p-ISSN: 1907-8056
e-ISSN: 2527-5410
AGROINTEK
Jurnal Teknologi Industri Pertanian
journal homepage: journal.trunojoyo.ac.id/agrointek

Manajemen risiko rantai pasok garam madura melalui pendekatan RapAgRisk

Solehatun Munawaroh[1*], Novita Erma Kristanti[2], Wahyu Supartono[2]

[1]*Magister Teknologi Industri Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Sleman, Indonesia*
[2]*Teknologi Industri Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Sleman, Indonesia*

Article history
Diterima:
18 November 2025
Diperbaiki:
10 Maret 2026
Disetujui:
6 April 2026

Keyword
Madura salt production;
Product quality;
RapAgRisk;
Risk assessment;
Salt supply chain;

ABSTRACT

Salt is a strategic commodity that plays an important role in both the food and industrial sectors in Indonesia. However, supply chain actors continue to face various risks that reduce logistics efficiency and compromise product quality, especially in Madura, the main center of national production. This study aims to identify, analyze, and mitigate risks at each tier of the Madura salt supply chain, while assessing the quality of products affected by these risks. The study used the Rapid Agricultural Supply Chain Risk Assessment (RapAgRisk) method, which refers to ISO 31000:2018. Data were collected through field observations and in-depth interviews with 64 respondents consisting of farmers, collectors, wholesalers, and retailers in Sampang and Sumenep Regencies. Risk analysis was conducted using a probability, severity, and capacity to manage risk matrix, while quality analysis focused on moisture and NaCl content. The results of the study showed 17 main types of risks, with the highest risk at the farmer tier being high rainfall and storage in open areas (high expected loss and high vulnerability categories). Quality tests showed that under the risk condition of untimely or early harvesting (R.T.2), the moisture content reached 5.21% and NaCl 92.38%, while under the risk of mud contamination due to geomembrane leakage (R.T.5), the moisture content increased to 8.70% and NaCl decreased to 87.29%. The moisture value under R.T.5 exceeded the SNI threshold of ≤7%, and all samples exposed to risk failed to meet the NaCl requirement of ≥94%, indicating a significant decline in product quality. The proposed mitigation strategies include providing reservoirs to store old water so that it does not mix with water and establishing joint storage institutions, such as cooperatives or warehouse rentals. For collectors and wholesalers, it is recommended to diversify markets and inter-regional price contracts to anticipate price fluctuations and changes in demand patterns. At the retail level, mitigation focuses on improving sanitation and product protection, such as storing salt in closed containers and layered packaging.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

[*] Penulis korespondensi
Email : solehatunmunawaroh@mail.ugm.ac.id
DOI 10.21107/agrointek.v20i2.32427

PENDAHULUAN

Garam merupakan komoditas strategis yang memiliki peran penting dalam mendukung kebutuhan pangan dan industri di Indonesia. Selain digunakan untuk konsumsi rumah tangga, garam juga menjadi bahan baku utama berbagai industri seperti pangan, kimia, farmasi, tekstil, hingga kosmetik. Kebutuhan garam nasional terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan sektor industri. Data Badan Pusat Statistik (BPS) dan Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) menunjukkan bahwa pada periode 2020–2024 kebutuhan garam nasional meningkat dari 4,5 juta ton menjadi 4,9 juta ton per tahun.

Namun, dalam rentang lima tahun terakhir kapasitas produksi garam domestik masih belum mampu memenuhi kebutuhan tersebut. Produksi garam nasional berfluktuasi dengan capaian tertinggi sebesar 2,5 juta ton pada tahun 2023 dan produksi terendah 0,64 juta ton pada tahun 2022. Kondisi ini berimplikasi pada tingginya ketergantungan terhadap impor. Pada tahun 2024, impor garam Indonesia tercatat sebesar 2,75 juta ton, yang terutama ditujukan untuk memenuhi kebutuhan industri yang mempersyaratkan kadar NaCl di atas 97%, sementara sebagian besar garam rakyat hanya memiliki kadar NaCl <94% (Dewanti *et al.* 2021).

Pulau Madura merupakan salah satu sentra utama produksi garam nasional, dengan kontribusi sekitar 34,29% dari total produksi nasional atau sebesar 700.706 ton pada tahun 2024. Kabupaten Sumenep bahkan mencatat produktivitas tertinggi mencapai 234,15 ton/ha/musim, diikuti oleh Pamekasan sebesar 134,56 ton/ha/musim (Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) 2025). Meskipun memiliki potensi produksi yang tinggi, harga garam di tingkat petani cenderung berfluktuasi. Lemahnya posisi tawar petambak, sistem tata niaga yang bergantung pada tengkulak, serta keterbatasan infrastruktur penyimpanan menyebabkan petani sulit memperoleh keuntungan yang sepadan. Praktik penyimpanan sederhana, seperti menumpuk garam dengan terpal di ruang terbuka, membuat kualitas produk mudah menurun akibat paparan hujan, angin, dan kelembaban udara.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa rantai pasok garam Madura menghadapi berbagai risiko yang dapat mengganggu keberlanjutan usaha, mulai dari produksi hingga distribusi. Risiko tersebut meliputi faktor cuaca, keterbatasan infrastruktur logistik, fluktuasi harga, dan persaingan dengan produk impor (Maflahah *et al*. 2023, Dewanti *et al.* 2021). Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan manajemen risiko yang komprehensif untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan memprioritaskan risiko di setiap tingkatan rantai pasok. *Rapid Agricultural Supply Chain Risk Assessment* (RapAgRisk) merupakan metode yang relevan karena mampu memberikan gambaran cepat mengenai tingkat kerentanan, probabilitas, dan keparahan risiko, sehingga dapat digunakan untuk menyusun strategi mitigasi berbasis data (Jaffee *et al.* 2010, Guritno dan Khuriyati 2018).

Selain aspek risiko, aspek kualitas juga menjadi faktor krusial dalam meningkatkan daya saing garam lokal. Analisis mutu dengan parameter kadar NaCl, kadar air, serta kandungan pengotor menjadi dasar penting untuk menilai kesesuaian produk dengan standar nasional (SNI 3556:2024). Dengan demikian, integrasi analisis kualitas dan RapAgRisk dalam kajian rantai pasok garam Madura diharapkan dapat menghasilkan strategi manajemen yang lebih adaptif, efisien, dan berkelanjutan.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini disusun mengacu pada prinsip ISO 31000:2018 tentang manajemen risiko dan metode *Rapid Agricultural Supply Chain Risk Assessment* (RapAgRisk) yang digunakan untuk menilai tingkat kerentanan risiko pada setiap pelaku rantai pasok. Selain itu, dilakukan analisis mutu produk garam melalui pengujian kadar air dan NaCl untuk mengidentifikasi penurunan kualitas yang terjadi sebagai akibat dari berbagai risiko sepanjang rantai pasok.

Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan di Kabupaten Sampang dan Kabupaten Sumenep, Provinsi Jawa Timur, yang merupakan sentra produksi garam rakyat di Pulau Madura. Pengumpulan data dilaksanakan pada bulan Juni–September 2025 melalui wawancara mendalam (*in-depth interview*) dan observasi lapangan. Wawancara dilakukan selama 30–90 menit terhadap 64 responden yang terdiri dari *tier* petani, pengepul, *supplier*/pedagang besar dan pengecer. Khusus pada *tier* petani, responden yang dipilih adalah petambak garam

yang menggunakan teknologi geomembran dalam proses produksi. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan *snowball sampling* dan *purposive sampling.* Teknik *snowball sampling* digunakan untuk menelusuri aliran garam dari hulu ke hilir. Sementara *purposive sampling* digunakan untuk menentukan responden penelitian yang terlibat langsung dalam kegiatan produksi, distribusi, dan pengolahan garam sehingga diperoleh informasi yang relevan untuk identifikasi dan analisis risiko sesuai dengan kriteria-kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Kriteria responden yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tahapan Penelitian

Proses manajemen risiko dilakukan dengan mengacu pada kerangka kerja ISO 31000:2018. Standar ISO 31000:2018 *"Risk Management*" berfungsi sebagai kerangka acuan dalam penerapan manajemen risiko di berbagai organisasi dan konteks (Molinos-Senante et al. 2023). Selain itu, penelitian ini juga menerapkan metode RapAgRisk yang dikembangkan oleh Jaffee *et al.* (2010) untuk menilai tingkat kerentanan risiko pada setiap pelaku rantai pasok. Tahap penelitian meliputi:

Identifikasi Risiko

Dilakukan melalui observasi dan wawancara untuk mengenali potensi risiko, ancaman, kegagalan proses, serta kejadian yang tidak diinginkan pada setiap aktivitas rantai pasok.

Analisis Risiko dan Penilaian Kerentanan

Analisis risiko bertujuan untuk memperkirakan tingkat dampak dan kemungkinan terjadinya setiap risiko yang telah diidentifikasi sebelumnya. Setiap risiko tersebut kemudian dianalisis melalui proses pemetaan menggunakan matriks risiko. Analisis dilakukan dengan memetakan nilai *probability* dan *severity* pada peta risiko (*risk map*), kemudian dikombinasikan dengan nilai *capacity to manage risk* untuk menentukan tingkat kerentanan menggunakan matriks kejadian risiko (*vulnerability event matrix*). Penilaian dilakukan menggunakan skala Likert 1 (sangat rendah) hingga 5 (sangat tinggi). Penjelasan masing-masing skala Likert disajikan pada Tabel 2, 3, dan 4.

Tabel 1 Kriteria responden penelitian

Tier	Kriteria	
Petani	Luas lahan	Kurang dari 10 Ha
	Lama menjadi petani	Minimal 5 tahun
Pengepul	Area penjualan	Wilayah Madura
	Lama usaha	Minimal 5 tahun
Pedagang Besar/Supplier	Area penjualan	Pulau Jawa dan Bali
	Lama usaha	Minimal 5 tahun
Pengecer	Area penjualan	Pasar tradisional
	Lama usaha	Minimal 5 tahun

Tabel 2 Parameter risiko berdasarkan *probability*

Level	Skala	Deskripsi Probabilitas	
		Kualitatif	Semi kuantitatif
Sangat rendah	1	Sangat jarang terjadi	Terjadi 1 kali dalam 1 tahun
Rendah	2	Mungkin dapat terjadi	Terjadi 3 kali dalam 1 tahun
Sedang	3	Kadang-kadang dapat terjadi	Terjadi 1 kali dalam 1 bulan
Tinggi	4	Sering terjadi	Terjadi 1 kali dalam 1 minggu
Sangat tinggi	5	Selalu terjadi	Terjadi setiap hari

(Sumber: Aleksic *et al.* 2022 dan Jaffee *et al.* 2010)

Tabel 3 Parameter risiko berdasarkan *severity*

Level	Skala	Deskripsi Dampak	
		Kualitatif	Semi kuantitatif
Sangat rendah	1	Hampir tidak mengganggu aktivitas bisnis; kerugian dan dampak kualitas sangat kecil.	Kerugian kurang dari 5% dari harga jual
Rendah	2	Gangguan ringan dengan dampak minimal; kerugian finansial kecil.	Kerugian antara 5% - 10% dari harga jual
Sedang	3	Mengganggu sebagian proses bisnis; kerugian dan penurunan kualitas moderat.	Kerugian antara 10% -15% dari harga jual
Tinggi	4	Menghambat operasional; kerugian besar dan banyak permintaan konsumen tidak terpenuhi.	Kerugian antara 15% - 20% dari harga jual
Sangat tinggi	5	Dampak parah; kerugian signifikan dan produk tidak dapat digunakan.	Kerugian lebih dari 20% dari harga jual

(Sumber: Aleksic *et al.* 2022 dan Jaffee *et al.* 2010)

Tabel 4 Skala kapasitas dalam mengelola risiko

Skala	Deskripsi kapasitas	
	Kualitatif	Semi kuantitatif
1	Sebagian efektif namun pendekatan cenderung mahal dan tidak berkelanjutan	Menimbulkan biaya >70% dari total biaya bagian logistik
2	Sebagian pendekatan cenderung mahal dan kurang berkelanjutan	Menimbulkan biaya 50-70% dari total biaya bagian logistik
3	Cukup efektif namun belum terjangkau dan berkelanjutan	Menimbulkan biaya 25-50% dari total biaya bagian logistik
4	Lebih efektif, cukup terjangkau dan berkelanjutan	Menimbulkan biaya 5-25% dari total biaya bagian logistik
5	Sangat efektif dan memiliki kemungkinan berkelanjutan tinggi	Menimbulkan biaya <5% dari total biaya bagian logistik

(Sumber: Jaffee *et al.* 2010).

Analisis kualitas

Analisis kualitas dilakukan dengan mengacu pada hasil pemetaan dari tahapan analisis risiko sebelumnya. Melalui analisis ini, dapat diketahui risiko mana yang berhubungan dengan penurunan kualitas garam. Analisis kualitas garam yang dilakukan yaitu berupa analisis kadar air dan kadar NaCl. Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk mengukur kadar air adalah metode gravimetri (pengeringan hingga berat konstan), dan kadar NaCl ditentukan melalui metode argentometri (titrasi $AgNO_3$) dengan indikator kromat (Heliani et al., 2023).

Mitigasi dan Penanganan Risiko

Langkah berikutnya adalah menyusun strategi mitigasi risiko yang didasarkan pada kedua aspek tersebut. Usulan mitigasi risiko yang disusun oleh peneliti berdasarkan studi literatur kemudian dikonfirmasi atau divalidasi oleh pihak yang bertanggung jawab terhadap risiko (*risk owner*). Penyusunan strategi mitigasi risiko dilakukan melalui wawancara dengan pihak ahli (*expertise*) dan pemilik risiko (*risk owner*). Dalam penelitian ini, responden ahli adalah dosen yang memiliki kompetensi dan keahlian di bidang manajemen rantai pasok, logistik, dan manajemen risiko, serta memiliki pengalaman penelitian yang relevan dengan topik penelitian. Adapun susunan alur penelitian ini ditunukkan pada Gambar 1.

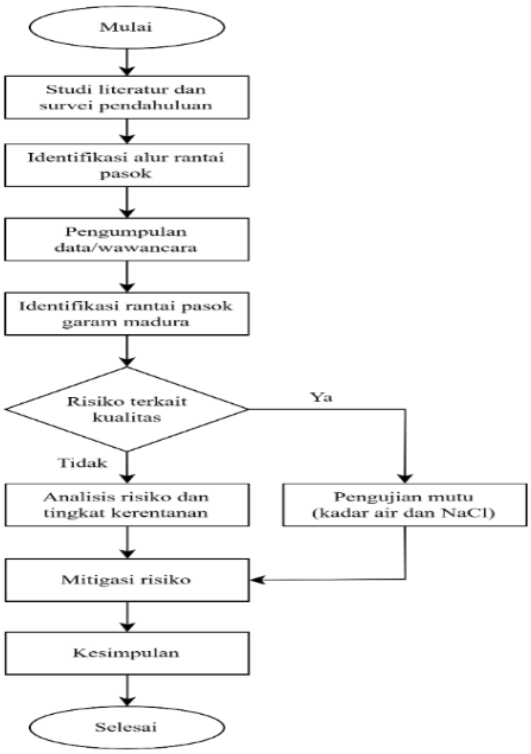
HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Rantai Pasok Garam Madura

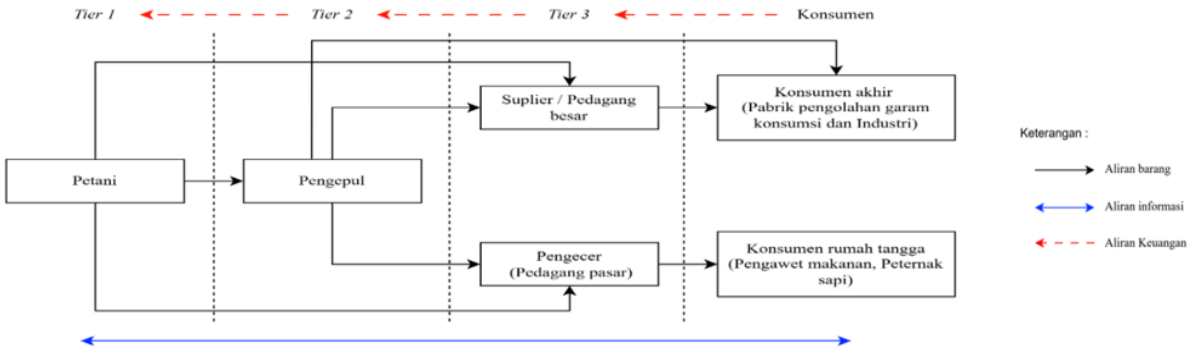
Berdasarkan hasil *purposive sampling* dan *snowball sampling* menunjukkan bahwa rantai pasok garam Madura terdiri atas empat *tier* utama, yaitu petani, pengepul, *supplier*/pedagang besar dan pengecer, serta konsumen akhir yang meliputi

pabrik pengolahan garam konsumsi maupun industri dan konsumen rumah tangga. Alur rantai pasok garam Madura ditunjukkan pada Gambar 2.

Pada Gambar 2 alur rantai pasok garam Madura, aliran komoditas bergerak dari hulu hingga hilir, sedangkan dari hilir hingga hulu terdapat aliran uang yaitu dari konsumen hingga ke petani. Sementara itu, aliran informasi dapat terjadi dua arah dari hulu ke hilir atau dari hilir ke hulu yang berupa informasi harga, permintaan pasar, spesifikasi kualitas garam, serta ketersediaan stok. Secara umum, alur rantai pasok garam di Kabupaten Sampang dan Kabupaten Sumenep berdasarkan hasil identifikasi di lapangan memiliki pola dasar yang sama. Alur rantai pasok ini sejalan dengan penelitian Yudhonegoro, (2020) dimana pelaku rantai pasok garam Madura terdiri atas empat *tier* yaitu petani, pengepul, pedagang besar/*supplier* dan konsumen akhir. Selanjutnya, Maflahah *et al.* (2023) juga mengungkapkan bahwa pasar garam rakyat di Madura bersifat oligopsoni, dimana pembeli memiliki kekuatan lebih besar dalam menentukan harga dan *volume* penyerapan. Kondisi tersebut berdampak pada rendahnya daya tawar petani serta tingginya ketergantungan terhadap tengkulak sebagai penghubung utama menuju pasar.



Gambar 1 Diagram alir penelitian



Gambar 2 Alur rantai pasok garam Madura

Tabel 5 Daftar risiko rantai pasok garam Madura

No	Kode Risiko	Deskripsi Risiko	Penyebab	Dampak	Risk Owner
1	R.T.1	Risiko pengaruh curah hujan tinggi	Musim hujan datang lebih awal atau curah hujan tidak menentu saat proses produksi	Garam tidak terbentuk atau larut kembali, produksi garam mengalami penurunan secara signifikan	Petani
2	R.T.2	Risiko pemanenan tidak tepat waktu (panen dini)	Petani sering melakukan pemanenan lebih awal akibat kondisi cuaca yang tidak mendukung atau karena adanya tekanan kebutuhan finansial yang mendesak	Kualitas garam menurun karena kadar air tinggi. volume produksi juga menurun karena kristal garam belum terbentuk dengan sempurna.	Petani
3	R.T.3	Risiko fluktuasi harga	Tidak adanya harga patokan dan dominasi tengkulak/pengepul dalam menentukan harga	Pendapatan petani turun atau bahkan tidak mencukupi biaya produksi	Petani
4	R.T.4	Risiko kerusakan tambak akibat tanggul jebol	Konstruksi tanggul kurang kuat dan curah hujan tinggi atau banjir rob	Air laut meluap, merusak waduk penampungan air dan menghambat produksi	Petani
5	R.T.5	Risiko kontaminasi	Geomembran bocor atau tidak terpasang dengan rapat	Garam tercampur lumpur/tanah, kualitas menurun karena hasil panen menjadi butiran-butiran garam berukuran kecil	Petani
6	R.T.6	Risiko penyimpanan di area terbuka tanpa menggunakan gudang.	Penutup terpal tidak rapat, bocor saat hujan/embun, air merembas dari bawah palet kayu.	Garam tercampur debu, tanah, atau serangga, garam dibagian bawah basah	Petani
7	R.P.1	Risiko ketidaksesuaian spesifikasi garam dengan standar pabrik	Pengepul membeli garam hanya berdasarkan karakteristik visual, Tidak ada pengecekan kualitas saat panen dan pasca-panen, atau terjadi praktik kecurangan di tingkat petani dengan mencampurkan garam berkualitas rendah pada bagian tengah atau dasar karung yang dilapisi garam berkualitas I.	Garam ditolak oleh pabrik; atau turun grade, Pengepul mengalami kerugian karena harga jual ke pabrik lebih rendah dari harga beli dari petani, ada biaya waktu tunggu jika dialihkan ke pabrik lainnya.	Pengepul

No	Kode Risiko	Deskripsi Risiko	Penyebab	Dampak	Risk Owner
8	R.P.2	Risiko fluktuasi harga garam	Tidak adanya harga dasar yang tetap; persaingan harga antar pedagang; adanya impor garam yang menekan harga domestik	Terjadi penurunan margin keuntungan bagi pengepul	Pengepul
9	R.P.3	Risiko keterlambatan pembayaran dari industri	Mekanisme pembayaran sistem termin atau piutang dagang; lemahnya kontrak dagang	Modal kerja pengepul terhambat; tidak bisa membeli garam dari petani tepat waktu	Pengepul
10	R.P.4	Risiko kendala transportasi	Infrastruktur jalan buruk, ban bocor, garam terkena hujan diperjalanan, keterbatasan armada angkut, atau garam netes di jalan terlalu banyak.	Keterlambatan pengiriman ke pabrik; biaya distribusi meningkat	Pengepul
11	R.S.1	Risiko persaingan harga antar pedagang	Pedagang kecil menaikkan harga beli di tingkat petani untuk memperoleh stok lebih cepat, tanpa memperhitungkan margin distribusi dan biaya logistik	Pedagang besar kesulitan memperoleh pasokan dengan harga kompetitif, biaya pembelian meningkat, dan margin keuntungan menurun.	Supplier/ Pedagang Besar
12	R.S.2	Risiko fluktuasi harga garam	Tidak adanya harga dasar yang tetap; persaingan harga antar pedagang; adanya impor garam yang menekan harga domestik	Supplier mengalami penurunan margin keuntungan karena harga jual tidak sebanding dengan biaya pembelian dari pengepul/petani	Supplier/ Pedagang Besar
13	R.S.3	Risiko kendala transportasi	Infrastruktur jalan buruk, hujan dan keterbatasan armada angkut	Keterlambatan distribusi garam ke pabrik; meningkatnya biaya logistik; berpotensi menurunkan kepercayaan mitra industri	Supplier/ Pedagang Besar
14	R.S.4	Risiko pencurian garam di lokasi penimbunan atau area tambak	Penyimpanan garam di pinggir jalan tanpa pengawasan	Kehilangan garam siap jual dan kerugian finansial	Supplier/ Pedagang Besar
15	R.E.1	Risiko kendala transportasi	Infrastruktur jalan buruk, hujan dan penurunan kualitas selama transportasi	Pasokan garam terlambat, stok berkurang, dan kualitas	Pengecer

No	Kode Risiko	Deskripsi Risiko	Penyebab	Dampak	Risk Owner
				garam menurun karena lembap	
16	R.E.2	Risiko fluktuasi permintaan garam	Perubahan kebutuhan konsumen akibat faktor musiman, kebiasaan konsumsi, dan tingkat kunjungan pembeli	Pendapatan menurun, kelebihan stok, dan modal usaha berputar lambat	Pengecer
17	R.E.3	Risiko kontaminasi hama	Garam disimpan di area terbuka dan lingkungan pasar kurang higienis	Garam berpotensi tercemar kotoran, air, atau kelembapan, termasuk terpapar hewan seperti ayam atau tikus yang dapat menyebabkan penurunan kualitas dan keamanan produk	Pengecer

Penilaian Risiko Rantai Pasok Garam

Identifikasi Risiko Rantai Pasok

Proses manajemen risiko diawali dengan tahap identifikasi, yaitu mengenali berbagai bentuk bahaya, ancaman, kegagalan, dan kejadian yang tidak diinginkan yang berpotensi mempengaruhi aktivitas rantai pasok garam. Risiko-risiko tersebut dapat berdampak pada penurunan kualitas maupun kuantitas garam, serta menimbulkan kerugian ekonomi dan ketidakstabilan pasokan bagi para pelaku rantai pasok (Elwany *et al.* 2022). Risiko kualitas muncul akibat perubahan kadar air dan kandungan NaCl, kontaminasi lumpur, kotoran, atau bahan asing selama proses produksi dan penyimpanan. Garam dengan kadar air tinggi cenderung mudah mencair, berwarna kusam, dan memiliki nilai jual rendah. Sementara itu, risiko kuantitas terjadi akibat kerusakan yang disebabkan karena hujan, penguapan tidak sempurna, atau kerugian saat transportasi dan penimbangan, yang menyebabkan jumlah garam berkurang sebelum diterima oleh pembeli.

Identifikasi risiko dilakukan melalui observasi lapangan dan wawancara mendalam dengan para pelaku rantai pasok di tiap *tier*, mulai dari petani, pengepul, pedagang besar, hingga pengecer. Proses ini bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai jenis risiko, penyebab, dampak, kemungkinan terjadinya, tingkat keparahan, serta kapasitas pelaku dalam mengelola risiko. Daftar risiko pada rantai pasok garam Madura dapat dilihat pada tabel 5.

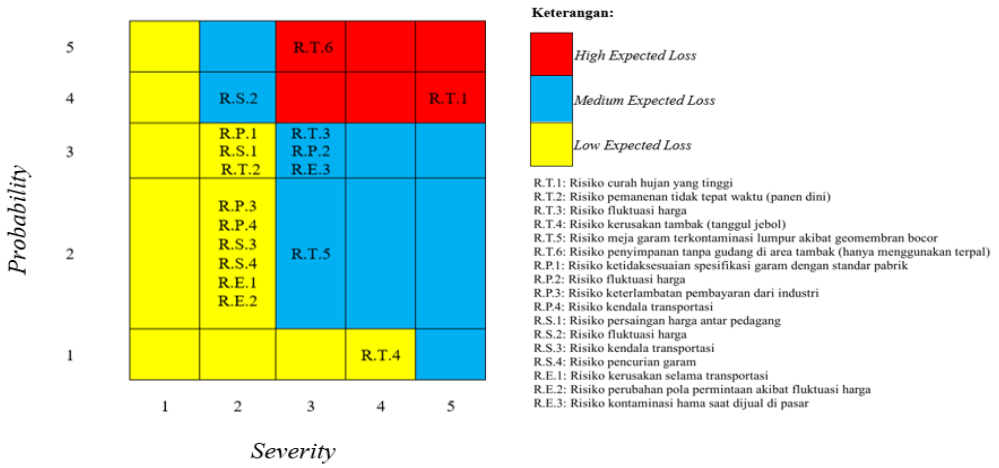
Berdasarkan hasil identifikasi, diperoleh sekitar 17 jenis risiko pada rantai pasok garam Madura. Pada *tier* petani, terdiri dari enam risiko, yaitu risiko pengaruh curah hujan tinggi (R.T.1), pemanenan tidak tepat waktu atau panen dini (R.T.2), fluktuasi harga (R.T.3), kerusakan sarana tambak akibat tanggul jebol (R.T.4), kontaminasi produksi akibat geomembran bocor (R.T.5), dan risiko penyimpanan di area terbuka hanya dengan penutup terpal (R.T.6). Risiko iklim dan cuaca menjadi faktor dominan karena curah hujan yang tinggi dapat melarutkan kembali kristal garam di petak kristalisasi sebelum proses penguapan selesai, sehingga menurunkan volume produksi. Risiko pemanenan tidak tepat waktu terjadi ketika petani memanen lebih awal akibat ancaman hujan atau tekanan ekonomi, sehingga garam yang dihasilkan memiliki kadar air tinggi dan ukuran kristal kecil yang berdampak pada penurunan mutu dan harga jual. Risiko Fluktuasi harga terjadi karena tidak adanya harga patokan yang stabil di tingkat petani serta dominasi pengepul dalam penentuan harga, sehingga posisi tawar petani lemah. Selain itu, risiko kerusakan sarana tambak seperti tanggul jebol dapat mengganggu proses produksi akibat masuknya air laut secara tidak terkendali. Risiko kontaminasi terjadi akibat kebocoran geomembran yang menyebabkan garam bercampur dengan lumpur atau tanah sehingga menurunkan kualitas produk. Sementara itu, risiko penyimpanan hanya menggunakan penutup terpal menyebabkan garam mudah terkena air hujan, embun, maupun kontaminasi dari lingkungan sekitar.

Risiko-risiko yang terjadi pada *tier* petani dapat menurunkan *volume* produksi garam dan menyebabkan kualitas tidak sesuai dengan standar industri. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 3556:2024), garam konsumsi mensyaratkan kadar NaCl ≥94% dan kadar air ≤7%. Namun, temuan di lapangan menunjukkan bahwa praktik produksi garam rakyat masih menghasilkan garam dibawah standar. Temuan ini sejalan dengan penelitian Novianti *et al.* (2024) yang menyebutkan bahwa risiko pada rantai pasok garam meliputi risiko yang bersumber dari kualitas bahan baku, kegagalan saat proses produksi, hingga penyimpanan yang kurang tepat yang dapat memicu turunnya volume produksi garam rakyat serta menurunkan mutu garam.

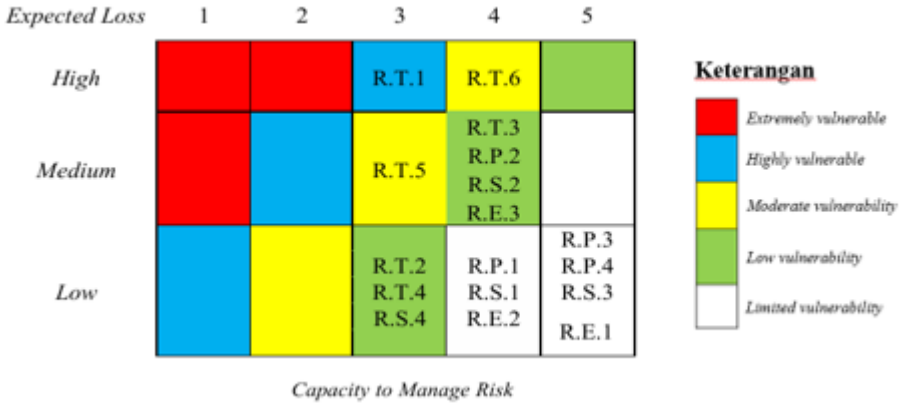
Pada tingkat pengepul, terdapat empat risiko, yaitu ketidaksesuaian spesifikasi garam dengan standar industri, keterlambatan pembayaran dari industri, fluktuasi harga, serta keterlambatan distribusi atau kendala transportasi. Risiko keterlambatan pembayaran terjadi karena sistem transaksi antara industri dan pengepul menggunakan pembayaran tempo setelah garam diterima dan diverifikasi kualitasnya. Selain itu, industri cenderung lebih memilih bertransaksi dengan pengepul dibandingkan langsung dengan petambak karena pengepul mampu menyediakan volume garam yang lebih besar dan stabil. Kondisi ini menempatkan pengepul sebagai perantara utama dalam rantai pasok, namun juga meningkatkan risiko finansial akibat potensi keterlambatan pembayaran dari industri.

Sementara itu, pada tingkat *supplier*/pedagang besar terdapat 4 risiko, yaitu risiko persaingan harga antar pedagang, adanya fluktuasi harga, risiko kerusakan selama pengiriman (risiko transportasi) dan risiko pencurian garam. Risiko pencurian garam mengacu padaa potensi kehilangan kuantitas garam selama proses penyimpanan akibat tindakan pencurian. Kondisi ini terjadi karena garam yang telah dikemas dalam karung disimpan sementara di pinggir jalan atau area terbuka dengan pengawasan yang terbatas untuk menunggu jumlah muatan mencukupi kapasitas armada pengangkutan, yaitu sekitar 30–50 ton. Akibatnya, persediaan garam menjadi rentan terhadap pencurian, yang dapat mengurangi jumlah stok serta menimbulkan kerugian finansial bagi pedagang besar.

Di sisi lain, ditingkat pengecer garam krosok, terdapat 3 risiko yaitu risiko kontaminasi bahan baku, risiko perubahan pola permintaan dan risiko selama transportasi. Risiko transportasi dipengaruhi oleh kondisi infrastruktur jalan yang kurang baik, faktor cuaca seperti hujan, serta keterbatasan armada angkut yang dapat menyebabkan keterlambatan pasokan. Perubahan permintaan terjadi akibat faktor musiman dan fluktuasi jumlah pembeli di pasar. Sementara itu, kontaminasi garam disebabkan oleh penyimpanan di area pasar yang terbuka dan kurang higienis sehingga garam berpotensi tercemar debu, air, atau hewan di sekitar lingkungan pasar. Dengan demikian, hasil identifikasi ini menunjukkan bahwa risiko dalam rantai pasok garam Madura bersumber dari faktor cuaca, kualitas bahan baku, dan infrastruktur logistik yang belum memadai. Hasil ini selanjutnya digunakan untuk tahap analisis menggunakan metode RapAgRisk untuk mengukur tingkat kerentanan dan efektivitas mitigasi risiko di setiap *tier* rantai pasok.



Gambar 3 Peta risiko pada rantai pasok garam madura



Gambar 4 Matrik kerentanan risiko rantai pasok garam madura

Analisis Risiko dan Tingkat Kerentanan

Tahap analisis risiko merupakan langkah kedua dalam penerapan manajemen risiko, yang bertujuan untuk menentukan tingkat keparahan (*severity*), kemungkinan terjadinya (*probability*), serta kemampuan pengelolaan (*capacity to manage risk*) pada setiap tingkatan pelaku rantai pasok (Guritno dan Khuriyati, 2018). Analisis ini diawali dengan melakukan pemetaan nilai kemungkinan dan dampak risiko yang telah diidentifikasi pada tahap sebelumnya, untuk kemudian disusun dalam peta risiko (*risk map*) untuk melihat sebaran tingkat kerugian pada setiap *tier* rantai pasok garam. Peta risiko pada rantai pasok garam Madura ditunjukkan pada Gambar 3.

Berdasarkan gambar 4 hasil analisis menunjukkan bahwa pada *tier* petani, risiko dengan nilai kerugian tertinggi adalah pengaruh curah hujan tinggi (R.T.1) yang termasuk kategori *high expected loss* dan *highly vulnerable* karena kemampuan mitigasi petani masih rendah, saat hujan langkah mitigasi yang dilakukan oleh petani garam adalah menutup seluruh aliran air di lokasi tambak, terutama aliran yang berasal dari laut, untuk mencegah tercampurnya air hujan dengan air tua yang sedang diproses menjadi garam. Tetapi, upaya ini hanya efektif ketika curah hujan berlangsung dalam durasi singkat, namun tidak mampu mengatasi genangan air dalam periode hujan yang panjang. Hujan yang datang di luar musim menyebabkan kristalisasi gagal terbentuk dan produksi garam menurun tajam. Risiko penyimpanan terbuka (R.T.6) juga termasuk dalam kategori *high expected loss* dengan tingkat kerentanan *moderate vulnerability,* kondisi penyimpanan yang tidak memadai menyebabkan garam mudah terpapar hujan dan kelembapan udara tinggi, sehingga kadar air meningkat dan kualitas produk menurun. Sedangkan fluktuasi harga (R.T.3), kerusakan tambak akibat tanggul jebol (R.T.4) serta risiko pemanenan tidak tepat waktu atau panen dini (R.T.2) menunjukkan tingkat kerentanan rendah (*low vulnerability*) karena masih dapat dikelola melalui perbaikan tanggul dan pengeringan ulang. Sementara itu, Risiko garam terkontaminasi lumpur akibat geomembran bocor (R.T.5) menunjukkan tingkat kerentanan moderat (*limited vulnerability*) karena berdampak langsung pada penurunan kualitas garam serta tingginya bahan pengotor pada garam yang dihasilkan oleh petani. Dengan demikian, tingkat kerentanan petani secara umum didominasi oleh pengaruh curah hujan yang tinggi dan tidak tersedianya gudang penyimpanan pada *tier* petani.

Pada *tier* pengepul, risiko yang tinggi adalah fluktuasi harga (R.P.2) yang tergolong *medium expected loss* dengan tingkat kerentanan rendah. Hal ini terjadi karena harga garam cenderung tidak pasti dan terus berubah hampir setiap minggu. Ketidakpastian merupakan sumber utama kesulitan manajemen rantai pasok. Ketidakpastian ini bisa berasal dari arah permintaan, dari arah pemasok ataupun dari arah internal usaha (Kristanti, 2017). Fluktuasi harga menekan margin keuntungan karena belum adanya harga dasar nasional. Sementara itu, risiko ketidaksesuaian mutu garam dengan spesifikasi pabrik (R.P.1), risiko keterlambatan pembayaran industri (R.P.3) dan kendala transportasi (R.P.4) tergolong *low expected loss* dengan tingkat kerentanan terbatas. Secara keseluruhan, pengepul memiliki kerentanan rendah, dengan kapasitas manajemen risiko lebih baik dibanding petani.

Sementara itu, pada *tier supplier*/pedagang besar, risiko dominan meliputi fluktuasi harga (R.S.2) yang termasuk kategori *medium expected*

loss dengan tingkat kerentanan rendah. Sedangkan, risiko persaingan harga antar pedagang (R.S.1) dan risiko kendala transportasi (R.S.3) termasuk kategori *low expected loss* dengan tingkat kerentanan terbatas, menandakan bahwa kedua risiko tersebut relatif dapat dikendalikan. Pada risiko R.S.1, pedagang besar menjaga pasokan dengan cara meningkatkan harga beli pada petani agar tidak beralih ke pesaing, sedangkan pada R.S.3, pengiriman ditunda hingga kapasitas armada angkut terpenuhi untuk menjaga efisiensi biaya distribusi. Dengan demikian, secara umum, tingkat risiko di tingkat pedagang besar lebih terkendali dibanding hulu, namun tetap dipengaruhi oleh faktor harga pasar nasional dan kualitas bahan baku dari petani. Hal ini sejalan dengan penelitian Kristanti *et al.* (2017) yang menyebutkan bahwa tata niaga produk pertanian melibatkan banyak pelaku rantai pasok dengan permasalahan utama berupa ketidakstabilan harga, lemahnya pengawasan pasar, serta belum adanya jaminan harga yang konsisten di tingkat nasional. Selanjutnya, risiko pencurian garam (R.S.4) termasuk kategori *low expected loss* dengan tingkat kerentanan rendah. Risiko ini terjadi karena garam seringkali disimpan di pinggir jalan 2-5 hari untuk menunggu angkutan penuh, untuk dikirim ke pabrik tanpa adanya pengawasan, sehingga rentan dicuri.

Pada *tier* pengecer, risiko transportasi (R.E.1) dan risiko perubahan pola permintaan akibat fluktuasi harga (R.E.2) termasuk kategori *low expected loss* dengan tingkat kerentanan terbatas. kedua risiko ini memiliki kemungkinan dan dampak yang relatif rendah terhadap kelangsungan aktivitas pengecer, karena pada umumnya mereka memiliki fleksibilitas dalam menyesuaikan harga jual dan waktu pengiriman barang ke pasar. Selain itu, jaringan distribusi yang lebih pendek serta akses transportasi yang lebih mudah di tingkat pengecer membuat potensi kerugian dapat diminimalkan. Hal ini sejalan dengan penelitian Huang *et al.* (2025), yang menjelaskan bahwa efisiensi transportasi dapat mengurangi biaya dan meningkatkan kinerja rantai pasok, serta optimalisasi ini penting untuk menjaga efisiensi biaya dan mengurangi risiko gangguan. Sementara itu, risiko kontaminasi kotoran hewan seperti ayam dan tikus saat di jual di pasar tradisional (R.E.3) tergolong dalam kategori *medium expected loss* dengan tingkat kerentanan rendah. Dengan demikian, secara keseluruhan, risiko di tingkat pengecer tergolong rendah dan masih dapat dikelola melalui peningkatan tata kelola produk serta praktik penyimpanan yang baik.

Tabel 6 Perbandingan kualitas garam berdasarkan visual

Kualitas	Warna	Ukuran	Gambar
K1	Putih bersih cenderung bening	Garam ≥ 0,5 mm	
KII	Putih bersih namun sedikit kusam	3 mm ≤ Garam ≤ 4 mm	
KIII	Putih kusam bercampur kotoran tanah	Garam < 3 mm	

Tabel 7 Hasil analisis mutu Garam Madura pada Berbagai Kondisi Produksi

Kode Sampel	Kadar air (%)	Kadar NaCl (%)	Keterangan sampel
Kontrol	4.40 ± 0.15	92.51 ± 2.34	Sampel garam yang dipanen tepat waktu
R.T.2	5.21 ± 0.29	92.38 ± 0.88	Sampel garam yang dipanen tidak tepat waktu (panen dini)
R.T.5	8.70 ± 0.38	87.29 ± 1.75	Sampel garam terkontaminasi akibat geomembran bocor



Gambar 5 Karakteristik garam pada berbagai kondisi produksi, meliputi garam yang dipanen tepat waktu (K1), garam hasil panen dini (R.T.2), dan garam yang terkontaminasi akibat geomembran bocor (R.T.5).

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa rantai pasok garam Madura masih paling rentan di tingkat petani, terutama terhadap risiko iklim, penyimpanan dan kualitas produksi, sedangkan tingkat risiko menurun di tingkat pengepul, pedagang besar hingga pengecer seiring meningkatnya kapasitas manajemen. Temuan ini sejalan dengan penelitian Etongo *et al.* (2022) yang menyebutkan bahwa risiko paling kritis pada komoditas pertanian bersumber dari faktor cuaca yang pada akhirnya mempengaruhi hasil panen dan kualitas produk pertanian. Elwany *et al.* (2022), juga menyebutkan bahwa risiko hujan mempunyai dampak terbesar dalam rantai pasok garam, sedangkan risiko fluktuasi harga jual garam merupakan risiko dengan probabilitas tertinggi.

Analisis Kualitas Garam

Analisis kualitas produk garam Madura dilakukan untuk menilai dampak risiko terhadap penurunan kualitas garam serta menilai kesesuaian mutu garam rakyat terhadap Standar Nasional Indonesia (SNI 3556:2024), yang mensyaratkan kadar air maksimum 7% dan kadar natrium klorida (NaCl) antara 94–99,7%. Parameter utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kadar air (%) dan kadar NaCl (%), karena kedua faktor ini menunjukkan stabilitas, kemurnian, dan nilai jual garam di pasaran (Heriyadi *et al.* 2025). Kualitas garam dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok berdasarkan visualnya yaitu garam kualitas 1 (KI), kualitas 2 (KII), kualitas 3 (KIII). Perbedaan kualitas garam berdampak pada perbedaan harga jual dan saluran pemasaran yang digunakan oleh petambak garam (Nugroho *et al.* 2020).

Berikut disajikan perbedaan spesifikasi garam berdasarkan karakteristik visualnya yang ditampilkan pada Tabel 6.

Hasil pengujian kadar air pada kondisi penyimpanan tiap pelaku rantai pasok menunjukkan adanya variasi. Kadar air tertinggi ditemukan pada tingkat petani dengan rata-rata 7,50%, sedangkan kadar air pada pengepul dan pedagang besar masing-masing sebesar 6,07% dan 6,27%. Nilai kadar air petani melebihi batas maksimum SNI (7%), menandakan kondisi penyimpanan yang belum optimal. Hal ini karena garam pada *tier* petani umumnya disimpan tanpa menggunakan alas dan diletakkan di area terbuka atau pinggir jalan, sehingga mudah menyerap kelembaban udara. Menurut Vazquez dan Lux, (2023), garam dengan kadar air yang tinggi berisiko mengalami penurunan mutu akibat proses rekristalisasi dan penggumpalan selama penyimpanan.

Hasil uji laboratorium pada tabel 7 menunjukkan bahwa kadar air pada garam kontrol (KI) sebesar 4.40%, sedangkan pada kondisi risiko pemanenan tidak tepat waktu (R.T.2) memiliki kadar air 5.21%, dan risiko kontaminasi lumpur akibat geomembran bocor (R.T.5) mencapai 8,70%. Nilai kadar air pada R.T.5 melebihi ambang batas SNI, menandakan penurunan kualitas akibat kegagalan teknis selama proses kristalisasi. Kondisi ini berbanding lurus dengan hasil kadar NaCl (%), garam kontrol memiliki

kadar 92.51%, sedangkan garam dengan risiko R.T.2 dan R.T.5 masing-masing memiliki kadar 92.38% dan 87.29%. Seluruh sampel tersebut masih berada di bawah ambang batas SNI (94%).

Sejalan dengan penelitian Supartono dan Widiastuti (2023), mutu garam rakyat yang dihasilkan umumnya memiliki kadar NaCl sebesar 88,5–92,5% dan kadar air 7–11%, dengan bentuk kristal kecil dan warna putih buram. Nilai ini menunjukkan bahwa kualitas garam rakyat masih berada di bawah standar SNI ≥94% NaCl dan ≤7% kadar air. Menurut Akbar *et al.* (2023), kualitas garam ditentukan oleh kandungan NaCl dalam garam, sedangkan kandungan NaCl dalam garam yang bervariasi tergantung konsentrasi air laut yang diolah menjadi garam dan lokasi pengumpulan air laut tersebut. Selain itu, kondisi tempat kristalisasi juga berpengaruh terhadap kualitas garam yang dihasilkan. Penurunan kadar NaCl juga berkaitan dengan tingginya kadar air dan kontaminasi tanah yang meningkatkan proporsi pengotor seperti magnesium dan kalsium.

Kadar air yang tinggi serta kadar NaCl yang rendah berdampak pada penurunan mutu komersial dan daya simpan garam rakyat. Garam dengan kadar air di atas 7% cenderung menggumpal dan berwarna kecoklatan, sehingga menurunkan nilai jual hingga 15–20% di tingkat pasar. Selain itu, kadar NaCl di bawah standar menyebabkan garam tidak memenuhi kriteria sebagai bahan baku industri pangan maupun farmasi. Kondisi ini menegaskan pentingnya penerapan manajemen kualitas pada setiap tingkatan rantai pasok untuk menjaga konsistensi mutu garam. Penerapan manajemen kualitas untuk setiap tingkatan dalam rantai pasok dapat mengurangi risiko kerusakan pada produk (Kristanti *et al.* 2016).

Usulan Mitigasi Risiko

Berdasarkan hasil analisis risiko, setiap pelaku dalam rantai pasok garam Madura memiliki tingkat kerentanan (*vulnerability*) yang berbeda, tergantung pada fungsi dan kapasitas mereka dalam mengelola risiko. Berdasarkan hasil analisis pada matrik kerentanan risiko, petani garam cenderung menghadapi risiko sangat rentan yang berkaitan dengan faktor iklim dan cuaca ekstrem, sedangkan pengepul dan pedagang besar menghadapi risiko seperti fluktuasi harga dan pencurian garam. Di sisi hilir, pengecer memiliki tingkat risiko terbatas yang berkaitan dengan penurunan kualitas akibat kontaminasi di pasar tradisional dan perubahan pola permintaan konsumen.

Usulan mitigasi risiko disusun berdasarkan kombinasi hasil studi literatur, pendapat *expert* dan wawancara dengan pelaku utama di lapangan. Pendekatan ini bertujuan agar strategi mitigasi yang diusulkan tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga realistis diterapkan oleh pemilik risiko (*risk owner*). Risiko yang tergolong terbatas umumnya masih dapat ditangani secara mandiri oleh pelaku, sehingga tidak memerlukan intervensi besar. Namun, untuk risiko dengan kategori tinggi dan sedang, diperlukan upaya peningkatan kapasitas adaptasi, baik melalui pelatihan teknis, penggunaan teknologi pendukung, maupun penguatan koordinasi antar-*tier* untuk mengurangi potensi kerugian. Adapun mitigasi risiko untuk setiap risiko dalam rantai pasok garam ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8 Mitigasi risiko untuk setiap risiko dalam rantai pasok garam

Tier	Kode Risiko	Risiko	Level Risiko	Mitigasi Risiko
Petani	R.T.1	Risiko pengaruh curah hujan tinggi	*Highly vulnerable*	- Petani menutup semua aliran air di lokasi tambak, terutama aliran air yang berasal dari laut dan membuka saluran pembuangan air untuk mengeluarkan air yang bercampur dengan air hujan. (*) - Penyediaan tandon untuk menampung air tua agar tidak bercampur dengan air hujan.(**) - Peningkatan kapasitas waduk penampungan air petani agar dapat membantu mengelola kelebihan air

Tier	Kode Risiko	Risiko	Level Risiko	Mitigasi Risiko
				dan menyediakan penyangga terhadap curah hujan tinggi. (***)
Petani	R.T.2	Risiko pemanenan tidak tepat waktu (panen dini)	*Low vulnerability*	- Penyediaan alat pengukur kadar air *portable*, seperti *moisture meter.* (**)
Petani	R.T.3	Risiko fluktuasi harga	*Low vulnerability*	- Optimalisasi peran kelompok tani garam melalui pemasaran kolektif, penyebaran informasi harga pasar secara rutin, dan peningkatan kapasitas manajemen produksi petani. (***) - Pemerintah perlu memberikan pelatihan literasi digital dan pemasaran *online* agar petani dapat terhubung dengan sistem perdagangan garam berbasis *e commerce.* (***)
Petani	R.T.4	Risiko kerusakan tambak (tanggul jebol)	*Low vulnerability*	- Memperbaiki tanggul menggunakan eskavator dan pekerja borongan jika kerusakan parah, atau memperkuat tanggul menggunakan anyaman bambu untuk mencegah lumpur masuk ke area meja garam jika kerusakan hanya sebagian. (*) - Peningkatan infrastruktur tambak dengan material tahan erosi dan sistem *drainase* ganda. (***)
Petani	R.T.5	Risiko kontaminasi (geomemban bocor atau tidak rapat)	*Moderate vulnerability*	- Menambal bagian geomembran yang robek dengan lem fox. (*) - Inspeksi meja kristalisasi sebelum pengaliran air tua/air garam (**) - Pemeriksaan rutin kualitas geomembran, dan pelapisan ulang berkala setiap 3 musim produksi. (***)
Petani	R.T.6	Risiko penyimpanan di tempat terbuka	*Moderate vulnerability*	- Optimalisasi penerapan sistem resi gudang melalui koperasi dan pemangku kepentingan terkait, untuk meningkatkan fungsi gudang garam nasional dalam penyimpanan, stabilisasi harga, dan akses pembiayaan petani. (**) - Penggunaan palet sebagai alas penyimpanan garam (**)
Pengepul	R.P.2	Risiko fluktuasi harga garam	*Low vulnerability*	- Menunda penjualan garam dan melakukan penyimpanan di gudang sementara sampai harga kembali stabil. (*)

Tier	Kode Risiko	Risiko	Level Risiko	Mitigasi Risiko
				- Diversifikasi pelanggan untuk mengurangi ketergantungan pada satu pembeli. (***)
Supplier/ Pedagang Besar	R.S.2	Risiko fluktuasi harga garam	*Low vulnerability*	- Membuat kontrak kesepakatan harga antarwilayah untuk menstabilkan harga jual. (***)
Supplier/ Pedagang Besar	R.S.4	Risiko pencurian garam	*Low vulnerability*	- Penyediaan gudang khusus untuk menyimpan garam. (**)
Pengecer	R.E.3	Risiko kontaminasi hama	*Low vulnerability*	- Menyimpan garam dalam wadah tertutup saat penjualan di pasar tradisional. (***)

Berdasarkan Tabel 8, pada *tier* petani, mitigasi diarahkan pada penyediaan tandon untuk menampung air tua agar tidak bercampur dengan air hujan, peningkatan kapasitas waduk penampungan air agar dapat membantu mengelola kelebihan air dan menyediakan penyangga terhadap curah hujan tinggi, serta pembentukan kelembagaan penyimpanan bersama seperti model koperasi atau sewa gudang. Sementara itu, pada *tier* pengepul dan pedagang besar disarankan melakukan diversifikasi pasar dan kontrak harga antarwilayah untuk mengantisipasi fluktuasi harga, serta penyediaan gudang khusus untuk menyimpan garam agar terhindar dari kasus pencurian garam. Pada *tier* pengecer, mitigasi difokuskan pada peningkatan sanitasi dan perlindungan produk, seperti penyimpanan garam dalam wadah tertutup dan pengemasan berlapis. Upaya mitigasi ini diharapkan mampu meningkatkan ketahanan, efisiensi, dan keberlanjutan rantai pasok garam Madura, sekaligus memperkuat posisi ekonomi pelaku usaha garam lokal di tengah ketidakpastian lingkungan dan pasar.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa rantai pasok garam Madura memiliki empat *tier* utama yaitu petani, pengepul, pedagang besar dan pengecer serta konsumen akhir dengan tingkat risiko yang berbeda. Hasil analisis RapAgRisk mengungkap bahwa *tier* petani merupakan titik paling rentan, dengan risiko tinggi akibat faktor cuaca dan keterbatasan sarana penyimpanan. Sementara itu, hasil uji mutu menunjukkan bahwa kadar air dan NaCl garam rakyat Madura masih belum memenuhi standar SNI.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada LPDP Kementerian Keuangan Republik Indonesia atas dukungan pendanaan pendidikan, serta kepada para petani, pengepul, pedagang dan pengecer garam di Kabupaten Sampang dan Sumenep yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Akbar, K., M. Zamhari, and E. Dewi. 2023. Pemurnian Garam Rakyat Menjadi NaCl Standar Industri Purification of Folk Salt Into Industrial Standard NaCl. Jurnal Teknika Sains 08:2023.

Aleksic, B., I. Djekic, J. Miocinovic, Z. Miloradovic, N. Memisi, and N. Smigic. 2022. The application of Failure Mode Effects Analysis in the long supply chain – A case study of ultra filtrated milk cheese. Food Control 138(October 2021):109057. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109057

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

Elwany, T. F., S. Widodo, and E. Fauziyah. 2022. Analisis Risiko Usahatani Garam Rakyat di Kecamatan Kalianget, Kabupaten

Sumenep. Agriscience 2(3):701–715. https://doi.org/10.21107/agriscience.v2i3.13745

Etongo, D., A. Bandara, A. Murugaiyan, U. Bristol, K. Nancy, B. Petrousse, and S. Sinon. 2022. Risk perceptions, vulnerability and adaptation to climate change at farm level across four agricultural zones in Seychelles. World Development Sustainability 1(March). https://doi.org/10.1016/j.wds.2022.100025

Guritno, A. D., and N. Khuriyati. 2018. An Application of RapAgRisk (Rapid Agricultural Supply Chain Risk Assessment) Method on Fresh Vegetables for Identifying and Reducing Damage during Delivery to Consumers. KnE Life Sciences 4(2):1. https://doi.org/10.18502/kls.v4i2.1651

Huang, K., W. T. Chen, Y. C. Wu, and J. R. Chen. 2025. A stochastic programming approach to the location of distribution centers for multinational enterprises under demand uncertainty. Supply Chain Analytics 11(December 2024). https://doi.org/10.1016/j.sca.2025.100147

Jaffee, S., P. Siegel, and C. Andrews. 2010. Rapid agricultural supply chain risk assessment. World Bank(Commodity Risk Management Group):50.

Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP). 2025. *Kelautan dan Perikanan Dalam Angka 2024 (Marine and Fisheries in Number 2024)*. Indonesia.

Kristanti, N. E. 2017. Sistem Perencanaan Rantai Pasok Terpadu untuk Penyusunan Strategi Pasokan Kedelai (Glycine Max (L.) Merr.) di Indonesia. Universitas Gadjah Mada.

Kristanti, N. E., and I. S. Almuntaha. 2017. Penentuan Saluran Pemasaran terhadap Tingkat Harga pada Rantai Pasok Kedelai (Glycine max L . Merr) di Kabupaten Grobogan Provinsi Jawa Tengah. 37(4):443–452.

Kristanti, N. E., A. D. Guritno, and W. Supartono. 2016. Analysis of Supply Chain Management Soybean (Glycine max L . Merr) Based on Quality and Structure Logistics Cost. 3(November 2015):125–128.

Maflahah, I., B. Wirjodirdjo, and P. D. Karningsih. 2023. A mathematical model of demand with unpredictable salt supply: a case study in Madura. Agrointek : Jurnal Teknologi Industri Pertanian 17(1):240–245. https://doi.org/10.21107/agrointek.v17i1.16871

Maulida Afiyah Heriyadi, R. Bahtiar, and F. Dewi Raswatie. 2025. Analisis Pemasaran Usaha Garam Rakyat Teknologi Tradisional, Geomembran, dan Tunnel (Studi Kasus: Kecamatan Pangenan, Kabupaten Cirebon). Indonesian Journal of Agricultural Resource and Environmental Economics 4(1):40–48. https://doi.org/10.29244/ijaree.v4i1.58846

Molinos-Senante, M., A. Chamorro, M. Contreras, and T. Echaveguren. 2023. Natural hazard risk management in the Chilean drinking water industry: Diagnosis and recommendations. Utilities Policy 82(March):101553. https://doi.org/10.1016/j.jup.2023.101553

Novianti, T., I. D. Utami, and F. Agustina. 2024. Risk assessment on low levels of nacl salt using fault tree analysis in small and medium-sized industries Madura salt. E3S Web of Conferences 499:1–8. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202449901024

Nugroho, P., A. Susandini, and D. Islam. 2020. Media Trend. Media Trend 15(2):217–226.

Trisno Yudhonegoro, K. 2020. The Madura Island Salt Value Chain. Australasian Agribusiness Perspectives 23:35–54.

Vazquez, P., and J. Lux. 2023. Salt Crystallization on Crazannes Limestone in a Long-Term Storage Environment. Minerals 13(10). https://doi.org/10.3390/min13101282