikan beberapa aspek berikut:

1. Aspek Pasar

Pasar garam yang dituju harus tersedia terlebih dahulu. Apabila hal ini tidak ada, maka pengolah garam akan mengalami kesulitan untuk memasarkan hasil garam olahan yang dihasilkan.

2. Aspek Legalitas

Aspek legalitas dalam bisnis pengolahan garam untuk konsumsi antara lain SNI, BPOM, Halal MUI, Merek Dagang untuk garam kemasan. Semua itu harus dipenuhi agar legalitas produk terjamin. Pihak berwajib tidak dapat menindak sebagai pelanggaran UU pangan, UU perlindungan konsumen karena produk yang dihasilkan telah dilengkapi dengan legalitas yang diperlukan. Untuk memenuhi legalitas produk tersebut, banyak penerima yang mengalami kesulitan, karena diperlukan dukungan finansial yang tidak sedikit. Untuk mendapatkan

SNI sebagai contoh, diperlukan pra kondisi yang baik, untuk mengajukan perlu disiapkan pabrik yang higienis, minimal lantai pabrik pengolah garam dalam kondisi plester atau keramik. Selain itu diperlukan semacam laboratorium mini dengan perlengkapannya. Ketika dilakukan assessment juga diperlukan biaya yang tidak sedikit, karena ada komponen yang menjadi tanggungan pihak yang mengajukan SNI. Selain aspek kondisi fisik pabrik pengolah, untuk mengajukan SNI diperlukan perijinan pabrik seperti perijinan usaha, IMB, ijin gangguan lingkungan. Dengan kondisi yang demikian banyak penerima yang tidak mampu memenuhi persyaratan dalam pengajuan SNI. Selain SNI diperlukan pula sertifikat halal dari MUI. Garam termasuk produk yang dipersyaratkan untuk mendapatkan sertifikat halal dari MUI. Untuk mengurus diperlukan biaya yang tidak sedikit. Sehingga banyak penerima yang tidak memiliki sertifikat halal ini. Merek Dagang, merek dagang ini diperlukan untuk melindungi merek dan kemasan produk yang dihasilkan. Pengurusan merek dagang ini dilakukan di Kemterian Hukum dan HAM.

3. Aspek Permodalan

Permodalan merupakan faktor yang penting dalam menjalankan usaha. Beberapa penerima tidak memiliki permodalan yang cukup. Padahal kapasitas yang dihasilkan masih cukup kecil antara 2-5 ton per hari. Tanpa permodalan yang kuat, maka usaha yang dilakukan akan kurang optimal. Sebagai contoh, ada penerima yang berproduksi lagi setelah garam yang diolah terjual, baru diputar lagi untuk beli bahan baku. Sehingga produksi tidak kontinyu yang berimbas kepada mesin paket teknologi yang diberikan. Karena mesin ini bersentuhan dengan garam yang korosif, maka apabila tidak digunakan justru akan semakin cepat rusak. Apabila digunakan secara kontinyu dan terus menerus dan dirawat sesuai dengan petunjuk perawatan, maka mesin akan awet dan lebih tahan terhadap karat dibandingkan mesin dan alat yang berbahan baku baja biasa.

4. Aspek Kelembagaan

Dalam pemberdayaan usaha perlu dibentuk kelembagaan pengolahan dan pemasaran. Salah satu yang dapat dikembangkan adalah konsep inti plasma. Hal ini dapat dipergunakan baik dalam proses produksi garam khususnya yang menyangkut aspek legalitas maupun untuk pemasaran hasil olahan garam.



6.3 Rekomendasi Sosial Ekonomi

Dari aspek sosial ekonomi dalam produksi garam di lahan dan pengolahannya ada beberapa rekomendasi yang disampaikan, antara lain:

1. Masyarakat secara umum hanya menerapkan suatu teknologi baru dalam waktu yang singkat, karena budaya masyarakat yang masih mengandalkan teknologi matahari dan penghantar panas sehingga bisa memproduksi garam dengan harga murah dan mudah. Untuk itu perlu ditemukan teknologi yang mudah dan dengan investasi yang murah.
2. Membuat aturan untuk memberlakukan alat pengecekan garam seperti *Salt-dec* atau yang lebih baik demi mengantisipasi konflik antara industri/pengumpul dan petambak garam.
3. Garam produksi lokal secara umum mempunyai NaCl < 97, untuk itu sebaiknya membuat segmentasi baru hanya untuk garam konsumsi baik garam konsumsi dengan iodium, garam konsumsi untuk aneka pangan dan produk lainnya yang membutuhkan garam dengan NaCl <97 dengan basis kekeringan yang harus ditingkatkan dengan teknologi yang murah.
4. Pembuatan tata niaga baru khusus garam konsumsi yang bebas dari garam impor dengan standar SNI yang dibatasi garam tersebut dengan NaCl <97.
5. Menerapkan aturan ketertelusuran produksi dengan kandungan garam sebagai bagian dari produksi sehingga dapat diketahui apakah garam yang digunakan untuk produksi pangan adalah garam impor atau lokal.
6. Perlu adanya biaya penelitian yang cukup besar untuk bisa menerapkan teknologi produksi, atau teknologi pasca panen yang ditemukan selama minimal setahun penuh. Hal ini berguna untuk mengetahui secara detail dan terbuka seberapa besar teknologi tersebut dapat diterapkan serta membuktikan bahwa teknologi menguntungkan. Hasil tersebut akan dapat meningkatkan kepercayaan industri untuk menggunakan teknologi tersebut. Sehingga dapat dievaluasi dengan tepat seberapa besar dampak penerapan teknologi tersebut.
7. Perlu melakukan studi lanjutan sosial, kondisi masyarakat dan budayanya yang mempengaruhi keberhasilan penerapan teknologi berdasarkan perbedaan tipologi sehingga didapatkan pemberlajaran yang lebih baik.
8. Melakukan studi implementasi penguatan lembaga dan kelembagan secara serius untuk dapat menyerap garam rakyat dan distribusinya termasuk pembiayanya.

9. Perlu melakukan studi implementasi atau *action research* pencarian dan pembuatan pasar untuk garam konsumsi khusus produksi garam rakyat berserta skemanya dan juga kandungan garam baik garam produksi berdasarkan kualitas dan juga garam impor sehingga aman dan menguntungkan masyarakat.





Daftar Pustaka

- Adi, T.R., et al., 2012. Buku Panduan Pengembangan Usaha Terpadu Garam & Artemia, cetakan ke-3, Pusat Litbang Sumber Daya Laut dan Pesisir, KKP, 36 pp
- Anonim. 2018. Inovasi Teknologi Tingkatkan Kualitas Garam. Berita Industri, Selasa, 30 Januari 2018 (diunduh dari <https://kemenperin.go.id/artikel/18722/Inovasi-Teknologi-Tingkatkan-Kualitas-Garam>, diunduh tanggal 25 Maret 2021).
- Anonim a. 2018. Data Kondisi Garam Tahun 2016-2017 dan kebutuhan garam tahun 2018. BPS kerjasama Kementerian Perindustrian dan KKP.
- Anonim b. 2018. Kuota impor garam 2018 sebesar 3,7 juta ton. Katadata.com, 19 Maret 2018. (diunduh dari <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2018/03/19/kuota->
- Ardiyanti, S.T. 2016. PRODUKSI GARAM INDONESIA. Info Komoditi. Badan Pengkajian dan Pengembangan Perdagangan. Al Mawardi Prima, Jakarta.
- Ariyanti, F. 2018. Impor Garam Industri 3,7 Juta Ton Kecewakan Petani. Liputan 6.com: 25 Jan 2018, 08:30 WIB. (diunduh dari: <http://bisnis.liputan6.com/read/3237755/impor-garam-industri-37-juta-ton-kecewakan-petani>, diunduh tanggal: 31 Januari 2018).
- Azizi, A.; Manadiyanto; dan Koeshendrajana, S. 2011. Dinamika Usaha, Pendapatan dan Pola Pengeluaran Konsumsi Petambak Garam di Desa Pinggirpapas, Kecamatan Kalianget, Kabupaten Sumenep. Jurnal Sosek KP. Vol. 6, No. 2, Th. 2011.
- Baralew, C., 1993. Solubilities in seawater-type systems: Some technical and environmental friendly applications. Pure & Appl. Chem. 65. no 2. 213-218 pp
- BBPSEKP. 2017. Laporan Akhir Tahun Riset Analisis Kebijakan Kajian Identifikasi Sosial Dan Kelembagaan Pada Lahan Tambak Garam Terintegrasi. (Unpublished).
- BBRSEKP. 2011. Laporan Akhir Tahun Kajian Pemetaan Model Pengembangan Minapolitan Berbasis Produk Kelautan. (Unpublished).

- BBRSEKP. 2012. Laporan Akhir Tahun Kajian Pengembangan Kawasan Minapolitan Produk Kelautan Dalam Mendukung Industrialisasi. (Unpublished).
- BBRSEKP. 2013. Laporan Akhir Tahun Kajian Program Rintisan Pengembangan Kelembagaan Pengawasan IPTEK Untuk Mengakselerasi Industrialisasi KP (KIMBis) di Pati Jawa Tengah. (Unpublished).
- BPPP Tegal. 2020. Potensi Intensifikasi Produksi Garam Sistem Tunnel. Materi Presentasi pada Diskusi Hasil Riset Pembuatan Model Alat Pemantau Cuaca-Iklim Untuk Mendukung Prediksi Produksi Garam, 3-4 Desember 2020.
- Bramawanto, R & R.F. Abida, 2017. Tinjauan Aspek Klimatologi (Enso Dan Iod) Dan Dampaknya Terhadap Produksi Garam Indonesia. *Jurnal Kelautan Nasional*, Vol 12, No 2 (2017), hal. 91-99.
- Deny, S. 2017. Mendag: Begitu Keran Impor Dibuka, Harga Garam Turun. *Liputan6.com*, 28 Juli 2017. (diunduh dari <http://bisnis.liputan6.com/read/3038347/mendag-begitu-keran-impor-dibuka-harga-garam-turun>, diunduh tanggal 4-08-2017).
- Direktorat Jenderal PRL. 2017. Laporan Kegiatan Penelitian Efektifitas Dan Efisiensi Teknis Dan Ekonomis Lahan Tambak Terintegrasi Di Kabupaten Pati Dan Kabupaten Rembang.
- Direktorat Jasa Kelautan, Direktorat Jenderal PRL, Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Efendy, Mahfud, Muhammad Zainuri; Hafiluddin. 2015. Intensifikasi Lahan Garam Rakyat di Kabupaten Sumenep. Laporan. Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Trunojoyo Madura
- Hadi, Wiwin P dan Achied Mochammad. 2017. Kajian Ilmiah Proses Produksi Garam di Madura Sebagai Sumber Belajar Ilmiah, *Jurnal Pembelajaran Kimia* Vol 2 No 2 Desember 2017. Universitas Negeri Malang



Hanifan, A.F. 2018. Kartel 7 Samurai Garam: Modus Importir Meraup untung besar. Tirto. id, 13 April 2018. (diunduh dari <https://tirto.id/kartel-7-samurai-garam-modus-importir-meraup-untung-besar-cHGI>, diunduh tanggal 29-08-2018)

Hasanah, U., Kusumastanto, T. & Nababan, B.O. 2019. Analisis Ekonomi dalam Pengembangan Industri Garam Rakyat di Kabupaten Indramayu. Tesis IPB <https://kesehatan.kontan.co.id/news/spa-garam-atasi-masalah-kulit-hingga-insomnia> diakses 29 Maret 2021

<https://id.wikihow.com/Membuat-Garam-Mandi> diakses 29 Maret 2021

<https://garampedia.com/10-industri-ini-menggunakan-garam-sebagai-bahan-bakunya/>
<https://garampedia.com/bagaimana-garam-kualitas-tinggi-di-produksi/>

Indratmoko, Satria; Harmantyo, Djoko; Kusratmoko, Eko. 2017. Variabilitas curah hujan di Kabupaten Kebumen. *Jurnal Geografi Lingkungan Tropik* Vol.1, No.1, Agustus 2017.

Iswidodo H. dan Ciptomulyono U. 2013. Analisis Kelayakan Finansial dan Tingkat Penerimaan Teknologi Geomembran Menggunakan *Technology Acceptance Model 2*(TAM2) Dengan Pendekatan Model MCDM Hybrid Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DELMATEL) dan Analytical Network Process (ANP). *Jurnal Teknik*. Halaman 1-6.

Kementerian Perdagangan. 2015. Peraturan Menteri Perdagangan Nomor 125/M-DAG/PER/12/2015 Tentang Ketentuan Impor Garam

Kementerian Perindustrian. 2016. Kebutuhan Garam Industri Nasional (diunduh dari www.garampedia.com/wp-content/plugins/.../ pada tanggal 30 Agustus 2018)

Kurniawan T, Azizi A. 2012. Impact of Climate Change on Salt Farmers in Sampang District and Sumenep District, East Java. *Journal of Society and Culture, PMB-LIPI*. Volume 14(No. 3).

Kurniawan, T. dan R. Brahmawanto. 2018. Usulan Skema Untuk Pemisahan Kebijakan Pengelolaan Garam Industri Dan Konsumsi. *Prosiding seminar nasional sosial ekonomi kelautan dan perikanan 2018*. 493-506

- Kurniawan, T., A. Azizi., dan B.V.I. Yanti. 2011. Analisis Pendapatan Usaha Pegaraman di Kabupaten Pati. Prosiding Seminar Nasional Nasional Riset dan Kebijakan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan Tahun 2011. 22 September 2011.
- Kurniawan T, Erlina MD. 2012. Peningkatan Produksi Garam Melalui Penerapan Teknologi Ulir-Filter (TUF) di Kabupaten Cirebon Jawa Barat. In Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan IV. Jakarta.
- Kurniawan, T., dan A. Azizi. 2013. Dampak Kebijakan Impor Dan Kelembagaan Terhadap Kinerja Industri Garam Nasional. Jurnal Kebijakan Sosek KP Vol. 3 No. 1 Tahun 2013: 2-13
- Kurniawan.T. 2013. Potential Conflicts in Salt Farmers Sector at Sampang Districts. International Researchers. ISSN: 227-7471
- Kurniawan T dan Yanti BVI. 2014. Kebijakan Pendukung Pengembangan Usaha Garam Rakyat. Menuju Industrialisasi Garam Rakyat. Balai Besar Penelitian Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan dan Penebar Swadaya.
- Kusuma, H. 2018. Jokowi: Kalau tidak impor garam, industri bisa berhenti. Detik finance, 4 April 2018, 11:41 WIB. (Diunduh dari <https://finance.detik.com/industri/d-3952725/jokowi-kalau-tidak-impor-garam-industri-bisa-berhenti>, diunduh tanggal 29-08-2018).
- Peraturan Menteri Perindustrian RI No. 88/M-IND/PER/10/2014 Lampiran Bab 1 B. Pengelompokan Garam.
- Purbani et al, 2012. Buku Panduan Pembuatan Garam Bermutu edisi kedua. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut dan Pesisir, Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan, KKP. Jakarta
- Rochwulaningsih, Yety. 2013. Kajian Sosiokultural Usaha Garam Rakyat di Aceh. Fakultas Ilmu Budaya Universitas Diponegoro. Diakses <https://media.neliti.com/media/publications/5020-ID-kajian-sosiokultural-usaha-garam-rakyat-di-aceh.pdf>



Rollin A.L. 2004. Long Term Performance of Polymeric Geomembranes. 57th Canadian Geotechnical Conference. Pp 20-24.

Quddus, G.G.. 2018. Izin Impor garam akhirnya diteken presiden jokowi. Kontan.co.id, 16 Maret 2018, 14:38 WIB. (diunduh dari <https://nasional.kontan.co.id/news/izin-impor-garam-akhirnya-diteken-presiden-jokowi>, diunduh tanggal 29-08-2018).

Saiful , Firdus & Suhendrayatna, 2019. Peningkatan Kuantitas Dan Kualitas Garam Rakyat Dengan Terapan Teknologi Geomembran Dan Tunnel. Prosiding. Seminar Nasional Ke-IV Fakultas Pertanian Universitas Samudra, halaman 116-123.

Sanola, Yosiana Ovi. 2019. Pusat Budidaya dan Pengolahan Ikan air Payau di Demak. UNIKA SOEGIJAPRANATA SEMARANG. (Thesis). (diunduh dari <http://repository.unika.ac.id/19492/4/14.A1.0107%20YOSIANA%20OVI%20SANOLA%20%286.2%29..pdf%20BAB%20III.pdf>, diunduh tanggal 02-04-2021)

SAR. 2018. Garam Impor ‘Mendarat’ Paling Lambat Mei 2018. CNN Indonesia, 20 Maret 2018, 19:23 WIB. (diunduh dari <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20180320190235-92-284544/garam-impor-mendarat-paling-lambat-mei-2018>, diunduh tanggal 29-08-2018)

Saputro GB. Sri Hartini, Iwan Erik S, Fredi Satya CR, Gemasakti Adzan, Warsini Handayani, Fialiadi Nurhidayat, Doddy Mendro Y. 2011. Informasi Geospasial Lahan Garam Indonesia. Badan Informasi Geospasial Cibinong

Sari, S. M. 2018. Soal Tuduhan Penyalahgunaan garam impor, Garindo tunggu hasil pemeriksaan polri. Industri.bisnis.com, 29 Mei 2018, 15:50 WIB. (diunduh dari <http://industri.bisnis.com/read/20180529/99/800687/soal-tuduhan-penyalahgunaan-garam-impor-garindo-tunggu-hasil-pemeriksaan-polri>, diunduh tanggal 29-08-2018)

Sistem Produksi Garam Metode Bestekin Archives - bestekin.com diakases 27 Maret 2021

Wikipedia. 2015. Geomembrane. <http://en.wikipedia.org/wiki/Geomembrane>. Diunduh tanggal 2 Februari 2015.



Badan Riset dan Sumber Daya Manusia
Kementerian Kelautan dan Perikanan