REKAYASA
Journal of Science and Technology
https://journal.trunojoyo.ac.id/rekayasa

Rekayasa, 2025; 18(3): 314-329
ISSN: 0216-9495 (Print)
ISSN: 2502-5325 (Online)

Studi Komparasi Parameter Lingkungan Proses Produksi Garam di Indonesia

Lailatul Fauziyah[1*], Fara'idhya Intan Yulitasari[1], Ilham Maulana[1], Aysyah Fitria Camila[1], Makhfud Efendy[1]
Nike Ika Nuzula[1], Wiwit Sri Werdi Pratiwi[1*]

[1]Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Pertanian
Universitas Trunojoyo Madura
Kampus UTM Jl. Raya Telang No 02 Kamal Bangkalan 69162 Jawa Timur
*E-mail Korespondensi : wiwit.sriwerdi@trunojoyo.ac.id
DOI: https://doi.org/10.21107/rekayasa.v18i3.28434
Submitted December 24th 2024, Accepted July 16th 2025, Published December 7th 2025

Abstrak

Indonesia memiliki potensi besar sebagai negara produsen garam karena garis pantai yang luas dan kondisi geografis yang mendukung. Namun, kualitas dan kuantitas produksi garam domestik masih belum optimal serta tidak memenuhi kebutuhan garam industri dalam neger. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan parameter lingkungan yang mempengaruhi kesesuaian lahan tambak garam di beberapa wilayah Indonesia, serta memahami proses produksi garam berdasarkan pengendapan zat-zat pengotor pada berbagai tahapan kristalisasi. Studi dilakukan pada delapan lokasi dengan karakteristik klimatologi dan hidrologi yang berbeda, mencakup curah hujan, permeabilitas dan jenis tanah, lama penyinaran, kelembapan udara, kecepatan angin, suhu udara, tingkat penguapan, dan kejenuhan air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter lingkungan berperan dalam menentukan efektivitas dan efisiensi proses produksi garam. Kabupaten Pati dan Aceh Besar termasuk dalam kategori tidak sesuai (N) pada parameter tanah, sehingga memerlukan teknologi adaptif seperti geomembran dan metode perebusan. Proses kristalisasi garam diawali dari pengaliran air laut ke bozem hingga meja kristalisasi, di mana terjadi pengendapan bertahap zat pengotor seperti lumpur, pasir, Fe_2O_3, $CaCO_3$, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, dan gips. Sementara itu, endapan NaCl terbentuk di meja kristalisasi, dan senyawa $MgSO_4$ serta NaBr ditemukan pada kolam bittern. Studi ini menekankan pentingnya pemetaan kesesuaian lahan berbasis parameter lingkungan untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas garam nasional, serta sebagai dasar pengembangan kebijakan produksi garam yang lebih adaptif terhadap kondisi wilayah.

Kata Kunci: pergaraman, indeks kesesuaian, parameter lingkungan, kesesuaian lahan

Abstract

Indonesia has great potential as a salt-producing country due to its extensive coastline and favorable geographical conditions. However, the quality and quantity of domestic salt production are still suboptimal and fail to meet the domestic industrial salt demand. This study aims to analyze and compare environmental parameters that influence the suitability of salt pond sites in several regions of Indonesia, as well as to understand the salt production process based on the deposition of impurities at various stages of crystallization. The study was conducted at eight locations with different climatological and hydrological characteristics, including rainfall, soil permeability and type, duration of sunlight, air humidity, wind speed, air temperature, evaporation rate, and water saturation. The results of the study indicate that environmental parameters play a role in determining the effectiveness and efficiency of the salt production process. Pati and Aceh Besar districts are classified as unsuitable (N) for soil parameters, thus requiring adaptive technologies such as geomembranes and boiling methods. The salt crystallization process begins with the flow of seawater from the bozem to the crystallization table, where impurities such as mud, sand, Fe_2O_3, $CaCO_3$, $CaSO_4 \bullet 2H_2O$, and gypsum are gradually deposited. Meanwhile, NaCl deposits form on the crystallization table, and $MgSO_4$ and NaBr compounds are found in the bittern pond. This study emphasizes the importance of land suitability mapping based on environmental parameters to enhance national salt productivity and quality, as well as serving as a foundation for developing more adaptive salt production policies tailored to regional conditions.

Key words*: salt, suitability index, environmental parameters, land suitability*

PENDAHULUAN

Indonesia termasuk negara kepulauan yang memiliki garis pantai terpanjang kedua di dunia, dengan total panjang 99.093 kilometer (Ghozali dan Samputra, 2022). Berdasarkan data statistik Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), luas lahan garam pada tahun 2022 mencapai 24.706,2085 Ha yang tersebar di beberapa provinsi di Indonesia. Beberapa provinsi dengan lahan garam terbesar antara lain pada provinsi Jawa Barat mencapai 5.792,49 Ha, Jawa Tengah mencapai 6.404,83 Ha, Jawa Timur mencapai 7.487,95 Ha, Sulawesi Selatan mencapai 2.095,47 Ha, Nusa Tenggara 2.588,93 Ha dan wilayah lainnya mencapai 336.5385 Ha. Hal tersebut menjadikan Indonesia mempunyai potensi alam sebagai penghasil garam. Potensi perairan Indonesia yang dapat menghasilkan garam sangat besar berbanding terbalik dengan tingkat produksi dan kualitas garam yang dihasilkan. Produksi garam di Indonesia belum mampu memenuhi kebutuhan garam dalam negeri sehingga harus impor dari negara lain (Pakaya *et al.,* 2015). Impor garam harus dilakukan sehubungan dengan produksi garam yang fluktuatif dan sangat bergantung pada musim (Dewanti *et al.,* 2021). Berdasarkan kegunaannya, garam terdiri dari garam konsumsi dan industri. Garam industri membutuhkan spesifikasi kadar NaCl yang lebih dibandingkan garam konsumsi (Pangestu, 2018). Saat ini, untuk memenuhi kebutuhan garam industri yang mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, Indonesia mengimpor sebesar 2,8 juta ton pada tahun 2023 berdasarkan data Badan Pusat Statistik.

Industri garam di Indonesia menempati posisi strategis dengan kontribusi multidimensional terhadap ketahanan nasional, khususnya dalam aspek pertahanan negara. Meskipun dipandang sebagai komoditas pangan yang bersifat dasar, garam memiliki peran fundamental dalam menunjang berbagai sektor industri strategis, seperti industri kimia, farmasi, hingga sistem logistik militer. Oleh karena itu, keberadaan dan ketersediaan garam menjadi salah satu elemen esensial dalam mendukung stabilitas dan kedaulatan negara secara menyeluruh (Hutagalung *et al.,* 2025). Garam disebut sebagai senyawa ionik yang terdiri dari kation (positif) dan anion (negatif) sehingga menghasilkan senyawa yang tidak bermuatan atau netral. Garam merupakan benda padat berwarna putih berbentuk kristal yang merupakan kumpulan senyawa dengan bagian terbesar senyawa natrium klorida (NaCl) serta senyawa lainya seperti magnesium klorida ($MgCl_2$), magnesium sulfat ($MgSO_4$), kalium klorida (KCl) dan lain-lain (Hoiriyah, 2019). Selain produksi garam yang fluktuatif dan belum memenuhi kebutuhan garam dalam negeri, kualitas garam rakyat juga belum memenuhi kualitas yang dibutuhkan oleh industri. Garam rakyat memiliki kandungan NaCl sebesar 90% (w/w) dan masih jauh di bawah kebutuhan garam industri dengan kadar NaCl minimal 98% (w/w). Dalam rangka mengurangi impor garam, diperlukan upaya peningkatan produksi garam khususnya garam industri yang terus mengalami kenaikan permintaan dengan memperhatikan parameter-parameter dari kesesuaian lahan tambak garam sehingga memiliki kualitas yang memenuhi standar kebutuhan industri (Dewanti *et al.*, 2021).

Kualitas hasil produksi garam bergantung pada kadar natrium klorida (NaCl). Kandungan NaCl dalam garam bergantung pada sumber air laut, kadar kepekatan air tua yang akan diproses menjadi kristal garam serta jenis meja kristalisasi yang digunakan (Hoiriyah, 2019). Metode proses produksi garam berpengaruh terhadap kualitas garam yang dihasilkan, dimana proses produksi garam di Indonesia umumnya masih menggunakan metode tradisional dengan memanfaatkan air laut sebagai air baku garam (Supriyo *et al*., 2022). Namun, seiring berkembangnya teknologi, proses produksi garam juga menggunakan geomembran pada meja garam untuk mempercepat proses penguapan (Arwiyah *et al.*, 2015). Selain itu juga terdapat metode tunnel dan prisma untuk menyesuaikan dengan kondisi saat musim penghujan sehingga proses produksi garam dapat dilakukan sepanjang tahun dan tidak lagi bergantung dengan musim (Andari *et al*., 2022). Metode produksi garam yang lebih beragam juga dapat ditemukan pada garam indikasi geografis, dimana jenis garam ini memiliki ciri khas metode yang berbeda dan menjadi andalan pada suatu daerah tertentu (Irawan, 2017), seperti garam Palung di Bali (Rochwulaningsih *et al.*, 2019) dan garam Amed di Bali (Pratiwi *et al.*, 2022). Selain dipengaruhi oleh metode produksi garam, kualitas garam juga dipengaruhi oleh adanya parameter lingkungan pergaraman. Kesesuaian lingkungan pergaraman perlu mempertimbangkan beberapa aspek seperti penentuan alur produksi, mulai dari air masuk pada kolam penampungan awal sampai meja kristalisasi, penerapan teknologi geomembran, pembuatan teknologi ulir filter, pembuatan bunker air tua dan penerapan rumah kristalisasi (Fatihudin *et al.*, 2023). Kesesuaian lingkungan pergaraman nantinya dapat

memprediksi kapasitas produksi garam yang meliputi produktivitas, kualitas, dan laju evaporasi yang optimal dengan menghitung kelembapan, aliran angin, dan suhu ideal pada proses evaporasi. Kesesuaian karakteristik lahan tambak garam disusun oleh beberapa komponen diantaranya tanah, air, dan bentuk tambak serta aspek penting dalam perencanaan penggunaan lahan yang dapat dianalisis dalam kesesuian lahan tambak garam. Analisis kesesuaian lahan tambak garam dipengaruhi oleh karakteristik dan faktor-faktor yang mempengaruhi dasar kelayakan lahan produksi tambak garam (Latjolai dan Auliyah, 2019). Dalam karakteristik lahan tambak garam, komponen-komponen tersebut harus sesuai untuk peruntukan lahan tambak garam. Evaluasi kesesuaian lahan meliputi beberapa faktor-faktor antara lain faktor fisik lahan yang mempengaruhi proses pembuatan garam yaitu kelerengan lahan, jarak dari garis pantai, dan jarak dari tepi sungai, tekstur tanah, serta curah hujan (Hoiriyah, 2019).

Kajian ilmiah yang mengulas secara komprehensif keterkaitan antara parameter lingkungan dan hasil produksi garam di Indonesia masih sangat terbatas. Keterbatasan data empiris dan dokumentasi ilmiah menyulitkan proses perumusan kebijakan berbasis bukti yang diperlukan untuk pengambilan keputusan di tingkat lokal maupun nasional. Kesenjangan informasi ini menunjukkan perlunya penguatan basis data dan penelitian lintas wilayah guna memperoleh pemahaman yang lebih menyeluruh terhadap faktor-faktor penentu keberhasilan produksi garam. Berdasarkan hal tersebut, studi komparatif yang menganalisis parameter lingkungan di berbagai wilayah produksi garam di Indonesia menjadi sangat relevan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses produksi garam dan zat-zat pengotor yang mengendap berdasarkan derajat kepekatan serta menganalisis dan membandingkan parameter klimatologi dan hidrologi yang mempengaruhi hasil produksi garam di beberapa wilayah di Indonesia. Melalui pendekatan tersebut, dapat diidentifikasi wilayah-wilayah dengan kondisi lingkungan yang paling mendukung proses produksi, sekaligus dirumuskan strategi adaptasi teknologi yang sesuai dengan karakteristik masing-masing daerah.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian indeks kesesuain lahan garam diambil dari 8 lokasi yang berbeda dengan karakteristik kondisi lingkungan yang berbeda pula. Lokasi indeks kesesuaian lahan garam disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Tititk koordinat lokasi penelitian

Titik koordinat	Lokasi
5.588 LS & 95.380 BT	Desa Kajhu Kecamatan Baitussalam Kabupaten Aceh Besar
-6.694 LS & 111.143 BT	Desa Genengmulyo dan Desa Bakaran Kulon, Kecamatan Juwana, Kabupaten Pati
-6.906 LS & 112.164 BT	Desa Leranwetan, Kecamatan Palang, Kabupaten Tuban
-7.736 LS & 113.422 BT	Desa Kalibuntu Blok Ladangan, Kecamatan Kraksaan, Kabupaten Probolinggo
-7.182, LS & 113.117 BT	Kecamatan Sreseh, Kabupaten Sampang
-6.888 LS & 112.460 BT	Kecamatan Panceng, Kabupaten Gresik
-8.454, LS & 121.203 BT	Desa Nggolonio, Kabupaten Nagekeo, Nusa Tenggara Timur
-9,3772 LS & 119,344 BT	Desa Lete Konda, Kecamatan Loura, Kabupaten Sumba Barat Daya

Pemilihan beberapa lokasi penelitian didasarkan pada potensi pengembangan tambak garam yang menjanjikan, dengan mempertimbangkan aspek keberlanjutan usaha produksi serta peluang integrasi lahan untuk optimalisasi sistem produksi garam. Selain itu, perbedaan karakteristik sumber bahan baku berupa air laut dan air payau (estuary) di masing-masing lokasi menjadi pertimbangan penting dalam analisis komparatif yang mendalam terhadap proses produksi garam. Letak dan titik lokasi penelitian indeks kesesuaian lahan tambak garam disajikan pada Gambar 1 berikut. Metode yang digunakan dalam studi komparasi ini adalah membandingkan data parameter lingkungan antar wilayah kajian. Setelah diperoleh hasil komparasi, data selanjutnya dianalisis untuk mencari perbedaan hasil

setiap parameter pada masing-masing wilayah kajian. Kemudian diperoleh kesimpulan dimana data parameter lingkungan tersebut dikategorikan berdasarkan nilai parameter indeks kesesuaian garam (IKG).



Gambar 1. Lokasi penelitian indeks kesesuaian lahan garam

Parameter Proses Produksi Garam

Usaha dalam meningkatkan produksi garam perlu adanya analisis mengenai parameter proses produksi garam. Parameter tersebut meliputi curah hujan, permeabilitas tanah, lama penyinaran, kelembapan udara, kecepatan angin, suhu udara, tingkat penguapan dan tingkat kejenuhan air bahan baku garam. Pengambilan data parameter klimatologi dan hidrologi pada penelitian ini menggunakan data sekunder yang merupakan hasil *review* dari beberapa referensi indeks kesesuaian garam yang berasal dari lokasi dan kondisi yang berbeda-beda. Pemilihan lokasi produksi garam didasarkan pada pertimbangan strategis, dimana beberapa wilayah yang dipilih merupakan kawasan yang produktif dalam menghasilkan garam. Adapun alat yang digunakan dalam pengambilan data parameter suhu udara berupa Termometer Digital (HTC-2), kecepatan angin diukur menggunakan Anemometer Digital (Gm8902, Benetech), laju penguapan diestimasi dari penurunan ketinggian ketinggian air (cm/hari), oarameter kelembapan diukur menggunakan Hygrometer Digital (HTC-2), tingkat kejenuhan air menggunakan Boumehydrometer (Alla france, 0-30), jenis tanah dianalisis menggunakan metode segitiga tekstur tanah, permeabilitas tanah dianalisis menggunakan metode *Constant Head Permeameter* dan *Variable/Falling Head Permeameter* (Kurniawan *et al.,* 2019). Pada Tabel 1 disajikan nilai parameter klimatologi dan hidrologi indeks kesesuaian garam.

Tabel 1. Nilai parameter Indeks Kesesuaian Garam (IKG)

x	Bobot	Katergori S1		Kategori S2		Kategori S3		Kategori N	
		Nilai	Skor	Nilai	Skor	Nilai	Skor	Nilai	Skor
Curah hujan (mm)	5	<10	4	10-100	3	100-200	2	>200	1
Permeabilitas tanah (k)	5	$1x10^{-4}$	4	$<1x10^{-3}$	3	$1x10^{-2}$	2	$1X10^{-1}$	1
Jenis tanah	5	*Clay*	4	*Sandy Clay*	3	*Loam*	2	*Silty*	1
Lama penyinaran (jam/hari)	5	>8,7	4	5,5-8,6	3	2,3-5,4	2	<2,3	1
Kelembapan udara (%)	5	<45-59	4	60-74	3	75-90	2	>90	1
Kecepatan angin (%)	5	>5,7	4	4,1-5,7	3	2,4-4,0	2	<2,4	1
Suhu udara (^oC)	5	>32	4	28,5-32	3	25-28,4	2	<25	1
Penguapan (mm/hari)	5	>2,0	4	1,5-2,0	3	1,0-1,4	2	<1,0	1
Kejenuhan air (^oBe)	5	≥2	4	1,5-1,9	3	1,0-1,5	2	<1	1

Sumber : Kurniawan *et al.,* 2019

Kesesuian lokasi produksi garam dihitung dengan menggunakan rumus penilaian kelas kesesuaian lokasi tambak garam sebagai berikut ini.

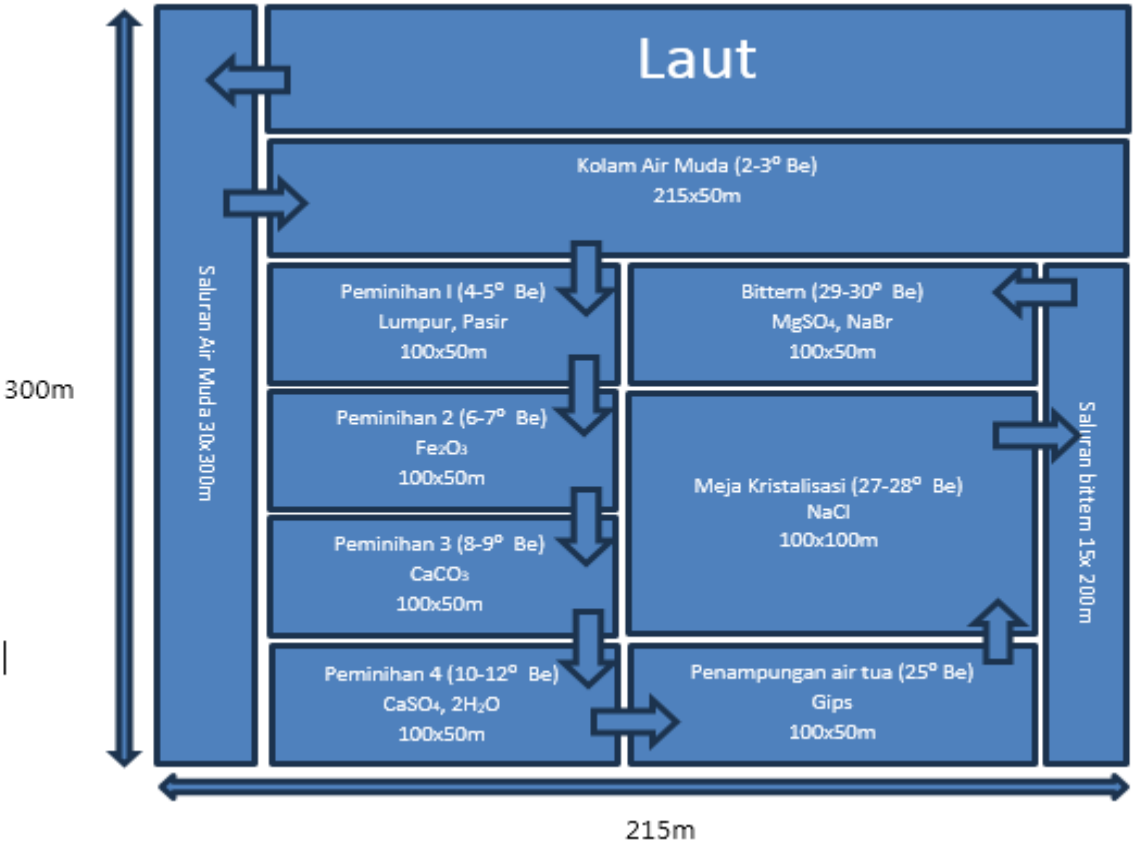
$$IKG = \sum \frac{\mathbf{Ni}}{\mathbf{NMax}} \boldsymbol{x}\ \mathbf{100\%}$$

Ni adalah Nilai parameter ke-i (bobot x skor) dan N-maks adalah nilai maksimum dari suatu kategori. Sedangkan penentuan kriteria kesesuian sebagai lokasi produksi garam didasarkan sebagai berikut.
Keterangan:
Nilai Maksimum = 190
S1 : Sangat sesuai, dengan nilai 83-100%
S2 : Cukup sesuai, dengan nilai 50- <83%
S3 : Sesuai bersyarat, dengan nilai 17-<50%
N : Tidak sesuai, dengan nilai <17%

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Produksi Garam

Proses produksi garam di Indonesia terdapat beberapa metode, yaitu metode maduris, portugis serta campuran (tungsen). Metode maduris digunakan bila persediaan air kurang memadai dan memiliki musim kemarau yang relatif pendek (< 5 bulan). Metode portugis dilaksanakan apabila penyediaan air memadai dan memiliki musim kemarau lebih dari 5 bulan. Sedangkan metode tungsten digunakan ketika musim kemarau yang tidak menentu. Ketiga metode tersebut juga dapat diinovasikan dengan penggunaan geomembran sehingga mampu menghasilkan garam kualitas premium. Teknologi dalam proses penuaan air laut dapat menggunakan teknologi kristalisasi bertingkat dan teknologi kristalisasi total. Proses pembuatan garam rakyat biasanya menggunakan metode kristalisasi total, terutama pada lahan sempit (0,5 - 3 Ha) dengan kualitas garam yang rendah (Rositawati *et al*., 2013). Usaha pegaraman memerlukan luasan bozem (waduk penampungan air), peminihan dan meja kristalisasi yang harus seimbang. Luasan tanah pegaraman yang optimal adalah 20 % digunakan untuk bozem, 50 % digunakan untuk peminihan dan 30 % digunakan untuk meja kristalisasi (Amami dan Ihsannudin, 2016).



Gambar 2. Alur Produksi Garam

Proses produksi diawali dari mengalirnya air ke kolam penampungan air (bozem), peminihan dan berakhir di meja kristalisasi (Kurniawan *et al.*, 2020). Proses produksi pembuatan garam dilakukan pada musim kemarau yang diawali dengan lahan penguapan (peminihan) dialiri air laut menggunakan pompa. Penguapan terjadi pada petak peminihan hingga terjadinya perubahan dari air muda ke air tua, penguapan yang terjadi pada kolam peminihan ini mengendapkan beberapa senyawa, yaitu lumpur dan pasir pada kolam peminihan pertama, mengendapkan Fe_2O_3 pada kolam peminihan kedua, pada kolam peminihan ketiga mengendapkan senyawa $CaCO_3$, dan pada kolam peminihan keempat senyawa yang diendapkan adalah $CaSO_4$ dan $2H_2O$. Air tua yang dihasilkan pada kolam peminihan dialirkan ke kolam air tua dan menghasilkan endapan berupa gips, setelah itu dialirkan ke meja kristalisasi hingga munculnya kristal-kristal garam. Pengkristalan garam terjadi pada kadar kepekatan 25 - 30° Be. Mutu garam dapat dikendalikan dengan cara membuang atau memisahkan hasil limbah produksi garam (*bittern*), dan pada kolam bittern ini menghasilkan endapan senyawa $MgSO_4$ dan NaBr.

Aliran air diatur dengan waktu yang sesuai hingga mengalir di setiap petak tambak garam. Pada musim produksi ketinggian air pada petak peminihan, petak evaporasi dan meja kristalisasi sekitar 20 cm sampai 100 cm atau 10 cm sampai 50 cm. Tingkat salinitas pada tiap petak bervariasi antara 70 ppt hingga 290 ppt dan salinitas paling tinggi terdapat pada meja kristalisasi yaitu 300 ppt. Rasio volume tinggi kolam bervariasi karena digunakan untuk pengendapan mineral-mineral sehingga pada saat di meja kristalisasi mineral yang mengendap hanya NaCl. Garam yang telah mencapai tingkat salinitas yang tinggi akan dipanen. Pemanenan garam dilakukan dengan cara menumpuk papan kayu di samping meja kristalisasi dan dibiarkan kering. Kristal garam yang telah dipanen diangkut dan disimpan pada gudang penyimpanan, sedangkan sisa air produksi garam dialirkan kembali ke petak untuk digunakan sebagai lantai garam (Rodrigues *et al.,* 2011; Rositawati *et al.*, 2013).

Indeks Kesesuaian Garam

Indeks Kesesuaian Garam (IKG) merupakan standar atau tolah ukur dalam proses produksi garam berdasarkan kesesuaian lingkungan pergaraman. Parameter lingkungan pergaraman yang

menjadi acuan dalam penentuan IKG antara lain curah hujan, permeabilitas tanah, jenis tanh, lama penyinaran matahari, kelembapan udara, kecepatan angin, suhu udara, tingkat penguapan dan tingkat kejenuhan air baku garam. Hasil analisis parameter lingkungan pergaraman di beberapa lahan tambak garam di Indonesia disajikan dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Nilai paremeter IKG pada beberapa lokasi di Indonesia

Parameter	Kesesuaian Lokasi Tambak Garam Di Indonesia							
	Pati	**Tuban**	**Probolinggo**	**Sampang**	**Gresik**	**Nagekeo, NTT**	**Aceh Besar**	**Sumba**
Curah hujan (mm)	3,6	5,6	6,8	2	1,4	0,2	1,6	17,9
Permeabilitas tanah (k)	$1{,}03\times10^{-6}$	1×10^{-3}	1×10^{-2}	1×10^{-3}	1×10^{-4}	$1{,}3\times10^{-3}$	$4{,}5\times10^{-1}$ ****	1×10^{-4}
Jenis tanah	*Silt clay*	*Clay*	*Sandy clay*	*Clay*	*Sandy clay*	*Clay*	*Clay*	*Sandy clay*
Lama penyinaran (jam/hari)	74,5	8,8	7,5	7,9	9,1	9,6	8,7	118,5
Kelembapan udara (%)	53,63	51	55	68.3	75,1	31	73*	32
Kecepatan angin (%)	7,5	4,6	6,3	3	3.2	7,5	10	4,92
Suhu udara (°C)	28,8	35	35	33,5	32,7	31	29	4,95
Penguapan (mm/hari)	5,8**	2,5	2	2	1,9	7,8	2,5	20
Kejenuhan air (°Be)	3,3***	2	3	3	3	3,8	4	3,4***
Sumber	(Tambunan *et al.*, 2012)	(Kurniawan *et al.*, 2019)	(Kurniawan *et al.*, 2019)	(Kurniawan *et al.*, 2020)	(Kurniawan *et al.*, 2020)	(Muga *et al.*, 2021)	(Hamdani dan Farmiati, 2022)	(Ngongo *et al.*, 2022)

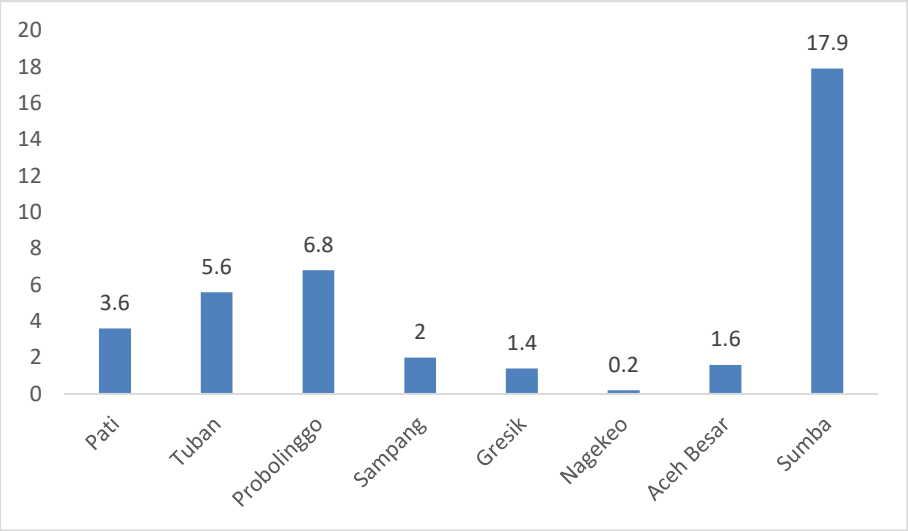
* Safitri *et al.* 2018 ** Bramawanto *et al.,* 2019
*** marine.copernicus **** Silalahi *et al.,* 2019

Berdasarkan hasil tabel parameter klimatologi maupun hidrologi di atas, karakteristik lokasi yang terdiri dari curah hujan, permeabilitas tanah, jenis tanah, lama penyinaran, kelembapan udara, kecepatan angin, suhu udara, penguapan dan tingkat kepadatan air bahan baku produksi garam dianalisis untuk menentukan tingkat kesesuaian lokasi untuk menjadi area produksi garam yang berlokasi dibeberapa tempat di indonesia. Hasil-hasil analisis tersebut dijelaskan di bawah ini.

Curah Hujan

Curah hujan merupakan tingkat ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar dengan satuan millimeter atau inchi (Ajr dan Dwirani, 2019). Curah hujan menjadi salah satu variabel penentu keberhasilan target produksi garam lahan integrasi. Rata-rata intensitas curah hujan dalam setahun dan pola hujan berkorelasi erat dengan musim kemarau. Tingkat curah hujan tinggi akan mempengaruhi secara negatif terhadap produksi garam. Curah hujan rendah mengakibatkan produksi garam menjadi lancar karena salinitas air garam pada kolam penguapan meningkat secara signifikan dengan didukung oleh penguapan yang tinggi (Kumala dan Sugiarto, 2012). Masa potensial produksi garam dari air bahan baku hingga menghasilkan kristal garam dipengaruhi oleh parameter-parameter meteorologi, seperti curah hujan. Rata-rata intensitas curah hujan dan pola hujan dalam setahun merupakan indikator yang terkait erat dengan lama waktu penyinaran sinar matahari. Curah hujan dengan intensitas hujan 5-20 mm termasuk kategori hujan ringan berdasarkan klasifikasi hujan. Analisis

kesesuaian lokasi produksi garam berdasarkan kondisi curah hujan dilakukan dengan menganalisis nilai rata-rata curah hujan tahunan. Intensitas curah hujan rata-rata merupakan indikator yang erat kaitannya dengan lamanya musim kemarau. Lamanya musim kemarau akan mempengaruhi tingkat penguapan air pada produksi garam (Amin *et al.,* 2021). Oleh karena itu, salah satu karakteristik utama yang harus dianalisis untuk menentukan tingkat kesesuaian lokasi untuk produksi garam adalah curah hujan.



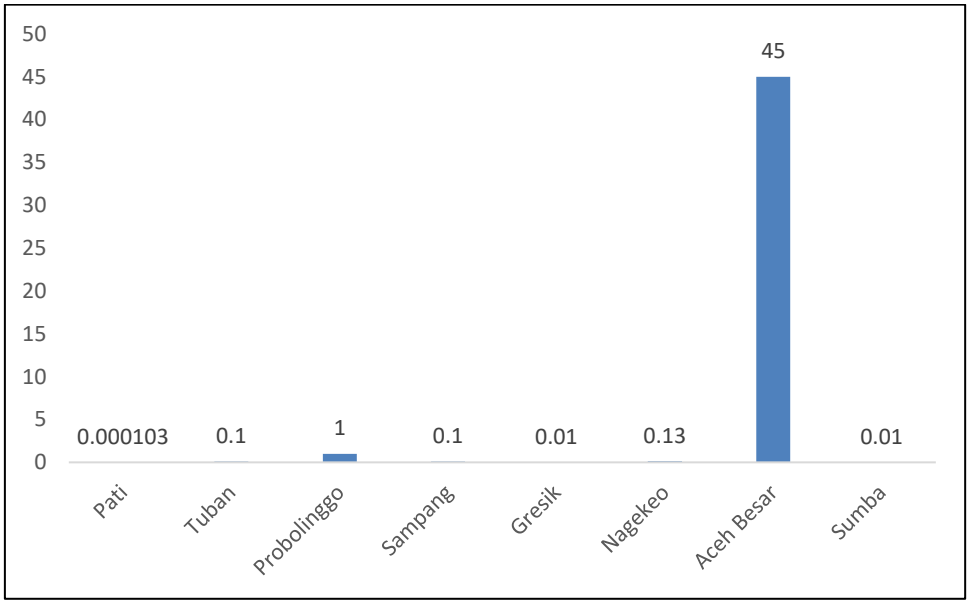
Gambar 3. Grafik curah hujan (mm)

Rata-rata curah hujan tahunan di Kabupaten Pati, Kabupaten Tuban, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Sampang, Kabupaten Gresik, Kabupaten Nagekeo, Aceh Besar, dan Sumba berturut-turut adalah sebesar 3,6 mm, 5,6 mm, 6,8 mm, 2 mm, 1,4 mm, 0,2 mm, 1,6 mm, dan 17,9 mm. Berdasarkan indeks kesesuian garam (IKG), lokasi tambak garam dinyatakan sesuai jika memiliki nilai rata-rata curah hujan tahunan sebesar <10 mm. Pada beberapa lokasi yang telah dianalisa telah memenuhi kriteria kategori S1 (sangat sesuai) dari indeks kesesuain garam (IKG) kecuali di Sumba. Kabupaten Sumba memiliki nilai rata-rata curah hujan yang tergolong S2 (cukup sesuai) karena berada pada rentang nilai 10-100 mm yaitu sebesar 17,9 mm.

Berdasarkan lokasi pengamatan kesesuaian lahan tambak garam di Indonesia tersebut memiliki tingkat curah hujan yang berbeda. Lokasi pengamatan dengan nilai rata-rata curah hujan tertinggi terdapat di Kabupaten Sumba, sedangkan intensitas curah hujan terendahnya terdapat di Kabupaten Nagekeo. Menurut penelitian (Kurniawan *et al.*, 2019), curah hujan menjadi salah satu indikator keberhasilan produksi garam. Rata-rata intensitas curah hujan dan pola hujan dalam setahun merupakan indikator yang terkait erat dengan lama musim kemarau. Lama musim kemarau ini akan mempengaruhi tingkat penguapan air di lokasi produksi garam. Jika Curah hujan merupakan salah satu penentu keberhasilan target produksi garam. Tingkat curah hujan yang tinggi akan berdampak negatif pada produksi garam.

Permeabilitas Tanah

Permeabilitas tanah merupakan pengaruh kecepatan perembesan (kebocoran) air laut kedalam tanah tambak saat di peminihan ataupun di meja kristalisasi. Kecepatan perembesan lebih besar dari pada kecepatan penguapan maka apabila musim hujan tidak akan menghasilkan garam (Tambunan *et al*., 2012). Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas garam adalah kondisi permeabilitas tanah, karena tingkat porositas tanah berpengaruh pada proses pengendapan bahan pengotor pada tambak garam. Parameter permeabilitas tanah ini menjadi variabel yang sangat penting dalam menentukan porositas tanah. Permeabilitas tanah yang rendah dan tidak mudah retak menjadi salah satu persyaratan utama lokasi produksi garam (Hamdani dan Farmiati, 2022). Permeabilitas tanah adalah salah satu kriteria kesesuaian dalam lokasi tambak garam. Permeablitas tanah sendiri berkaitan dengan tingkat porositas tanah yang juga mempengaruhi keberhasilan produksi garam (Kurniawan *et al.*, 2020).



Gambar 4. Grafik permeabilitas tanah (x10^2 K)

Permeabilitas tanah pada beberapa lokasi tambak garam di Indonesia memiliki nilai yang berbeda-beda. Kabupaten Pati, Kabupaten Gresik, Kabupaten Sumba termasuk ke dalam kategori S1 (Sangat Sesuai) dengan nilai permeabilitas berturut-turut 1.03 × 10^{-6} K, 1 × 10^{-4} K, dan 1 x 10^{-4} K. Kabupaten Tuban, Kabupaten Sampang dan Kabupaten Nagekeo termasuk kategori S2 (Cukup Sesuai) dengan nilainya berturut-turut 1 × 10^{-3} K, 1×10^{-3} K, dan 1,03 × 10^{-3} K. Sedangkan Kabupaten Aceh Besar tergolong tidak sesuai (N) dengan nilai permeabilitas sebesar 1 x 10^4 K. Berdasarkan penelitian (Tambunan *et al.,* 2012), permeabilitas tanah mempengaruhi kecepatan perembesan (kebocoran) air laut kedalam tanah tambak saat di peminihan ataupun di meja. 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.

Jenis Tanah

Tanah merupakan salah satu faktor geografi yang penting dalam kegiatan produksi garam untuk diketahui secara pasti karena memilki peran sebagai media penampung air laut yang akan diuapkan sehingga menjadi kristal garam. Tanah yang baik untuk kegiatan produksi garam adalah tanah kedap air yang tidak dapat dimasuki air atau tanah yang memiliki daya serap air kecil. Tanah terdiri dari mineral dan bahan organik dari beberapa ukuran. Mineral tersebut terdapat dalam partikel tanah yang berupa tanah liat (*clay*), lumpur (*silt*), dan pasir (*sand*). Berdasarkan penelitian (Nurfaiza *et al.,* 2021), proses produksi garam juga dipengaruhi oleh karakteristik tanah pada lahan, pada proses penampungan air untuk dievaporasi dalam tambak garam akan tergantung dengan berapa lama air itu dapat tertahan di atas permukaaan tanah dan bagaimana karakteristik tanah untuk menyerap dan menyimpan panas.

Tanah-tanah yang didominasi fraksi pasir akan mempunyai pori makro (*porous*), tanah dengan dominasi debu akan banyak mempunyai pori meso (agak *porous*), sementara tanah dengan fraksi liat akan mempunyai banyak pori mikro (kecil) atau tidak *porous*. Pengembangan lahan tambak garam harus didasarkan pada potensi teknis yang dimiliki wilayah pengembangan, salah satu potensi teknis tersebut adalah jenis tanah yang tidak *porous* untuk menjamin ketersedian air tua dan pengendapan sempurna (Kurniawan *et al*., 2019).

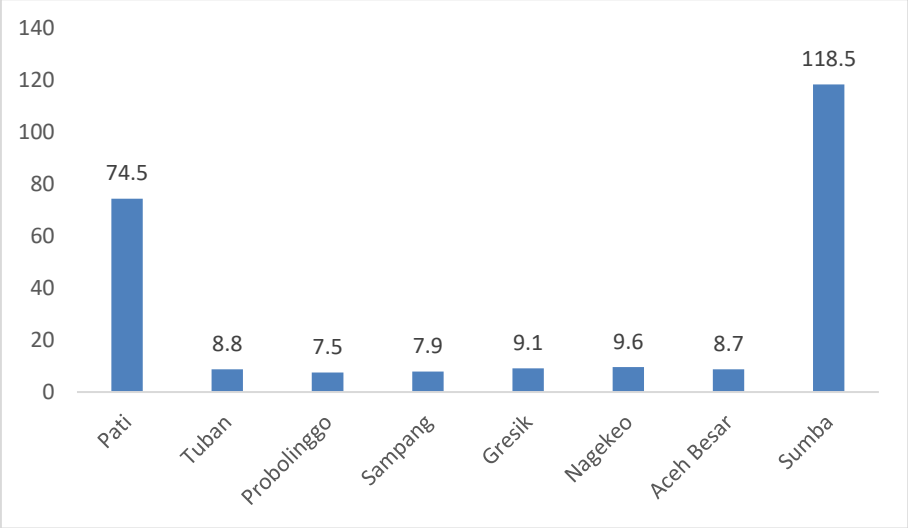
Analisis hasil jenis tanah pada beberapa lokasi di Indonesia menunjukkan bahwa jenis tanah di Kabupaten Tuban, Kabupaten Sampang, Kabupaten Nagekeo, dan Kabupaten Aceh Besar memiliki jenis tanah *clay* (tanah liat). Hal tersebut berarti bahwa pada lokasi tersebut memiliki jenis tanah dengan kategori S1 (Sangat Sesuai). Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Gresik dan Kabupaten Sumba memiliki jenis tanah *sandy clay* (tanah liat berpasir). Hal tersebut berarti lokasi pengamatan tersebut termasuk ke dalam kategori

S2 (Cukup Sesuai). Sedangkan di Kabupaten Pati memiliki jenis tanah yang tidak sesuai (N) untuk produksi garam dengan jenis tanah *silty* (berlumpur).

Menurut penelitian (Muga *et al*., 2021), tanah lempung merupakan jenis tanah yang baik digunakan untuk tambak karena tanah yang demikian sangat keras dan akan retak-retak bila dikeringkan sedangkan dalam kondisi basah mempunyai mempunyai kemampuan yang baik dalam menahan air dan tanah karena memiliki pori-pori yang kecil. Jenis tanah juga harus kedap air dan memiliki permeabilitas yang sangat rendah. Oleh karena itu pada beberapa kabupaten yang di analisis memiliki jenis tanah lempung (*clay*) yang sesuai untuk lahan tambak garam.

Lama Penyinaran

Proses produksi garam dengan menggunakan metode *solar salt* akan sangat tergantung dari keberadaan sinar matahari sebagai energi utama untuk menunjang proses evaporasi. Lama penyinaran di lokasi tambak garam sangat mempengaruhi proses evaporasi karena dapat meningkatkan nilai kejenuhan air garam yang pada akhirnya akan menghasilkan proses kristalisasi garam. Oleh karena itu lama penyinaran termasuk parameter kesesuaian lahan tambak garam (Pambudi dan Bendesa, 2020).



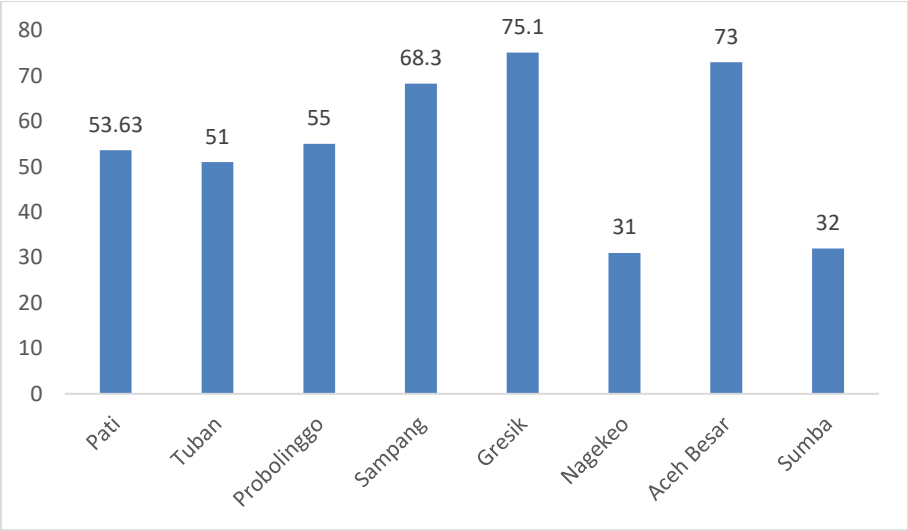
Gambar 5. Grafik lama Penyinaran (jam/hari)

Hasil analisis intensitas penyinaran matahari pada tambak garam di Kabupaten Pati, Kabupaten Tuban, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Sampang, Kabupaten Gresik, Kabupaten Nagekeo, Aceh Besar, dan Sumba berturut-turut adalah 74,5 jam/hari, 8,8 jam/hari, 7,5 jam/hari, 7,9 jam/hari, 9,1 jam/hari; 9,6 jam/hari; 8,7 jam/hari; dan 118,5 jam/hari. Hal ini menunjukkan bahwa Kabupaten Pati, Kabupaten Tuban, Gresik, Nagekeo, Aceh Besar, dan Sumba termasuk ke dalam kategori S1 (Sesuai), sedangkan Kabupaten Probolinggo dan Sampang termasuk ke dalam kategori S2 (Cukup Sesuai). Berdasarkan penelitian (Muga *et al.*, 2021), lama penyinaran di lokasi produksi garam sangat berpengaruh bagi laju evaporasi, dimana semakin tinggi laju evaporasi dapat semakin meningkatkan tingkat kejenuhan air bahan baku pembuatan garam >8,7 jam/hari adalah nilai indeks kesesuian lahan semakin lama penyinaran.

Kelembapan Udara

Kelembapan udara merupakan kadungan uap air yang terdapat di atmosfer. Kelembapan udara merupakan salah satu indikator geografis yang sangat mempengaruhi proses pembuatan garam, guna untuk mengetahui tingkat kesesuaian garam di lokasi pembuatan garam tersebut (Ngongo *et al.*, 2022). Berdasarkan peneitian (Tambunan *et al*., 2012), kelembapan udara mempengengaruhi proses kecepatan penguapan air, dimana makin besar penguapan maka makin besar jumlah kristal garam yang mengendap. Kelembapan udara sangat mempengaruhi proses evaporasi pada pembuatan garam. Proses evaporasi yang menjadi kunci proses pembuatan garam melalui metode *solar salt* sangat bergantung pada tingkat kelembapan udara di sekitar permukaan air. Jika kelembapan tinggi, laju evaporasi menjadi rendah karena

kejenuhan udara akan lebih cepat tercapai. Kelembapan udara mempengaruhi kecepatan penguapan air, dimana makin besar penguapan maka makin besar jumlah kristal garam yang terbentuk (Prasetyo *et al.*, 2022).

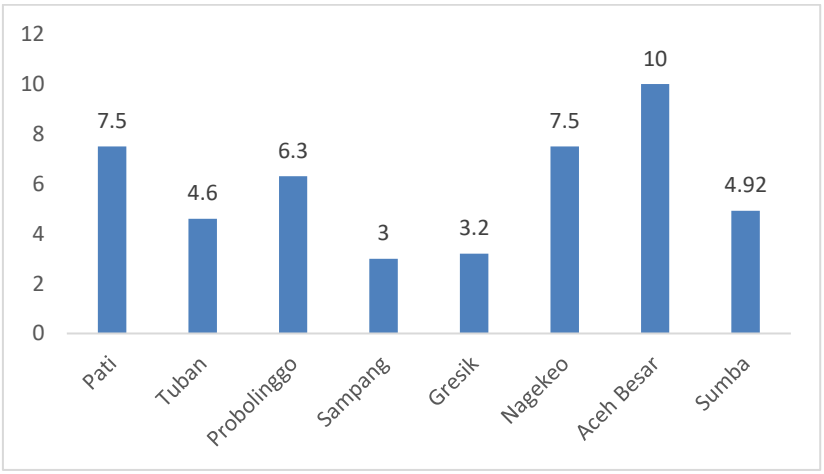


Gambar 6. Grafik kelembapan udara (%)

Analisis kesesuaian lahan garam pada beberapa lokasi menunjukkan bahwa kelembapan udara Kabupaten Pati diperoleh sebesar 53,63%, Kabupaten Tuban diperoleh sebesar 51%, Kabupaten Probolinggo sebesar 55%, Kabupaten Sampang diperoleh nilai sebesar 68,3%, Kabupaten Gresik sebesar 75,1%, Kabupaten Nageko didapatkan hasil sebesar 31%, Kabupaten Aceh Besar diperoleh sebesar 73% dan Kabupaten Sumba didapatkan hasil sebesar 32%. Hasil tabel indeks kesesuaian lahan dari Kabupaten Pati, Kabupaten Tuban, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Nagekeo, dan Kabupaten Sumba termasuk kategori S1 (Sangat Sesuai), untuk Kabupaten Sampang dan Kabupaten Aceh Besar termasmasuk ke dalam kategori S2 (Cukup Sesuai), sedangkan Kabupaten Gresik termasuk kategori S3 karena berada pada rentang nilai 75%.

Kecepatan Angin

Kecepatan angin merupakan salah satu faktor penting dalam mendukung proses evaporasi pada produksi garam (Ngongo *et al.,* 2022). Apabila kecepatan angin memadai, maka laju evaporasi akan semakin cepat. Sementara apabila tidak terdapat angin yang membawa uap air dari atas permukaan air, maka laju penguapan dapat menjadi lebih lambat. Keberadaan angin merupakan salah satu faktor pendukung dalam proses pembuatan garam. Kecepatan angin termasuk salah satu variabel yang harus diperhitungkan dalam menentukan tingkat kesesuaian suatu lokasi untuk menjadi area produksi garam (Kurniawan *et al*., 2019).

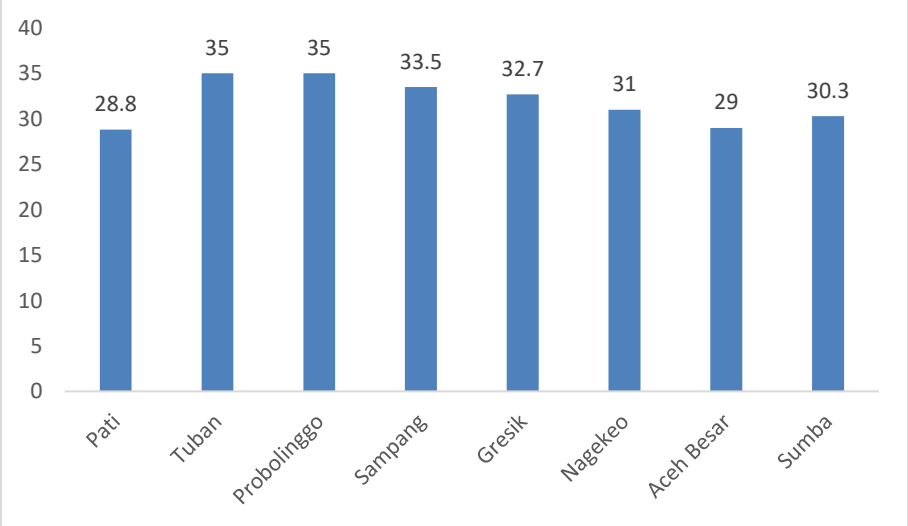


Gambar 7. Grafik kecepatan angin (m/s)

Hasil kecepatan angin pada kelima lokasi memiliki kategori yang yang berbeda seperti pada lokasi Kabupaten Pati diperoleh nilai 7,5 m/s, Kabupaten Tuban 4,6 m/s, Kabupaten Probolinggo 6,3 m/s, Kabupaten Sampang 3 m/s, Kabupaten Gresik 3,2 m/s, Kabupaten Nagekeo 7,5 m/s, Kabupaten Aceh Besar 10 m/s dan Kabupaten Sumba 4,92 m/s. Dari hasil analisis tersebut, Kabupaten Pati, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Nagekeo dan Kabupaten Aceh Besar termasuk kategori S1 (Sangat Sesuai) karena memiliki nilai kecepatan angin >5,7 m/s. Sedangkan Kabupaten Tuban, Kabupaten Sampang, Kabupaten Gresik dan Kabupaten Sumba termasuk kategori S2 (Cukup Sesuai) karena berada pada rentang nilai 4,1-5,7 m/s. Berdasarkan penelitian (Kurniawan *et al.*, 2019), kecepatan angin juga sangat berpengaruh pada proses produksi garam karena akan mempengaruhi kecepatan penguapan air, dimana semakin besar proses evaporasi (penguapan) maka makin besar pula jumlah kristal garam yang mengendap.

Suhu Udara

Suhu udara merupakan besaran panas matahari di suatu tempat di permukaan bumi yang di sebabkan oleh lama penyinaran matahari. Semakin lama sinar matahari semakin tinggi suhu udara di suatu tempat tersebut (Ngongo *et al*., 2022). Suhu menjadi salah satu faktor penting dalam proses biogeokimia maupun interaksi fisik yang terjadi secara horizontal maupun vertikal (Wicaksono *et al.*, 2024). Suhu udara memiliki keterkaitan dengan proses evaporasi air. Ketersediaan energi panas yang cukup, akan membuat proses evaporasi berjalan dengan baik sehingga peningkatan tingkat kepadatan air hingga proses kritalisasi garam dapat berlangsung dengan baik (Latjolai dan Auliyah, 2019). Proses pembuatan garam bergantung pada laju evaporasi air garam salah satunya dipengaruhi oleh aktifitas panas atau suhu yang berfungsi untuk memanaskan molekul-molekul air yang dibutuhkan untuk proses penguapan. Berdasarkan penelitian (Hoiriyah, 2019), suhu udara juga mempengaruhi kecepatan penguapan air, dimana semakin besar proses penguapan makin besar pula jumlah kristal garam yang mengendap.



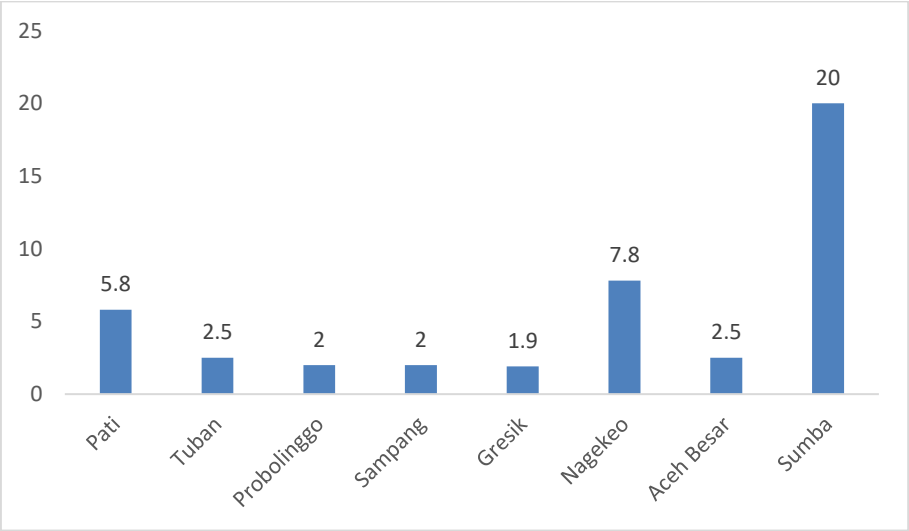
Gambar 8. Grafik suhu udara (^{0}C)

Hasil tabel indeks kesesuaian lahan garam menunjukkan nilai suhu udara di Kabupaten Pati, Kabupaten Tuban, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Sampang, Kabupaten Gresik, Kabupaten Nagekeo, Aceh Besar, dan Sumba berturut-turut adalah 28,8°C, 35°C, 35°C, 33,5°C, 32,7°C, 31°C, 29°C dan 30,3°C. Perolehan nilai suhu pada Kabupaten Tuban, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Sampang, dan Kabupaten Gresik termasuk dalam kategori S1 (Sangat Sesuai). Sedangkan untuk Kabupaten Pati, Kabupaten Nagekeo, Kabupaten Aceh Besar dan Kabupaten Sumba masuk ke dalam kategori indeks kesesuain lahan S2 (Cukup Sesuai).

Penguapan

Penguapan merupakan salah satu faktor geografi proses perubahan molekul didalam keadaan cair dengan spontan menjadi gas. Penguapan dapat dilihat dari menghilangnya cairan secara berlahan-lahan

pada saat cairan tersebut terpapar oleh sumber panas (Ngongo *et al.,* 2022). Laju penguapan menjadi salah satu indikator utama dalam menentukan efektifitas produksi garam dengan sistem *solar salt*. Laju penguapan yang pada produksi garam adalah sebesar 1,7 mm per hari. Laju penguapan sangat dipengaruhi oleh kecepatan angin, suhu, dan tingkat kelembapan udara. Penguapan harian dalam penelitian ini diukur untuk menjadi salah satu dasar dalam menilai kesesuaian lokasi untuk menjadi lahan produksi garam (Kurniawan *et al*., 2020). Penguapan pada dasarnya adalah proses pengoptimalan pembuatan garam hingga menghasilkan kristal garam. Berdasarkan penelitian (Arwiyah *et al.*, 2015), faktor yang paling menentukan kecepatan penguapan air dalam peroses pembuatan garam adalah kecepatan angin dan radiasi sinar matahari. Kecepatan angin berpengaruh membawa uap air dari permukaan air sehingga proses penguapan tetap dapat berlangsung begitu pula radiasi sinar matahari berpengaruh karena merupakan sumber energi untuk proses penguapan.

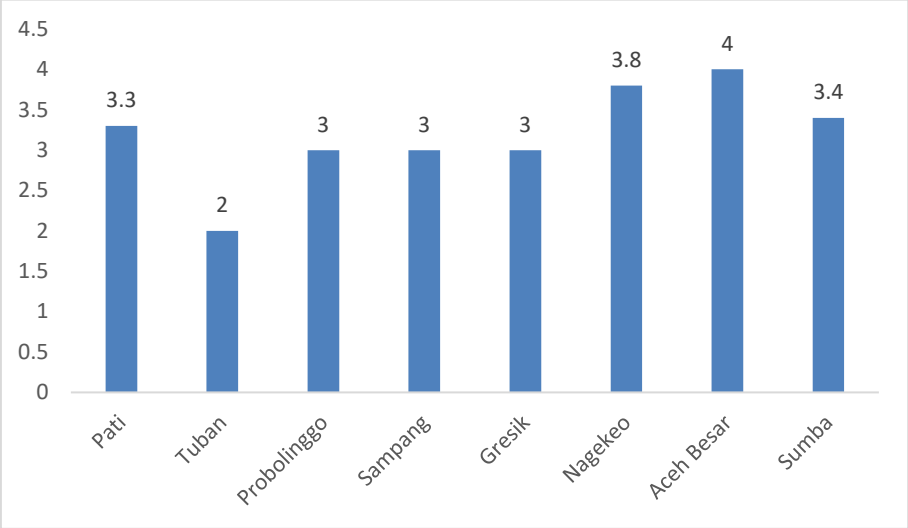


Gambar 9. Grafik penguapan (mm/hari)

Hasil analisis indeks kesesuian lahan garam untuk parameter penguapan menadapatkan hasil diantaranya Kabupaten Tuban 2,5 mm/hari, Kabupaten Probolinggo dan Sampang 2 mm/hari, Kabupaten Gresik 1,9 mm/hari, Kabupaten Nagekeo 7,8 mm/hari, Kabupaten Aceh Besar 2,5 mm/hari, dan Kabupaten Sumba 20 mm/hari. Dari hasil analisis tersebut, Kabupaten Tuban, Kabupaten Nagekeo 7,8 mm/hari, Kabupaten Aceh Besar dan Kabupaten Sumba 20 mm/hari termasuk ke dalam kategori S1 (Sangat Sesuai) karena memiliki nilai >2,0 mm/hari. Sedangkan Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Sampang dan Kabupaten Gresik termasuk kategori S2 (Cukup Sesuai).

Kejenuhan Air

Keberadaan air bahan baku produksi garam yang memadai adalah awal dari keberhasilan usaha produksi garam. Apabila ketersediaan air bahan baku pada suatu lokasi memenuhi kebutuhan produksi maka dapat dikatakan lokasi tersebut mempunyai potensi untuk menjadi area produksi garam (Hamdani dan Farmiati, 2022). Tingkat kesesuaian lokasi untuk menjadi lokasi produksi garam juga dilakukan dengan menilai tingkat kepadatan air bahan baku.



Gambar 10. Grafik kejenuhan air (^{0}Be)

Analisis kesesuaian lokasi produksi garam berdasarkan kejenuhan air bahan baku pada Kabupaten Pati diperoleh nilai 3,3 °Be, Kabupaten Tuban sebesar 2 °Be, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Sampang dan Kabupaten Gresik memiliki nilai 3 °Be, Kabupaten Nagekeo mendapatkan nilai 3,8 °Be, Kabupaten Aceh Besar 4 °Be, dan Kabupaten Sumba sebesar 3,4 °Be. Hasil analisis menunjukkan berdasarkan penilaian kesesuian garam di beberapa lokasi termasuk dalam kategori S1 (Sangat Sesuai) karena memiliki nilai indeks kesesuaian lahan ≥2 °Be. Proses pembentukan kristal garam dipengaruhi banyak faktor termasuk tingkat kejenuhan air bahan baku garam. Berdasarkan penelitian (Hamdani dan Farmiati, 2022), menjelaskan bahwa tingkat kejenuhan ini akan menentukan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi garam. Semakin besar tingkat kejenuhan air bahan baku garam semakin bagus untuk memproduksi garam.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah proses produksi garam diawali dari mengalirnya air laut ke kolam penampungan air (bozem). Selanjutnya air laut dialirkan ke kolam evaporasi (peminihan) sehingga menjadi brine yang siap membentuk kristal-kristal garam di meja kristalisasi sedangkan hasil limbah produksi garam (bittern) ditampung untuk dijadikan produk turunan garam. Adapun pengotor yang mengendap pada kolam peminihan dengan derajat kepekatan berkisar 4° Be - 24° Be adalah lumpur, pasir, Fe_2O_3, $CaCO_3$, $CaSO_4$, dan $2H_2O$, pada kolam penampungan air tua dengan derajat kepekatan berkisar 25° Be - 26° Be pengotor yang mengendap adalah gips, meja kristalisasi mengendapkan NaCl dengan derajat kepekatan 27° Be - 28° Be, dan kolam bittern dengan derajat kepekatan 29° Be - 30° Be yang mengendapkan $MgSO_4$ dan NaBr. Proses produksi garam ini dipengaruhi oleh parameter lingkungan baik berupa parameter klimatologi maupun hidrologi, seperti curah hujan, permeabilitas tanah, jenis tanah, lama penyinaran, kelembapan udara, kecepatan angin, suhu udara, penguapan, dan kejenuhan air. Terdapat beberapa lokasi yang memiliki parameter lingkungan tanah (permeabilitas dan jenis tanah) yang termasuk kategori tidak sesuai (N) yaitu Kabupaten Pati dan Kabupaten Aceh. Oleh karena itu, proses produksi garam di Kabupaten Pati menggunakan metode geomembran, sedangkan Kabupaten Aceh Besar menggunakan metode perebusan.

DAFTAR PUSTAKA

Ajr, E. Q., & Dwirani, F. (2019). Menentukan Stasiun Hujan dan Curah Hujan dengan Metode Polygon Thiessen Daerah Kabupaten Lebak. *Jurnal Lingkungan Dan Sumberdaya Alam*, *2*(2), 139–146. https://ejournal.lppm-unbaja.ac.id/index.php/jls/article/view/674/387

Amami, D., & Ihsannudin, I. (2016). Efisiensi Faktor-Faktor Produksi Garam Rakyat. *Media Trend*, *11*(2), 166–

174. https://doi.org/10.21107/mediatrend.v11i2.1600

Amin, A. A., Yanuar, A. T., Salamah, L. N., & Kurniawan, A. (2021). Analysis of salt location suitability in Tuban regency, East Java by using salt suitability index (SSI). *AIP Conference Proceedings*, *2353*, 1–7. https://doi.org/10.1063/5.0053079

Andari, R. D., Wahyuni, S., Arohman, R. K., & Zayyadi, M. (2022). Eksplorasi Eduwisata Garam Sebagai Metode Pembelajaran Matematika Era New Normal. *Lattice Journal : Journal of Mathematics Education and Applied*, *2*(1), 40–52. https://doi.org/10.30983/lattice.v2i1.5275

Arwiyah, Zainuri, M., & Efendy, M. (2015). Studi kandungan NaCl di dalam air baku dan garam yang dihasilkan serta produktivitas lahan garam menggunakan media meja garam yang berbeda. *Jurnal Kelautan*, *8*(1), 1–9. http://journal.trunojoyo.ac.id/jurnalkelautan

Dewanti, D. P., Arifudin, Adhi, R. P., Saraswati, A. A., Murti, S. D. S., & Prayitno, J. (2021). Kajian Lingkungan Pengembangan Produksi Garam Industri Di Indonesia. *Jrl*, *14*(2), 146–155.

Fatihudin, D., Wikanta, W., Fauzi, H., Firmansyah, M. A., Holisin, I., & Luqyana, I. (2023). *Membangun Kemandirian Petani Garam Melalui Literasi Keuangan dan Perencanaan Keuangan Keluarga untuk Produksi, Akses Modal dan Informasi Pasar*.

Ghozali, A. B. M., & Samputra, P. L. (2022). Strategi Kebijakan Impor Garam Dalam Melindungi Produksi Garam Nasional. *International Journal of Demos*, *4*(4), 1236–1247. https://doi.org/10.37950/ijd.v4i4.341

Hamdani, & Farmiati, J. (2022). Analisis Indeks Kesesuaian Garam (IKG) Untuk Menentukan Kesesuaian Lokasi Produksi Garam di Provinsi Aceh. *Journal of Law and Economics*, *1*(1), 10–20. https://doi.org/10.56347/jle.v1i1.36

Hoiriyah, Y. U. (2019). Peningkatan Kualitas Produksi Garam Menggunakan Teknologi Geomembran. *Jurnal Studi Manajemen Dan Bisnis*, *6*(2), 35–42. https://doi.org/10.21107/jsmb.v6i2.6684

Hutagalung, R. T. S., Sundari, S., & Murtiana, S. (2025). Peran Industri Garam dalam Meningkatkan Ketahanan Nasional Indonesia. *J-CEKI : Jurnal Cendekia Ilmiah*, *4*(3), 1304–1310.

Irawan, C. (2017). Pendaftaran Indikasi Geografis Sebagai Instrumen Perlindungan Hukum Dan Peningkatan Daya Saing Produk Daerah Di Indonesia. *Seminar Nasional Multi Displin Dan Call For Papers Unisbank Ke 3*, *3*(1), 358–366. http://www.unisbank.ac.id/ojs/index.php/sendi_u/article/viewFile/5065/1575

Kumala, A. R., & Sugiarto, Y. (2012). Analisis Pengaruh Curah Hujan terhadap Produktivitas Garam Studi Kasus: Pegaraman I Sumenep PT. Garam (Persero). *Prosiding Seminar Nasional Sains IV*, *10*(November), 1–10. http://www.bom.gov.au/climate

Kurniawan, A., Jaziri, A. A., Amin, A. A., & Salamah, L. N. (2019). Indeks kesesuaian garam (IKG) untuk menentukan kesesuaian lokasi produksi garam; analisis lokasi produksi garam di Kabupaten Tuban dan Kabupaten Probolinggo. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, *3*(2), 119–127. https://jfmr.ub.ac.id/index.php/jfmr/article/view/335

Kurniawan, A., Lestariadi, R. A., Kurniaty, R., Prayodo, T. B., Dewi, C. S. U., Amin, A. A., Yanuar, A. T., & Salamah, L. N. (2020). Analisis Indeks Kesesuaian Lokasi Garam (IKG) di Kawasan Sentra Produksi Garam Jawa Timur. *Rekayasa*, *13*(3), 225–233. https://doi.org/10.21107/rekayasa.v13i3.9130

Latjolai, M., & Auliyah, N. (2019). Kesesuaian Lahan Tambak Garam Di Desa Siduwonge Kecamatan Randangan Kabupaten Pohuwato. *Gorontalo Fisheries Journal**, *2*(1), 29–36.

Muga, T. A., Yudha Perwira, I., Wayan, I., & Kartika, D. (2021). Analisis Kesesuaian Lokasi Produksi Garam Berdasarkan Indeks Kesesuaian Garam (IKG) di Desa Nggolonio, Kabupaten Nagekeo, Nusa Tenggara Timur. *Current Trends in Aquatic Science IV*, *177*(1), 170–177.

Ngongo, Y. L., Sunimbar, S., & Hasan, M. H. (2022). Kajian Faktor Geografi Untuk Indeks Kesesuaian Tambak Garam Di Desa Lete Konda Kecamatan Loura Kabupaten Sumba Barat Daya. *Jurnal Geografi*, *18*(2), 1–

14. https://doi.org/10.35508/jgeo.v18i2.9362

Nurfaiza, S., Haeruddina, & Sulardionoa, B. (2021). Iindeks Kesesuaian Lahan Garam (IKLG) Di Desa Tluwuk , PATI Land Suitability Evaluation for Salt Ponds Using Salt Suitability Index (IKLG) in. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research*, *5*(2), 182–192.

Pakaya, N. K., Sulistijowati, R., & Dali, F. A. (2015). Analisis Mutu Garam Tradisional di Desa Siduwonge Kecamatan Randangan Kabupaten Pohuwato Provinsi Gorontalo. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, *3*(1), 1–6.

Pambudi, N. P. S. A., & Bendesa, I. (2020). Pengaruh Lahan, Modal, Tenaga Kerja, Pengalaman terhadap Produksi dan Pendapatan Petani Garam di Kabupaten Buleleng. *Jurnal EP Universitas Udayana*, *9*(4), 873–906.

Pangestu, R. G. (2018). Perlindungan Hukum terhadap Petambak Garam Rakyat Dikaitkan dengan Berlakunya Peraturan Pemerintah Nomor 9 Tahun 2018 tentang Tata Cara Pengendalian Impor untuk Komoditas Perikanan dan Pegaraman sebagai Bahan Baku dan Bahan Penolong Industri. *Jurnal Hukum Bisnis Dan Investasi*, *10*(1), 77–95. https://tirto.id/banjir-garam-impor-di-antara-janji-swasembada-jokowi-cGrq,

Prasetyo, B., Barus, B., & Darmawan. (2022). Arahan Pengembangan Lahan Potensial untuk Tambak Garam di Pesisir Kabupaten Rembang. *Journal of Regional and Rural Development Planning*, *6*(3), 176–194. https://doi.org/10.29244/jp2wd.2022.6.3.176-194

Pratiwi, N. L. ., Arisena, G. M. K., & Suamba, I. K. (2022). Analysis of Amed Salt Farming Income in Purwa Kerhti Village, Abang District, Karangasem Regency, Bali. *Agribusiness Journal*, *5*(1). https://doi.org/10.31327/aj.v5i1.1678

Rochwulaningsih, Y., Sulistiyono, S. T., Utama, M. P., Masruroh, N. N., Rukayah, S., Efendy, M., & Gozan, M. (2019). Traditional knowledge system in palung salt-making in Bali Island. *Journal of Ethnic Foods*, *6*(1), 1–7. https://doi.org/10.1186/s42779-019-0018-2

Rositawati, A. L., Taslim, C. M., & Soetrisnanto, D. (2013). Rekristalisasi Garam Rakyat dari Daerah Demak untuk Mencapai SNI Garam Industri. *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri*, *2*(4), 217–225.

Supriyo, E., Broto, W., & Hartati, R. (2022). Teknologi Ulir Filter Untuk Meningkatkan Kualitas Garam Rakyat di Kabupaten Brebes. *Agrifo : Jurnal Agribisnis Universitas Malikussaleh*, *2*(3), 177–185. https://doi.org/10.29103/ag.v1i1.1083

Tambunan, R. B., Hariyadi, H., & Santoso, A. (2012). Evaluasi Kesesuaian Tambak Garam Ditinjau Dari Aspek Fisik Di Kecamatan Juwana Kabupaten Pati. *Journal of Marine Research*, *1*(2), 181–187. https://doi.org/10.14710/jmr.v1i2.2036

Wicaksono, A., Jayanthi, O. W., Efendy, M., Nuzula, N. I., Kartika, A. G. D., Rahmadani, P. A., Putri, D. S., Hariyanti, A., & Syaifullah, M. (2024). Distribusi Mineral dan Cemaran di Perairan Laut Sebagai Pemanfaatan Air Baku Garam Berkualitas. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, *12*(3), 593–602. https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v12i3.43780