

Risk Analysis of Crop Failure Due to Climate Change in the Rice Supply Chain in Sidoarjo Regency

[Analisis Risiko Kegagalan Panen Akibat Perubahan Iklim Pada Rantai Pasok Padi Di Kabupaten Sidoarjo]

Muhammad Wahyu Setya Kurniawan¹⁾, Hana Catur Wahyuni^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: hanacatur@umsida.ac.id

Abstract. *The rice supply chain in Sidoarjo Regency faces an increased risk of crop failure due to climate change and weather uncertainty. This study aims to identify, map, and prioritize the risk of crop failure at each stage of the rice supply chain using the Supply Chain Operations Reference (SCOR) model and the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method. The identification results showed that there were 24 risks spread across the plan, source, make, deliver, and return stages. The results of the FMEA analysis showed that the highest risk was inaccuracy of climate and weather information at the planning stage as well as Plant Pesting Organism (OPT) attacks at the production stage. Based on the results of the analysis, proposed improvements include strengthening the climate data system, increasing farmer capacity, implementing Integrated Pest Control, and coordinating supply chains.*

Keywords - *Climate change; Crop failure; the supply chain; SCOR; FMEA; Fishbone Diagram.*

Abstrak. *Rantai pasok padi di Kabupaten Sidoarjo menghadapi risiko kegagalan panen yang meningkat akibat perubahan iklim dan ketidakpastian cuaca. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, memetakan, dan memprioritaskan risiko kegagalan panen pada setiap tahapan rantai pasok padi menggunakan model Supply Chain Operations Reference (SCOR) dan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Hasil identifikasi menunjukkan terdapat 24 risiko yang tersebar pada tahap plan, source, make, deliver, dan return. Hasil analisis FMEA menunjukkan risiko tertinggi adalah ketidakakuratan informasi iklim dan cuaca pada tahap perencanaan serta serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) pada tahap produksi. Berdasarkan hasil analisis, usulan perbaikan mencakup penguatan sistem data iklim, peningkatan kapasitas petani, penerapan Pengendalian Hama Terpadu, dan koordinasi rantai pasok.*

Kata Kunci - *Perubahan iklim; Kegagalan panen; Rantai Pasok Padi; SCOR; FMEA; Fishbone Diagram*

I. PENDAHULUAN

Padi merupakan komoditas strategis yang berperan penting dalam menjaga ketahanan pangan nasional, mengingat sebagian besar masyarakat Indonesia menjadikan beras sebagai makanan pokok utama. Peran strategis tersebut juga tercermin di tingkat daerah, termasuk Kabupaten Sidoarjo. Berdasarkan data BPS Kabupaten Sidoarjo, pada tahun 2024 luas panen padi mencapai sekitar 32,1 ribu hektare dengan total produksi sebesar 208,987 ribu ton gabah kering giling, yang menunjukkan bahwa padi masih menjadi komoditas utama dalam mendukung ketersediaan pangan di daerah [1]. Dinas Pangan dan Pertanian Kabupaten Sidoarjo memiliki peran penting dalam pengelolaan sektor pangan dan pertanian daerah. Namun, perubahan iklim yang ditandai dengan cuaca ekstrem dapat mengancam produksi padi melalui peningkatan risiko gagal panen dan serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT), sehingga menimbulkan ketidakpastian pada rantai pasok pangan [2].

Perubahan iklim yang ditandai dengan pergantian curah hujan, kenaikan suhu, kejadian banjir dan kekeringan, serta meningkatnya serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) telah menimbulkan ketidakpastian dalam kegiatan usahatani padi, khususnya di Kabupaten Sidoarjo [3][4]. Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan penurunan produktivitas hingga kegagalan panen yang berdampak langsung pada stabilitas pasokan beras daerah. Sebaliknya, rantai pasok padi yang melibatkan berbagai pihak, mulai dari perencanaan produksi, penyediaan kebutuhan produksi, proses budidaya, hingga distribusi hasil panen, masih menghadapi berbagai risiko yang belum teridentifikasi secara sistematis [5][6]. Permasalahan utama yang dihadapi oleh Dinas Pangan dan Pertanian Kabupaten Sidoarjo adalah belum adanya pemetaan risiko kegagalan panen padi akibat perubahan iklim yang terstruktur dan terintegrasi pada setiap tahapan rantai pasok. Akibatnya, upaya pengendali dan adaptasi perubahan iklim yang dilakukan belum didasarkan pada tingkat prioritas risiko yang paling utama dan kritis. Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan kegagalan dalam pengambilan keputusan serta pembagian sumber daya untuk pengendalian

risiko. Oleh karena itu, diperlukan suatu metodologi yang mampu mengidentifikasi, menganalisis, dan memprioritaskan risiko kegagalan panen padi akibat perubahan iklim dalam sistem rantai pasok secara menyeluruh sebagai dasar perumusan strategi mitigasi yang tepat dan berkelanjutan.

Menurut Agusti et al., penerapan model *Supply Chain Operations Reference* (SCOR) yang dikombinasikan dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) menjelaskan bahwa pemetaan rantai pasok secara terstruktur melalui tahapan *plan, source, make, deliver, dan return* mampu mengidentifikasi serta memprioritaskan risiko yang berpotensi mengganggu kinerja rantai pasok pada sektor agribisnis [7]. Selanjutnya, menurut Ananda, integrasi metode SCOR dan FMEA menjelaskan bahwa pendekatan tersebut efektif dalam menganalisis risiko operasional pada setiap tahapan rantai pasok dan merumuskan strategi mitigasi yang tepat untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem distribusi [8]. Selain itu, studi oleh Daisy dalam konteks *startups* menunjukkan bahwa penerapan model SCOR yang dipadukan dengan FMEA efektif dalam mengidentifikasi dan memprioritaskan risiko sekaligus merancang strategi ketahanan rantai pasok dalam lingkungan yang dinamis dan penuh ketidakpastian [9]. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu tersebut masih berfokus pada risiko operasional dan belum secara spesifik mengkaji risiko akibat perubahan iklim dalam rantai pasok padi, khususnya pada konteks wilayah lokal seperti Kabupaten Sidoarjo, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengisi celah tersebut. Penelitian ini menggunakan model *Supply Chain Operations Reference* (SCOR) untuk memetakan proses rantai pasok padi secara terstruktur melalui lima elemen utama, yaitu *plan, source, make, deliver, dan return* [10]. Selanjutnya, metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) diterapkan untuk menganalisis potensi kegagalan pada setiap tahapan rantai pasok berdasarkan tingkat keparahan (*severity*), frekuensi kejadian (*occurrence*), dan kemampuan deteksi (*detection*), yang kemudian dihitung dalam nilai *Risk Priority Number* (RPN) [11].

Pemetaan risiko yang terstruktur diharapkan mampu mendukung ketersediaan pangan yang berkelanjutan melalui pengurangan potensi gagal panen dan gangguan distribusi beras di tingkat daerah. Sejalan dengan SDG's 2 (*Zero Hunger*), khususnya dalam upaya menjamin ketahanan pangan, meningkatkan produktivitas pertanian, serta menjaga stabilitas pasokan pangan pokok bagi masyarakat. Disamping itu, penelitian ini juga mendukung SDG's 13 (*Climate Action*) dengan menyediakan dasar analitis dalam meningkatkan kapasitas adaptasi dan mitigasi terhadap dampak perubahan iklim melalui identifikasi serta prioritasasi risiko pada setiap tahapan rantai pasok padi. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan dapat menjadi acuan bagi pemangku kepentingan dalam perumusan kebijakan dan strategi pengelolaan risiko perubahan iklim yang lebih efektif, adaptif, dan berkelanjutan di sektor pertanian daerah [12][13].

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini bertujuan untuk: 1) Mengidentifikasi dan menggambarkan kondisi rantai pasok padi di Kabupaten Sidoarjo dalam menghadapi tantangan perubahan iklim. 2) Memetakan risiko kegagalan panen akibat perubahan iklim pada setiap tahapan rantai pasok padi berdasarkan model SCOR. 3) Menganalisis tingkat prioritas risiko kegagalan panen menggunakan metode FMEA sehingga dapat diketahui risiko mana yang paling kritis. 4) Memberikan rekomendasi strategi mitigasi risiko yang tepat berdasarkan hasil integrasi model SCOR dan metode FMEA.

II. METODE

Penelitian ini dilakukan selama enam bulan di Dinas Pangan dan Pertanian Sidoarjo, dari bulan Juni hingga November Tahun 2025. Pengambilan data melalui primer dan sekunder, dimana data primer dilaksanakan melalui pengamatan langsung di kecamatan tarik pada pertanian padi guna memperoleh informasi terkait faktor-faktor pemicu risiko gagal panen sebab pergantian iklim, misalnya kemarau, musim hujan yang tidak teratur, serta serangan organisme pengganggu tanaman yang semakin bertambah, dan melakukan penyebaran kuesioner serta wawancara dengan staf dinas pertanian dan penyuluh pertanian lapangan untuk mendapatkan informasi mengenai hambatan operasional. Selanjutnya, data sekunder didapatkan dari laporan resmi instansi, mencakup data luas tanam padi, data hasil panen padi, catatan kondisi cuaca, data serangan hama padi, serta data hasil panen padi berdasarkan musim tanam. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memetakan risiko kegagalan panen akibat pergantian iklim pada rantai pasok padi di Kabupaten Sidoarjo menggunakan model *Supply Chain Operations Reference* (SCOR) dan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dengan pendekatan *fishbone* diagram.

A. Model *Supply Chain Operations Reference* (SCOR)

SCOR merupakan model konseptual yang dikembangkan oleh sebuah organisasi non-profit independent atau bisa disebut SCC (*Supply Chain Council*) sebagai standar antar industri dengan tujuan utama dari standarisasi yaitu untuk memudahkan dalam memahami rantai pasok untuk mendapatkan manajemen rantai pasok yang efektif dan efisien dalam menopang strategi instansi [14]. Pada metode SCOR memiliki beberapa tingkatan hierarki, level 1 lebih fokus pada aktivitas utama, terdiri dari 5 proses utama diantaranya yaitu perencanaan (*plan*), pengadaan (*source*), produksi (*make*), distribusi (*delivery*), dan pengembalian (*return*) [15]. Berikut merupakan proses utama dalam metode SCOR [16]:

1. Perencanaan (*Plan*)
Rancangan yang meliputi analisa data komoditas atau peramalan tren pasar demi meningkatkann akurasi.
2. Pengadaan (*Source*)
Penyediaan bahan baku yang mencakup data pemasok untuk menjamin kesinambungan *supply* dan mutu bahan masukan dalam proses produksi.
3. Produksi (*Make*)
Prosedur pengolahan bahan mentah menjadi barang jadi (produksi) yang menjamin pergantian masukan secara optimal.
4. Distribusi (*Deliver*)
Pemenuhan standar kecocokan barang, sehingga mutu sesuai dengan keperluan pengguna akhir maupun spesifikasi teknis.
5. Pengembalian (*Return*)
Mencakup pengembalian barang (*return*) sebagai cara penanganan barang rusak, ketidaksesuaian kualitas, atau proses penarikan dalam rantai pasok.

B. Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan metode yang digunakan sebagai analisis untuk mengukur suatu risiko dan memprioritaskan risiko tertinggi untuk dilakukan perbaikan [17]. Menurut penelitian [18] FMEA menggunakan RPN (*Severity, Occurrence, and Detection*) untuk menilai risiko, memprioritaskan risiko dengan RPN tertinggi sebagai acuan perbaikan risiko tertinggi. Nilai RPN diperoleh dari hasil perkalian nilai *severity, occurrence, and detection* dari setiap penyebab masalah. Berikut merupakan tabel ketentuan pemberian nilai *severity, occurrence, and detection* berdasarkan standar militer amerika serikat MIL-P-1692 [19]:

Tabel 1. Nilai Ketentuan Nilai RPN.

Nilai	<i>Severity</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Detection</i>
1	Tidak ada	Hampir tidak mungkin	Hampir pasti terdeteksi
2	Sangat minor	Jarang	Sangat tinggi kemampuan deteksi
3	Minor	Rendah	Tinggi kemampuan deteksi
4	Rendah	Relatif rendah	Cukup tinggi kemampuan deteksi
5	Sedang	Sedang	Deteksi sedang
6	Signifikan	Cukup tinggi	Rendah kemampuan deteksi
7	Besar	Tinggi	Sangat rendah kemampuan deteksi
8	Ekstrem	Kegagalan berulang	Sulit dideteksi
9	Serius	Sangat tinggi	Sangat sulit dideteksi
10	Berbahaya	Sangat sering	Ketidakpastian total

Sumber: [20].

Perhitungan RPN dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$RPN = S \times O \times D \dots\dots\dots (1)$$

Sumber: [21], [22], [23].

Keterangan:

RPN = *Risk Priority Number*

S = *Severity*

O = *Occurrence*

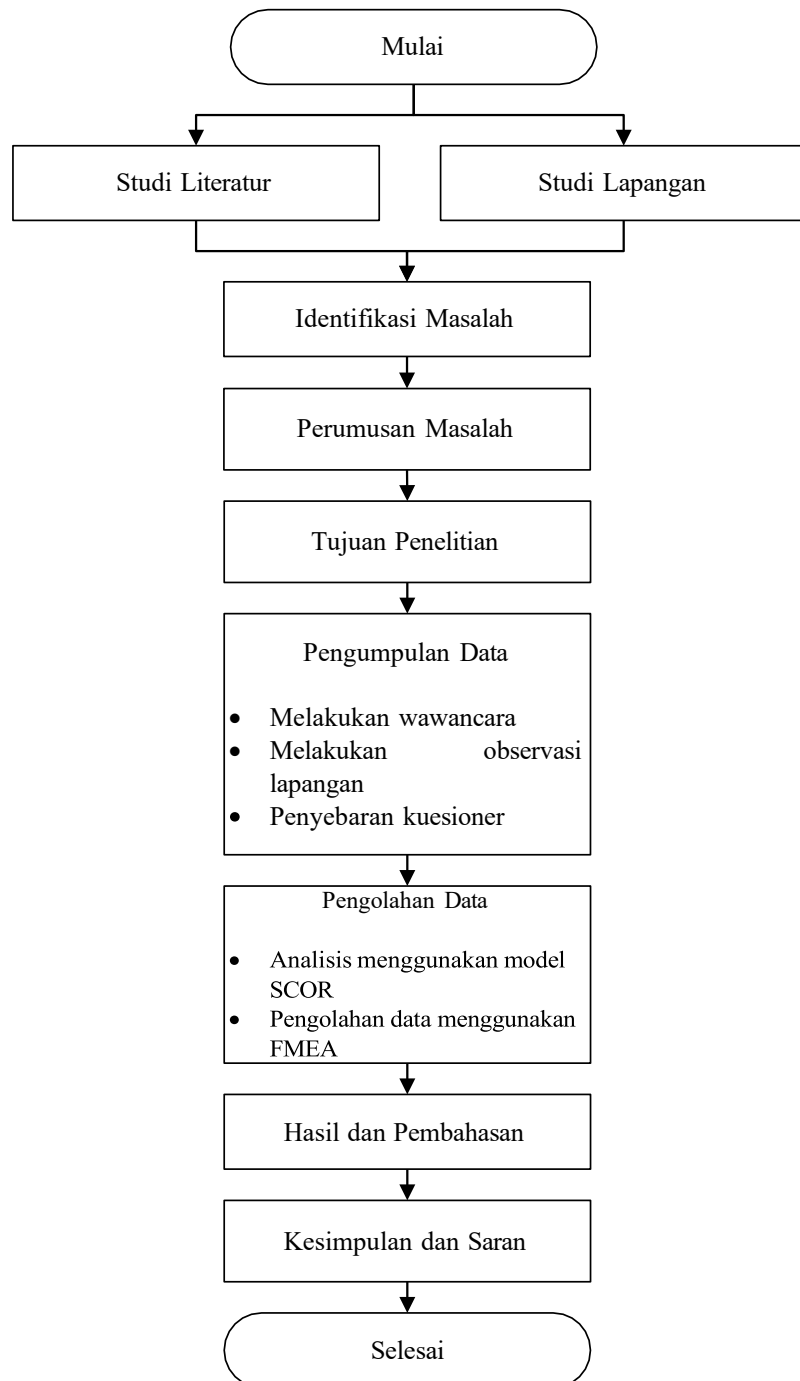
D = *Detection*

C. *Fishbone Diagram*

Fishbone diagram atau yang juga disebut diagram ishikawa atau diagram sebab-akibat adalah perangkat manajemen mutu yang dimanfaatkan untuk mengenali, mengkaji, serta menggambarkan akar-akar penyebab dari suatu persoalan atau efek tertentu [24]. *Fishbone diagram* juga digunakan untuk mengetahui dampak dan akar dari suatu persoalan untuk selanjutnya diambil langkah pembenahan. Dari dampak tersebut kemudian dicari beberapa kemungkinan penyebabnya [25].

D. Alur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan tahapan sistematis dan terencana. Urutan kegiatan penelitian dari awal hingga akhir, digambarkan secara visual melalui bagan alur (*flowchart*) yang disajikan pada gambar 1 untuk memastikan proses berjalan efektif dan terarah.

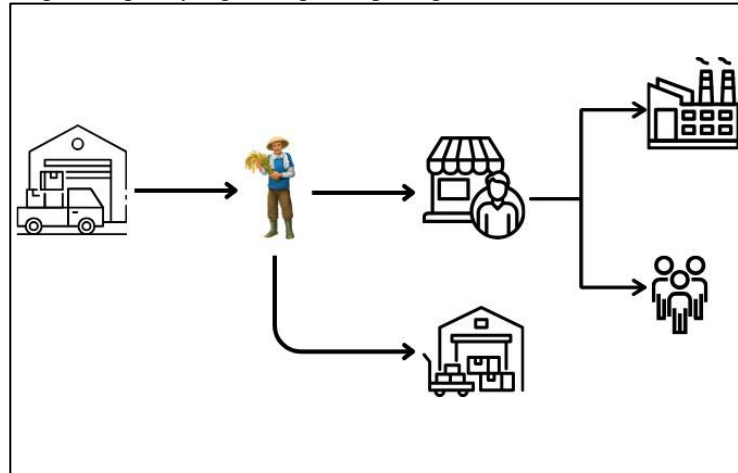


Gambar 1. Alur Penelitian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian hasil dan pembahasan, diuraikan alur rantai pasok (*supply chain*) komoditas padi yang terjadi di kecamatan tarik. Alur *supply chain* tersebut menggambarkan hubungan antar pelaku utama, mulai dari *supplier* hingga hingga konsumen akhir sebagai *end user*. Proses rantai pasok diawali dari tahapan penyiapan bibit padi yang dan selanjutnya dikelola oleh petani. Langkah terakhir, hasil panen didistribusikan melalui pengecer atau tengkulak dan

konsemen. Pemahaman terhadap alur *supply chain* ini menjadi penting karena setiap tahapan dan pelaku yang terlibat memiliki peran serta potensi risiko yang dapat memengaruhi kelancaran distribusi dan ketersediaan padi. Berikut merupakan alur rantai pasok padi, seperti yang ditampilkan pada gambar 2.



Gambar 2. Alur Rantai Pasok Padi.

Berdasarkan alur *supply chain* padi yang telah diidentifikasi, dimana supplier berperan dalam penyediaan sarana dan prasarana pertanian seperti benih padi, pupuk, pestisida, serta alat pendukung pertanian lainnya, petani sebagai merupakan pelaku utama dalam rantai pasok padi yang bertanggung jawab terhadap proses produksi, distribusi sebagai proses penyaluran hasil panen padi dari petani ke pihak lain, untuk sebagian hasil panen padi didistribusikan ke perusahaan, untuk diolah dan dipasarkan, gudang yang digunakan untuk menyimpan bibit yang akan digunakan penanaman selanjutnya. Setiap tahapan dalam rantai pasok tersebut memiliki potensi risiko yang dapat memengaruhi kelancaran proses distribusi dan ketersediaan padi, khususnya risiko yang dipicu oleh perubahan iklim dan kondisi lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan yang sistematis untuk memetakan aktivitas rantai pasok serta mengidentifikasi risiko yang muncul pada setiap tahapan proses.

A. Pengolahan Data Menggunakan Model SCOR

Penelitian ini dilaksanakan di Dinas Pangan dan Pertanian Kabupaten Sidoarjo selama bulan Juni hingga November 2025. Pengambilan data dilaksanakan melalui pengamatan langsung di pertanian padi serta wawancara dengan staf dinas, penyuluh pertanian lapangan, dan pejabat terkait guna mengenali faktor-faktor risiko kegagalan panen akibat perubahan iklim. Selanjutnya, analisis risiko kegagalan panen pada rantai pasok padi dilakukan menggunakan model *Supply Chain Operations Reference* (SCOR) dan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang didukung oleh diagram tulang ikan atau *fishbone diagram*. Dalam tahapan observasi secara langsung di lapangan dengan melakukan wawancara bersama kepala bidang terkait dan pihak penyuluh pertanian. Berdasarkan hasil wawancara didapatkan 24 risiko yang berpotensi muncul pada rantai pasok padi di Kabupaten Sidoarjo, dimana 24 risiko tersebut ditampilkan dengan model pendekatan SCOR dalam operasi rantai pasok padi dengan lima tahapan, yakni *Plan*, *Source*, *Make*, *Delivery*, and *Return*, berikut beberapa risiko yang sering terjadi yang dapat dilihat pada tabel 2 pemetaan model SCOR.

Tabel 2. Pemetaan Model SCOR.

Model SCOR	Risk Source (Sumber Risiko)	Kode	Risk Causes (Penyebab Risiko)	Dampak
Plan	Perubahan iklim mempengaruhi perencanaan produksi sehingga tidak dapat dikendalikan secara optimal.	A1	keterbatasan data prakiraan cuaca lokal.	Ketidaktepatan jadwal tanam
	Kesalahan dalam perencanaan produksi tidak terdeteksi sejak awal.	A2	Evaluasi perencanaan belum dilakukan secara rutin.	Penurunan produktivitas dan kerugian hasil panen.
	Informasi iklim dan cuaca yang digunakan dalam perencanaan kurang akurat.	A3	Ketergantungan pada data umum tanpa analisis kondisi lapangan.	Perencanaan tanam tidak sesuai kondisi aktual.

	Ketidaksesuaian rencana tanam baru saat produksi berjalan.	A4	Koordinasi lapangan dan monitoring awal belum optimal.	Penyesuaian produksi terlambat dan biaya meningkat.
	Risiko pada tahap perencanaan tidak dapat diminimalkan secara efektif.	A5	Tidak adanya evaluasi berkala berbasis risiko.	Kerentanan produksi terhadap gangguan iklim meningkat.
<i>Source</i>	Keterlambatan pengadaan pada sarana produksi.	A6	Proses administrasi pengadaan yang panjang.	Tertundanya waktu tanam.
	Ketersediaan benih tidak mencukupi kebutuhan musim tanam.	A7	Distribusi benih tidak merata dan keterbatasan stok.	Luas tanam berkurang dan hasil produksi menurun.
	Kurangnya sarana pengendalian OPT.	A8	Perencanaan kebutuhan OPT tidak berbasis data serangan sebelumnya.	Serangan OPT tidak tertangani secara optimal.
	Kualitas sarana produksi tidak sesuai standar.	A9	Pengawasan mutu saat penerimaan sarana kurang ketat.	Efektivitas produksi menurun.
	Permasalahan pengadaan tidak segera ditindaklanjuti.	A10	Koordinasi antar unit pengadaan kurang efektif.	Gangguan berulang pada proses produksi.
	Pengaruh serangan OPT terhadap hasil panen tidak terkendali.	A11	Pengendalian OPT terlambat dan intensitas serangan tinggi.	Penurunan hasil panen dan kualitas gabah.
<i>Make</i>	Kesalahan teknis dalam budidaya.	A12	Kurangnya pendampingan teknis kepada petani.	Kegagalan sebagian atau seluruh produksi.
	Masalah produksi tidak terdeteksi.	A13	Monitoring lapangan tidak dilakukan secara rutin.	Kerusakan tanaman meluas.
	Penurunan produktivitas akibat cuaca ekstrem.	A14	Curah hujan tinggi atau kekeringan berkepanjangan.	Produksi tidak mencapai target.
	Sistem produksi lambat merespons perubahan kondisi lapangan.	A15	Keterbatasan sumber daya dan alat bantu produksi.	Kerugian produksi meningkat.
<i>Deliver</i>	Keterlambatan distribusi hasil panen.	A16	Gangguan transportasi akibat cuaca ekstrem.	Penurunan kualitas hasil panen.
	Kerusakan hasil panen selama distribusi.	A17	Penanganan pascapanen kurang memadai.	Susut hasil dan kerugian ekonomi.
	Permasalahan distribusi tidak segera ditangani.	A18	Koordinasi antar pihak distribusi kurang efektif.	Distribusi pangan tidak merata.
	Distribusi terganggu akibat kondisi operasional.	A19	Infrastruktur distribusi terbatas.	Ketidakstabilan ketersediaan pangan daerah.
	Ketidaksesuaian data produksi dengan kebutuhan distribusi pangan.	A20	Data produksi tidak diperbarui secara berkala.	Distribusi pangan tidak optimal
<i>Return</i>	Hasil panen yang rusak akibat OPT tidak tertangani dengan baik.	A21	Keterbatasan mekanisme penanganan pascapanen.	Kerugian petani meningkat.
	Kerusakan hasil panen tidak diminimalkan secara optimal.	A22	Penanganan pascapanen kurang tepat.	Penurunan nilai jual hasil panen.

Risiko kerugian lanjutan akibat kegagalan produksi.	A23	Tidak adanya skema mitigasi risiko.	Ketahanan ekonomi petani menurun.
Kegagalan produksi berulang.	A24	Hasil evaluasi tidak digunakan sebagai perbaikan.	Ketidakberlanjutan produksi pertanian.

Setelah melakukan pemetaan model SCOR, langkah selanjutnya adalah melakukan penilaian risiko dengan menggunakan metode FMEA dengan mengumpulkan data frekuensi kejadian (*occurrence*) dari masing masing daftar potensi kegagalan berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan secara langsung. Pada saat yang bersamaan juga menentukan tingkat keparahan (*severity*) serta mengidentifikasi penyebab dan pencegahan dini. Tingkat keparahan dan frekuensi kejadian akan dijadikan sebagai nilai tolak ukur untuk menentukan prioritas.

B. Penilaian Risiko Menggunakan Metode FMEA

Penilaian risiko dilakukan dengan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi tingkat prioritas risiko kegagalan panen pada rantai pasok padi akibat perubahan iklim. Pada metode menilai beberapa tingkat risiko berdasarkan tingkat keparahan (*Severity*), peluang kejadian (*Occurrence*), dan kemampuan deteksi (*Detection*) sehingga didapatkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Penilaian nilai S (*Severity*), O (*Occurrence*), dan D (*Detection*) didapatkan berdasarkan hasil wawancara dan diskusi dengan responden yang mencakup penyuluh pertanian dan pihak terkait di Dinas Pangan dan Pertanian Kabupaten Sidoarjo, yang memiliki pengalaman langsung dalam pengelolaan produksi padi. Hasil analisis penilaian risiko memakai metode FMEA disajikan pada Tabel 3 yang menunjukkan nilai S (*Severity*), O (*Occurrence*), dan D (*Detection*), sekaligus RPN untuk setiap risiko pada tahapan SCOR.

Tabel 3. Perhitungan Nilai *Risk Priority Number* (RPN)

No.	Model SCOR	Risk Event	S	O	D	RPN	Rank
1	Plan	Perubahan iklim mempengaruhi perencanaan produksi sehingga tidak dapat dikendalikan secara optimal.	6	6	6	216	5
2		Kesalahan dalam perencanaan produksi tidak terdeteksi sejak awal.	6	3	6	108	9
3		Informasi iklim dan cuaca yang digunakan dalam perencanaan kurang akurat.	8	7	8	448	1
4		Ketidaksesuaian rencana tanam baru saat produksi berjalan.	7	3	5	105	10
5		Risiko pada tahap perencanaan tidak dapat diminimalkan secara efektif.	3	2	5	30	22
6	Source	Keterlambatan pengadaan pada sarana produksi.	4	4	4	64	15
7		Ketersediaan benih tidak mencukupi kebutuhan musim tanam.	6	3	4	72	14
8		Kurangnya sarana pengendalian OPT.	4	2	4	32	21
9		Kualitas sarana produksi tidak sesuai standar.	5	2	4	40	19
10		Permasalahan pengadaan tidak segera ditindaklanjuti.	3	2	4	24	23
11	Make	Pengaruh serangan OPT terhadap hasil panen tidak terkendali.	8	6	8	384	2
12		Kesalahan teknis dalam budidaya.	5	5	6	150	6
13		Masalah produksi tidak terdeteksi.	7	2	4	56	17
14		Penurunan produktivitas akibat cuaca ekstrem.	6	6	7	252	4
15		Sistem produksi lambat merespons perubahan kondisi lapangan.	4	5	5	100	11
16	Deliver	Keterlambatan distribusi hasil panen.	5	4	4	80	13
17		Kerusakan hasil panen selama distribusi.	5	4	3	60	16
18		Permasalahan distribusi tidak segera ditangani.	3	3	4	36	20

19		Distribusi terganggu akibat kondisi operasional.	3	2	3	18	24
20		Ketidaksesuaian data produksi dengan kebutuhan distribusi pangan.	5	3	3	45	18
21		Hasil panen yang rusak akibat OPT tidak tertangani dengan baik.	6	8	7	336	3
22	Return	Kerusakan hasil panen tidak diminimalkan secara optimal.	6	3	5	90	12
23		Risiko kerugian lanjutan akibat kegagalan produksi.	6	3	8	144	7
24		Kegagalan produksi berulang.	7	4	5	140	8

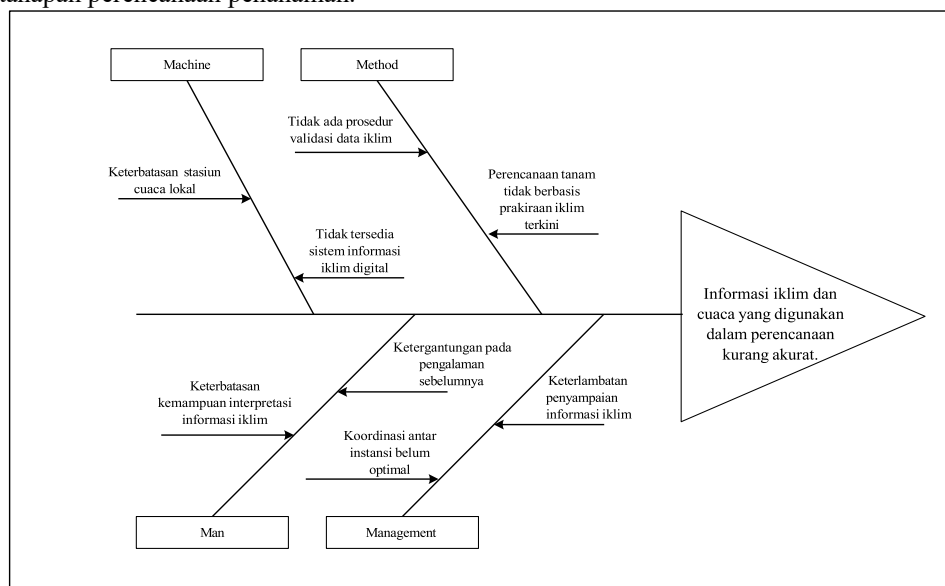
Berdasarkan kategori risiko dari hasil perhitungan Risk Priority Number(RPN) pada tabel 6 terdapat sebanyak 3 risiko tergolong kategori tinggi, 12 risiko dengan kategori sedang, dan 9 risiko kategori rendah yang dapat dilihat dari gambar 2. Risiko tertinggi terdapat pada proses *Plan* yakni Informasi iklim dan cuaca yang digunakan dalam perencanaan kurang akurat dengan skor 409 dan risiko tertinggi ke 2 pada proses *Make* yakni Pengaruh serangan OPT terhadap hasil panen tidak terkendali dengan skor 394.

C. Analisis Penyebab Risiko

Setelah dilakukan penilaian risiko dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), didapatkan beberapa potensi dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tinggi yang berpotensi menyebabkan kegagalan panen padi pada rantai pasok di Kabupaten Sidoarjo. Untuk memahami penyebab mendasar dari risiko tersebut, dibutuhkan pemeriksaan lanjutan yang tidak hanya tertuju pada tingkat keparahan dan frekuensi kejadian, tetapi juga pada akar masalah yang memicu timbulnya risiko. Karena itu, analisis penyebab risiko dilakukan memakai *fishbone* diagram guna mengidentifikasi dan menggolongkan elemen-elemen pokok penyebab risiko berdasarkan aspek manusia, metode, manajemen, sarana, dan lingkungan. Berikut merupakan analisis menggunakan *fishbone* diagram:

1. Analisis *Fishbone Diagram* (Informasi iklim tidak akurat)

Pada *fishbone diagram* gambar 3 menggambarkan penyebab risiko ketidakakuratan data iklim dan cuaca yang dipakai dalam tahapan perencanaan penanaman.



Gambar 3. *Fishbone Diagram* Informasi iklim tidak akurat.

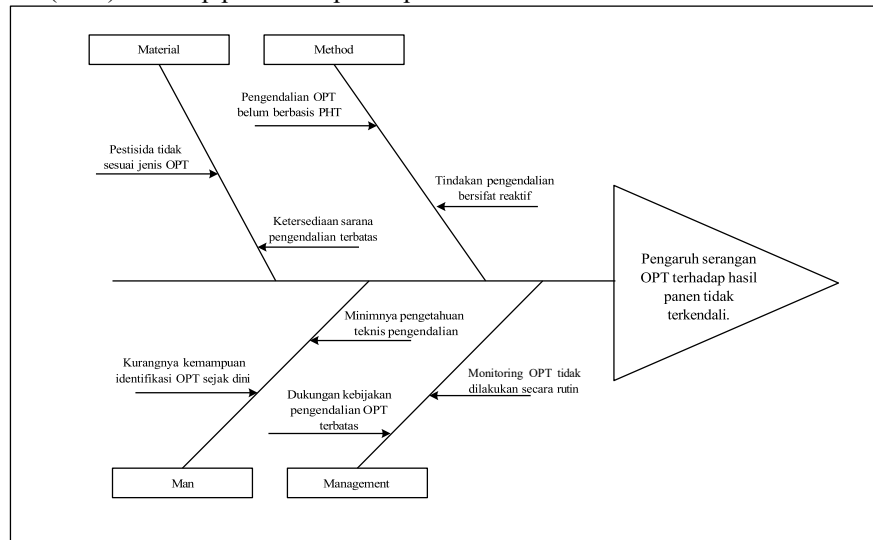
Berdasarkan hasil analisis pada gambar 3, penyebab risiko berasal dari beberapa faktor utama. Pada faktor *machine*, keterbatasan jumlah pos pengamatan cuaca lokal menyebabkan data iklim yang tersedia kurang melambangkan situasi lahan secara khusus. Di samping itu, belum adanya tatanan informasi cuaca berbasis digital turut menghambat akses data cuaca yang cepat dan terbarukan. Pada faktor *method*, tidak adanya prosedur validasi data iklim serta perancangan tanam yang belum berbasis perkiraan iklim terkini yang mengakibatkan keputusan perencanaan sering kali didasarkan pada data yang kurang akurat. Faktor *man* pun berperan melalui keterbatasan kapabilitas petani dan pihak terkait dalam menginterpretasikan informasi iklim, sehingga data yang tersedia belum dipergunakan secara maksimal.

Sementara untuk faktor *management* diperlihatkan oleh ketergantungan pada pengalaman musim tanam sebelumnya, koordinasi antarinstansi yang belum maksimal, serta keterlambatan penyampaian informasi iklim

kepada petani. Kombinasi dari unsur-unsur tersebut mengakibatkan proses perencanaan tanam menjadi kurang adaptif terhadap perubahan iklim, sehingga meningkatkan risiko gagal panen.

2. Analisis *Fishbone Diagram* (Serangan OPT tidak terkendali)

Pada *Fishbone diagram* gambar 4 menunjukkan penyebab risiko tidak terkendalinya dampak serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) terhadap perolehan panen padi.



Gambar 4. *Fishbone Diagram* Serangan OPT tidak terkendali.

Pada faktor *material*, pemanfaatan pestisida yang tidak sesuai dengan jenis OPT serta keterbatasan ketersediaan sarana pengendalian menjadi penyebab utama minimnya efektivitas pengendalian. Pada faktor *method*, pengendalian OPT yang belum sepenuhnya berbasis Pengendalian Hama Terpadu (PHT) serta upaya pengendalian yang bersifat responsif membuat serangan OPT sering ditangani setelah menimbulkan dampak yang signifikan. Faktor manusia pun berperan melalui sedikitnya wawasan teknis petani dalam pengendalian OPT serta rendahnya kapabilitas pengenalan OPT sejak awal. Di samping itu, faktor manajemen diperlihatkan oleh minimnya penguatan kebijakan dalam pengawasan OPT serta kegiatan pemantauan OPT yang belum dilakukan secara rutin dan teratur. Keadaan ini mengakibatkan serbuan OPT sulit dikendalikan secara pencegahan dan berkelanjutan, sehingga berdampak langsung pada penurunan hasil dan kualitas panen padi.

D. Usulan Perbaikan

Usulan perbaikan disusun berdasarkan hasil penilaian risiko menggunakan metode FMEA serta analisis akar penyebab risiko melalui *fishbone* diagram. Fokus upaya diarahkan pada risiko utama dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi yang memicu dampak signifikan terhadap kegagalan panen padi. Strategi pencegahan yang diusulkan bersifat adaptif, dengan tujuan mengurangi kemungkinan timbulnya risiko serta meminimalkan dampak terhadap keberlanjutan rantai pasok padi di Kabupaten Sidoarjo.

1. Informasi Iklim dan Cuaca Kurang Akurat (Tahap *Plan*)

Usulan perbaikan untuk mengurangi risiko ketidaktepatan data iklim dan cuaca pada tahap perencanaan ditujukan pada penguatan sistem data dan peningkatan kualitas perencanaan tanam. Perlu dilakukan pemanfaatan data iklim setempat dan data historis secara lebih optimal sebagai landasan penyusunan jadwal tanam. Selain itu, peningkatan pemahaman petani dan petugas pertanian dalam menafsirkan dan memanfaatkan informasi iklim perlu dilakukan melalui pembinaan dan pelatihan. Dari faktor *management*, penguatan koordinasi antar pihak terkait peninjauan perencanaan secara rutin diperlukan supaya perencanaan tanam lebih adaptif terhadap perubahan iklim.

2. Serangan OPT Tidak Terkendali (Tahap *Make*)

Usulan perbaikan untuk mengurangi risiko serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) difokuskan pada peningkatan pengendalian yang bersifat pencegahan. Penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) perlu dilakukan secara konsisten agar serangan OPT dapat dikelola sejak tahap awal. Selain itu, ketersediaan sarana pengendalian OPT yang sesuai serta peningkatan pengetahuan petani dalam mengidentifikasi dan mengatasi OPT sejak dini perlu ditegaskan. Dari segi *management*, pelaksanaan *monitoring* OPT secara berkala dan teratur diperlukan agar tindakan pengendalian dapat dilakukan secara tepat waktu dan berkelanjutan.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa rantai pasok padi di Kabupaten Sidoarjo masih menjumpai berbagai tantangan signifikan dampak perubahan iklim yang memengaruhi bertambahnya

ancaman gagal panen di tiap tahapan rantai pasok. Keadaan rantai pasok padi yang mencakup tahapan perencanaan (*plan*), pengadaan (*source*), pengolahan (*make*), penyaluran (*deliver*), sampai pengembalian (*return*) memperlihatkan juga perubahan iklim dan ketidakpastian cuaca dapat memengaruhi bukan hanya tahapan budidaya, melainkan juga proses pendukung lainnya dalam skema rantai pasok secara keseluruhan. Pemetaan risiko kegagalan panen menggunakan model *Supply Chain Operations Reference* (SCOR) dengan mengidentifikasi sebanyak 24 risiko yang tersebar di lima tahapan utama rantai pasok padi. Hasil ini menunjukkan bahwa potensi risiko kegagalan panen tidak terpusat pada satu tahap, melainkan bersifat menyeluruh dan saling terhubung antar proses dalam rantai pasok padi di Kabupaten Sidoarjo. Selanjutnya, analisis tingkat prioritas risiko memakai metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) menunjukkan adanya perbedaan tingkat kepentingan risiko berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Risiko paling serius ada pada tahap perencanaan (*plan*), yaitu ketidakakuratan informasi iklim dan cuaca dengan nilai RPN sebesar 409. Risiko prioritas berikutnya ialah serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang tidak terkendali pada tahap produksi (*make*) dengan nilai RPN sebesar 394. Penemuan ini mengindikasikan bahwa faktor iklim dan pengelolaan OPT merupakan penyebab utama yang paling berpengaruh terhadap kegagalan panen padi.

Berdasarkan hasil integrasi model SCOR dan metode FMEA, strategi mitigasi risiko yang disarankan terpusat pada penguatan sistem informasi iklim dan cuaca, peningkatan kemampuan petani dalam pemanfaatan informasi iklim, penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) secara konsisten, serta penguatan sistem monitoring dan kesesuaian antar pelaku rantai pasok. Rekomendasi ini diharapkan dapat menurunkan tingkat risiko kegagalan panen, meningkatkan daya tahan rantai pasok padi, serta mendukung keberlanjutan produksi padi di Kabupaten Sidoarjo dalam menghadapi dampak perubahan iklim.

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan adanya penguatan perencanaan tanam berbasis data iklim, peningkatan pengelolaan risiko pada rantai pasok padi, serta peningkatan koordinasi antar pelaku dan pemanfaatan teknologi pertanian. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan metode analisis risiko yang lebih komprehensif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA) dan Dinas Pangan dan Pertanian Sidoarjo atas dukungan dan fasilitas dalam menyelesaikan penelitian ini .

REFERENSI

- [1] B. P. S. K. Sidoarjo, *STATISTIK TANAMAN PADI KABUPATEN SIDOARJO 2024*. Sidoarjo, 2025. [Online]. Available: <https://sidoarjokab.bps.go.id/id/publication/2025/10/22/3fe66bfc11c1f98b2ba1346b/statistik-tanaman-padi-kabupaten-sidoarjo--2024.html>
- [2] F. Aditya *et al.*, “PENGARUH KERAGAMAN IKLIM TERHADAP SERANGAN HAMA PADI DI KALIMANTAN BARAT,” *Bul. Meteorol. KLIMATOLOGI, DAN Geofis.*, vol. 2, no. 3, pp. 14–23, 2022.
- [3] L. A. R. Abdullah Nafi’ Azizi, Heri Mulyanti, “Adaptasi Petani Padi terhadap Perubahan Iklim di Desa Kabalan dan Sumberwangi Kecamatan Kanor, Bojonegoro,” *J. SAINS AGRO*, vol. 10, no. 2, pp. 152–160, 2025.
- [4] O. Lawolo and B. Agape Waruwu, “ANALISIS RISIKO DAN MANAJEMEN RISIKO USAHATANI PADI DI KECAMATAN GIDO, KABUPATEN NIAS, PROVINSI SUMATERA UTARA,” *J. Agribisnis*, vol. 11, no. 2, pp. 19–26, 2022, doi: <https://doi.org/10.32520/agribisnis.v11i2.2231>.
- [5] A. I. Widiawati, N. Vania, A. Harini, D. Musyari, I. Iripawa, and N. Rizki, “Dampak Anomali Iklim Terhadap Produksi Padi di Kecamatan Seputih Mataram Kabupaten Lampung Tengah,” *J. Agric. Anim. Sci.*, vol. 5, 2025, doi: <https://doi.org/10.47637/agrimatam.v5i1.1734>.
- [6] M. S. Mursyid and H. C. Wahyuni, “PENGUKURAN KINERJA RANTAI PASOK DENGAN MENGGUNAKAN SUPPLY CHAIN OPERATION REFERENCE (SCOR) BERBASIS ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) PADA PT . MSM This study uses the Supply Chain Operation Reference (SCOR) and Analytical Hierarchy Process (AHP),” *Int. J. Econ. Financ. Sustain. Dev.*, vol. 2, no. 4, pp. 35–39, 2020, [Online]. Available: <https://www.neliti.com/id/publications/333543/pengukuran-kinerja-rantai-pasok-dengan-menggunakan-supply-chain-operation-refere#cite>
- [7] F. A. Agusti, Marimin, and H. Mulyati, “Analisis risiko rantai pasok pestisida pada pt. agricon risk analysis of pesticides supply chain at agricon co.,” *J. Teknol. Ind. Pertan.*, vol. 30, no. 2, pp. 151–167, 2020, doi: <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2020.30.2.151>.
- [8] B. A. Ananda, H. Hendrarini, and M. A. Syah, “Supply Chain Risk Analysis in the Ready-to-Drink Beverage Industry Based on the Combination of SCOR and FMEA Methods,” *J. Tek. Pertan. Lampung (Journal Agric. Eng.*, vol. 14, no. 4, pp. 1405–1414, 2025, doi: [10.23960/jtepl.v14i4.1405-1414](https://doi.org/10.23960/jtepl.v14i4.1405-1414).
- [9] A. K. Daisy, A. S. Slamet, and E. R. Cahyadi, “MAPPING SUPPLY CHAIN RISKS AND RESILIENCE

- STRATEGIES FOR STARTUPS USING THE SCOR AND FMEA MODEL : AN INNOVATION HUB PERSPECTIVE,” *J. Apl. Manaj. dan Bisnis*, vol. 10, no. 3, pp. 908–919, 2024, doi: <http://dx.doi.org/10.17358/jabm.10.3.908>.
- [10] M. Ilham Sugeng Hamdani and D. Ernawati, “Analisis Dan Mitigasi Risiko Rantai Pasok Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Di PG. Wringin Anom Situbondo,” *Juminten J. Manaj. Ind. dan Teknol.*, vol. 04, no. 01, pp. 49–60, 2023, doi: <https://doi.org/10.33005/juminten.v4i1.645>.
- [11] Rohimmah, Wahyuda, and S. Gunawan, “ANALISIS RISIKO DAN STRATEGI MITIGASI RISIKO SUPPLY CHAIN PRODUK CRUDE PALM OIL (CPO) (STUDI KASUS : PT XYZ),” *J. Tek. Ind.*, vol. 17, no. 2, 2022, doi: <https://doi.org/10.14710/jati.17.2.92-101>.
- [12] A. N. Rahman, F. O. Viani, and N. Sitanggang, “Implementasi Program Sustainable Development Goals (SDG’s) dalam Upaya Penanganan Perubahan Iklim di Provinsi Kepulauan Riau,” *J. Pendidikan, Sos. dan Hum.*, vol. 3, no. 3, pp. 341–350, 2023.
- [13] A. N. Hikmah, “Model resiliensi rumah tangga petani padi sawah dan petani padi ladang di Kabupaten Polewali Mandar dalam menghadapi perubahan iklim,” *Agric. Socio-economic*, vol. 1, no. 2, pp. 61–71, 2024, doi: <https://doi.org/10.61316/asej.v1i2.73>.
- [14] M. S. Mursyid and H. C. Wahyuni, “PENGUKURAN KINERJA RANTAI PASOK DENGAN MENGGUNAKAN SUPPLY CHAIN OPERATION REFERENCE (SCOR) BERBASIS ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) PADA PT. MSM,” *J. Econ. Financ. Sustain.*, pp. 35–39, 2020, [Online]. Available: <https://www.neliti.com/id/publications/333543/pengukuran-kinerja-rantai-pasok-dengan-menggunakan-supply-chain-operation-refere>
- [15] Febrianice, Wahyuda, and Y. Sukmono, “Perancangan dan Pengukuran Kinerja Rantai Pasok dengan Menggunakan Metode SCOR pada CV Sabina Tirta Maskub,” *J. Ind. Manaj. DAN REKAYASA Sist. Ind.*, vol. 3, no. 3, 2025, doi: <https://doi.org/10.56211/factory.v3i3.838>.
- [16] S. B. Kharisma and D. Ernawati, “PENGUKURAN KINERJA SUPPLY CHAIN MANAGEMENT (SCM) DENGAN MENGGUNAKAN SCOR MODEL DAN METODE ANALITYCAL HIERARCHY PROCESS (AHP) DI PT . LOKA REFRACTORY WIRA JATIM,” *J. Manaj. Ind. dan Teknol.*, vol. 02, no. 05, pp. 121–132, 2021, doi: <https://doi.org/10.33005/juminten.v2i5.321>.
- [17] W. Widhianingsih and H. C. Wahyuni, “Strategi Peningkatan Kualitas Sepatu dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis , Grey Relational Analysis , dan Root Cause Analysis,” *Innov. Technol. Methodical Res.*, vol. 3, no. 3, pp. 1–17, 2024, doi: <https://doi.org/10.47134/innovative.v3i3.112>.
- [18] L. Ramadani, Alfikri, and Silfia, “Analisis Risiko Rantai Pasok Telur Ayam Ras Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) di Parent Stock Aira & Syifa,” *J. Ind. Manaj. DAN REKAYASA Sist. Ind.*, vol. 3, no. 3, 2025, doi: <https://doi.org/10.56211/factory.v3i3.794>.
- [19] F. Budianto, “IMPLEMENTASI METODE PDCA DAN FMEA UNTUK PENGENDALIAN KUALITAS PUPUK ORGANIK GRANUL DI PT SINERGI SELARAS ABADI,” *Ind. Eng. J.*, vol. 14, 2025, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/download/53982/34481>
- [20] S. Ebrahimi, K. Vachal, and J. Szmerekovsky, “A Delphi-FMEA model to assess county-level speeding crash risk in North Dakota,” *Transp. Res. Interdiscip. Perspect.*, vol. 16, p. 100688, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.trip.2022.100688>.
- [21] A. Jonidi, M. Tangestani, M. Kermani, and R. Rezaei, “Holistic health and environmental risk assessment of PM and bioaerosol emissions in hospital waste and wastewater departments using FMEA and DMRA methods,” *One Heal.*, vol. 21, no. April, p. 101182, 2025, doi: [10.1016/j.onehlt.2025.101182](https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2025.101182).
- [22] W. Yang *et al.*, “Real-time gated proton therapy : Introducing clinical workflow and failure modes and effects analysis (FMEA) ☆,” *Tech. Innov. Patient Support Radiat. Oncol.*, vol. 34, no. April, p. 100311, 2025, doi: [10.1016/j.tipsro.2025.100311](https://doi.org/10.1016/j.tipsro.2025.100311).
- [23] B. Demirel, E. Yildirim, and E. Can, “GIS-based landslide susceptibility mapping using AHP, FMEA, and Pareto systematic analysis in central Yalova, Türkiye,” *Eng. Sci. Technol. an Int. J.*, vol. 64, no. January, p. 102013, 2025, doi: [10.1016/j.jestch.2025.102013](https://doi.org/10.1016/j.jestch.2025.102013).
- [24] F. El Farisi *et al.*, “EVALUASI CYCLE TIME DI PT . XYZ UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIFITAS,” *J. Manag. Innov. Entrep.*, vol. 2, no. 3, pp. 2156–2167, 2025, doi: [10.70248/jmie.v2i3.2269](https://doi.org/10.70248/jmie.v2i3.2269).
- [25] H. Ardy, W. Widiastih, T. Industri, F. Teknik, S. B. Losses, and D. Fishbone, “Analysis of Bolt Former Machine Effectiveness Using Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Six Big Losses Analisis Efektivitas Mesin Bolt Former Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Six Big Losses,” *PROZIMA (Productivity, Optim. Manuf. Syst. Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 25–34, 2024, doi: <https://doi.org/10.21070/prozima.v8i1.1688>.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted..