

Manajemen Risiko pada Distributor Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit: Analisis dan Strategi Mitigasi

Ridzky Zul Asdi^{1*}, Dutho Suh Utomo², Putri Daulika³, Deny Sumarna⁴

^{1,2)} Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Industri, Universitas Mulawarman
Jl. Kuaro, Gn. Kelua, Kec. Samarinda Ulu, Kota Samarinda
Email: asdiridzky@ft.unmul.ac.id, dutho@ft.unmul.ac.id

³⁾ Fakultas Pertanian, Jurusan Agribisnis, Universitas Mulawarman
Jl. Kuaro, Gn. Kelua, Kec. Samarinda Ulu, Kota Samarinda
Email: putridaulika@faperta.unmul.ac.id

⁴⁾ Fakultas Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Mulawarman
Jl. Kuaro, Gn. Kelua, Kec. Samarinda Ulu, Kota Samarinda
Email: dsumarna@faperta.unmul.ac.id

* Corresponding Author

ABSTRAK

Artikel ini membahas manajemen risiko dalam distribusi Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit dengan fokus pada analisis dan strategi mitigasi risiko yang dapat diterapkan oleh distributor. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menilai risiko pada distributor TBS, serta memberikan saran mitigasi risiko untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan operasional. Distribusi TBS merupakan bagian kritis dalam rantai pasok industri kelapa sawit, di mana keterlambatan pengiriman, fluktuasi harga, dan penurunan kualitas TBS dapat berdampak signifikan terhadap pendapatan petani dan kualitas produk akhir seperti Crude Palm Oil (CPO). Penelitian ini menggunakan metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) untuk mengidentifikasi risiko-risiko operasional, termasuk kegagalan pada perawatan kendaraan angkut, sistem kepegawaian, dan human error. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lima risiko utama dengan nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi adalah kekurangan bahan bakar, kekurangan jumlah pegawai, kualitas pegawai rendah, ketidakdisiplinan pegawai, dan keterlambatan kehadiran pegawai. Langkah mitigasi yang diusulkan meliputi peningkatan pelatihan pegawai, perbaikan proses rekrutmen, pengadaan bahan bakar yang lebih efisien, serta penerapan sistem monitoring yang lebih baik. Dengan menerapkan strategi manajemen risiko yang efektif, perusahaan diharapkan dapat meningkatkan efisiensi rantai pasok, mengurangi kerugian, dan memastikan keberlanjutan operasional. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam mengidentifikasi risiko secara kualitatif dan kuantitatif, serta merancang strategi mitigasi yang tepat sesuai dengan prioritas risiko dan ketersediaan sumber daya perusahaan.

Kata kunci: manajemen risiko, distribusi TBS, FMEA, mitigasi risiko, industri kelapa sawit.

ABSTRACT

This article discusses risk management in the distribution of Fresh Fruit Bunches (FFB) of oil palm, focusing on the analysis and mitigation strategies that can be applied by distributors. The objectives of this study are: (1) to identify and assess risks in FFB distribution, and (2) to provide risk mitigation recommendations to enhance operational efficiency and sustainability. FFB distribution is a critical part of the palm oil supply chain, where delivery delays, price fluctuations, and declining FFB quality can significantly impact farmers' income and the quality of end products such as Crude Palm Oil (CPO). This study uses the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) method to identify operational risks, including failures in vehicle maintenance, workforce management, and human error. The results show that the five main risks with the highest Risk Priority Number (RPN) are fuel shortages, understaffing, low employee quality, employee indiscipline, and employee tardiness. Proposed mitigation measures include improving employee training, refining recruitment processes, more efficient fuel procurement, and implementing better monitoring systems. By applying effective risk management strategies, companies are expected to be able to enhance supply chain efficiency, reduce losses, and ensure operational sustainability. This study provides significant contributions in identifying risks qualitatively and quantitatively, as well as designing appropriate mitigation strategies based on risk priorities and available company resources.

Keywords: risk management, FFB distribution, FMEA, risk mitigation, palm oil industry.

I. PENDAHULUAN

Distribusi Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit sangat penting dalam rantai pasokan industri kelapa sawit, mengingat perannya sebagai jembatan antara kebun produksi dan pabrik pengolahan. Rahayu dkk. (2021) menekankan pentingnya efisiensi pengelolaan rantai pasok TBS, di mana fluktuasi harga dan panjangnya jaringan distribusi dapat berdampak langsung pada pendapatan petani, yang diakibatkan oleh kualitas TBS yang menurun saat tidak ditangani dengan baik. Hal ini diperkuat oleh penelitian oleh Hidayatullah (2023) yang menunjukkan bahwa produksi kelapa sawit dan harga *Crude Palm Oil* (CPO) saling mendukung dalam meningkatkan kesejahteraan petani, yang berarti bahwa sistem distribusi yang efektif dapat menjadi kunci untuk memperoleh hasil yang optimal. Peningkatan kualitas TBS, yang bisa terjadi melalui distribusi yang cepat dan efisien, sangat berpengaruh terhadap kualitas akhir produk kelapa sawit, seperti CPO, yang bisa mengalami peningkatan asam lemak bebas (FFA) jika tidak ditangani dengan baik. Berdasarkan kajian yang dilakukan oleh Levia & Mhubaligh (2023), pentingnya pengujian kadar asam lemak bebas sebagai indikator kualitas pada CPO menunjukkan betapa vitalnya tahap distribusi dalam menjaga mutu produk agar dapat memenuhi standar pasar. Oleh karena itu, memastikan kelancaran dan efisiensi distribusi TBS bukan hanya berpengaruh pada ketersediaan bahan baku untuk pabrik pengolahan, tetapi juga menjadi faktor penentu dalam menjaga keberlanjutan ekonomi dan industri kelapa sawit secara keseluruhan.

Distribusi TBS kelapa sawit menghadapi berbagai risiko yang perlu dikelola dengan baik untuk memastikan kelancaran rantai pasok yang efektif. Salah satu risiko utama dalam distribusi TBS adalah keterlambatan pengiriman yang dapat disebabkan oleh faktor cuaca, kerusakan kendaraan, atau masalah operasional lainnya. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemindahan TBS yang efisien ke pabrik pengolahan sangat penting untuk mencegah kualitas buah menurun, seperti peningkatan kadar asam lemak bebas (FFA) yang dapat terjadi akibat waktu transportasi yang tidak optimal (Dianto dkk., 2017; Iskandar dkk., 2023; Panggabean dkk., 2023). Ketidakpastian dalam permintaan pasar dan fluktuasi harga juga turut memengaruhi keputusan distribusi dan mengakibatkan kerugian bagi para petani dan perusahaan (Armah dkk., 2024; Ismoyojati & Ikhsan, 2024; Obeth dkk., 2022). Dalam konteks distribusi TBS, tantangan ini semakin rumit dengan adanya keragaman sumber TBS yang berasal dari petani, yang menambah kompleksitas dalam manajemen rantai pasokan (Ramli dkk., 2020). Selain itu, pengelolaan tenaga kerja yang tidak optimal juga menjadi isu penting; kurangnya pelatihan tentang pentingnya efisiensi distribusi dapat menyebabkan kesalahan manusia yang berdampak pada kualitas TBS (Ridha dkk., 2022). Oleh karena itu, identifikasi sistematis terhadap risiko ini sangat penting untuk mendukung upaya peningkatan produktivitas dan efisiensi operasional (Wildayana, 2016).

Penerapan manajemen risiko yang efektif dalam distribusi TBS pada industri kelapa sawit memberikan dampak positif yang signifikan terhadap kinerja operasional dan keberlanjutan perusahaan. Salah satu dampak positif yang paling menonjol adalah peningkatan efisiensi dalam rantai pasokan. Manajemen risiko yang baik memungkinkan perusahaan untuk mengoptimalkan rute distribusi, memprediksi permintaan pasar, serta mengatur stok dengan lebih efektif, sehingga mengurangi kemungkinan pemborosan dan penurunan kualitas TBS yang dapat terjadi akibat keterlambatan pengiriman (Rahmi dkk., 2024; Suardi dkk., 2019). Penelitian oleh Hasibuan (2020) menekankan pentingnya melakukan pengawasan dan penjadwalan yang cermat dalam proses distribusi untuk menghindari penyimpangan dari standar kualitas yang telah ditetapkan serta untuk meminimalkan risiko *human error* yang dapat terjadi dalam pengelolaan TBS. Lebih lanjut, penerapan strategi manajemen risiko yang proaktif juga berperan dalam meningkatkan daya saing perusahaan. Perusahaan yang mampu menunjukkan kepatuhan terhadap standar kualitas dan keselamatan yang tinggi, berkat manajemen risiko yang terencana, cenderung memperoleh kepercayaan lebih dari para pelanggan dan mitra bisnis (Iswajuni dkk., 2018). Oleh karena itu, perusahaan kelapa sawit yang mengimplementasikan manajemen risiko secara menyeluruh tidak hanya akan mampu menghadapi tantangan yang ada, tetapi juga dapat memanfaatkan peluang untuk pertumbuhan yang lebih berkelanjutan di masa depan (Maisarah & Dian, 2024; Rahmi dkk., 2024; Suardi dkk., 2019).

Manajemen risiko menggunakan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) merupakan pendekatan yang sistematis dan berbasis data untuk identifikasi dan mitigasi risiko terkait dengan suatu proses atau produk. FMEA mengidentifikasi kemungkinan kegagalan dalam suatu proses, menganalisis dampaknya, dan mengurutkan risiko untuk memprioritaskan tindakan perbaikan. Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan efektivitas metode ini pada berbagai bidang, termasuk dalam bidang kesehatan serta pada berbagai industri (Abdurrahman & Al-Faritsy, 2021; Khiyarinnisa dkk., 2025; Lou dkk., 2023; Purnomo dkk., 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan identifikasi risiko-risiko operasional pada PT X, serta merancang langkah mitigasi yang sesuai. Risiko dalam operasional PT X dapat berasal dari berbagai faktor, termasuk perawatan kendaraan angkut, kualitas dan kuantitas pegawai, serta faktor lain seperti *human error*. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa risiko rantai pasokan yang tinggi dalam industri kelapa sawit dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan, serta mempengaruhi reputasi perusahaan (Armah dkk., 2024; Ramli dkk., 2020; Turgay & Aydin, 2023). Oleh karena itu, identifikasi sistematis terhadap risiko ini sangat penting untuk mendukung upaya peningkatan produktivitas dan efisiensi operasional PT X.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode FMEA untuk menganalisis risiko operasional dalam proses distribusi TBS kelapa sawit. Proses ini melibatkan beberapa langkah mulai dari identifikasi proses, identifikasi kegagalan, penilaian risiko, serta analisis dan rekomendasi mitigasi risiko.

2.1 Identifikasi Proses

Langkah pertama adalah mengidentifikasi proses distribusi TBS yang mulai dari pengumpulan TBS dari petani sampai distribusi TBS ke perusahaan Pabrik Kelapa Sawit (PKS). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan wawancara dengan para pemangku kepentingan, termasuk petani, pegawai, dan perusahaan PKS.

2.2 Identifikasi Kegagalan

Sebelum melakukan identifikasi mode kegagalan, peneliti melakukan berbagai kajian literatur yang terkait untuk mendapatkan gambaran mengenai mode kegagalan yang mungkin terjadi dalam proses distribusi TBS (Ayompe dkk., 2021; Nurkhoiry & Oktarina, 2020; Primadasa, 2020; Shuwaibatul Aslamiah Ghazalli dkk., 2023; Wildayana, 2016). Identifikasi mode kegagalan dilakukan melalui observasi dan wawancara dengan para pemangku kepentingan, termasuk petani, pegawai, dan perusahaan PKS.

2.3 Penilaian Risiko

Setiap mode kegagalan yang diidentifikasi dinilai berdasarkan tiga parameter kegagalan: dampak kegagalan (*severity*), kemungkinan terjadi (*occurrence*), dan deteksi kegagalan (*detection*). Masing-masing parameter dinilai dari skala 1 hingga 10, di mana 10 menunjukkan dampak terbesar. Detail kriteria penilaian untuk ketiga parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 1. Penilaian ini memungkinkan untuk menghitung *Risk Priority Number* (RPN) yang diperoleh dengan mengalikan ketiga nilai tersebut. Nilai RPN ini kemudian digunakan untuk mengurutkan mode kegagalan.

Tabel 1. Skala Penilaian Parameter *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D)

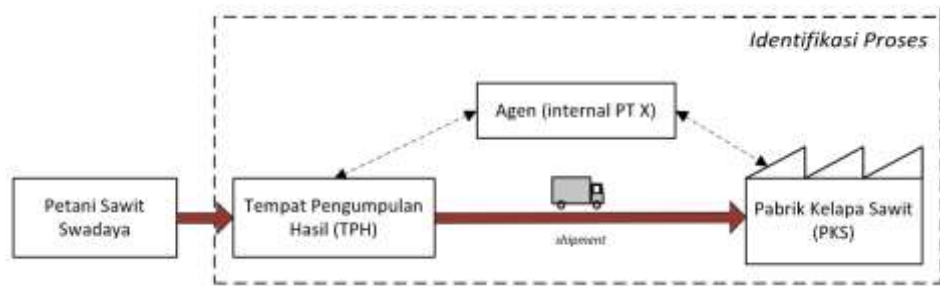
Skor	<i>Severity</i> /Keparahan (S)	<i>Occurrence</i> /Kemungkinan Terjadi (O)	<i>Detection</i> /Kemampuan Deteksi (D)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Dampak sangat minimal; kegagalan tidak mengganggu kinerja atau keselamatan.	Hampir tidak pernah terjadi.	Selalu terdeteksi; sistem kontrol sangat efektif.
2-3	Dampak ringan; sedikit berpengaruh pada fungsi.	Terjadi sangat jarang.	Hampir selalu terdeteksi dengan mudah.
4-6	Dampak sedang; menimbulkan gangguan sebagian fungsi atau kinerja.	Terjadi dengan frekuensi sedang; dapat terjadi pada kondisi tertentu.	Deteksi cukup efektif meskipun ada kemungkinan terlewat.
7-8	Dampak tinggi; kegagalan dapat mengganggu operasi secara signifikan.	Sering terjadi; kecenderungan muncul secara berulang.	Deteksi agak sulit; sistem kontrol belum optimal.
9-10	Dampak sangat serius; kegagalan berpotensi mengancam keselamatan atau menghentikan operasi.	Hampir pasti terjadi; risiko sangat tinggi.	Hampir tidak terdeteksi; kontrol yang ada lemah atau tidak efektif.

2.4 Analisis dan Rekomendasi Mitigasi

Setelah RPN dihitung, langkah selanjutnya adalah menganalisis data untuk menentukan tindakan mitigasi yang diperlukan guna mengurangi risiko. Tindakan mitigasi yang dihasilkan dirancang untuk mengurangi nilai parameter kegagalan. Tindakan mitigasi ini dapat berupa peningkatan pelatihan bagi pekerja, pemeliharaan preventif pada peralatan distribusi, serta pengembangan sistem monitoring yang lebih baik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

PT X merupakan salah satu pendistribusi buah sawit yang memiliki wilayah operasi di daerah kabupaten Kutai Timur, provinsi Kalimantan Timur. PT X mendistribusikan buah sawit dari petani sawit swadaya untuk disalurkan ke perusahaan Pabrik Kelapa Sawit (PKS) di daerah kabupaten Kutai Timur. Gambaran umum jalur distribusi TBS serta proses yang diidentifikasi dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Gambaran umum jalur distribusi TBS



Gambar 2. Identifikasi kegagalan

Tabel 2. Hasil Identifikasi Risiko

Jenis Kegagalan (1)	Mode Kegagalan (2)	Dampak Mode Kegagalan (3)	Penyebab Mode Kegagalan (4)	Kontrol yang Dilakukan (5)
Kegagalan Perawatan Kendaraan Angkut	Kondisi kendaraan angkut tidak optimal	Kendaraan angkut mengalami kerusakan	Usia kendaraan angkut yang sudah tua	Melakukan <i>corrective maintenance</i> untuk memperbaiki kerusakan kendaraan
	Kekurangan suku cadang kendaraan angkut	Kekurangan armada angkut	Tidak tersedianya suku cadang pada penyedia	Pengadaan suku cadang hanya mengandalkan dari satu penyedia
	Kekurangan bahan bakar	Kekurangan armada angkut	Kekurangan bahan bakar solar pada penyedia	Pengadaan bahan bakar hanya dari SPBU
	Kekurangan peralatan perbaikan	Biaya <i>maintenance</i> kendaraan angkut meningkat	Belum adanya analisis dan identifikasi peralatan yang dibutuhkan	Hanya menggunakan peralatan yang tersedia
Kegagalan Kepegawaian	Keterlambatan kehadiran pegawai	Operasional pengiriman TBS terhambat	Kurangnya kebijakan dan peraturan terkait kedisiplinan pegawai	Melakukan pencatatan absensi harian
	Pegawai tidak disiplin	Operasional terhambat	Kondisi kerja yang tidak ideal	Pengaturan jam kerja serta memberikan jam istirahat kerja
	Kualitas pegawai rendah	Operasional terhambat	Kurangnya program pengembangan pegawai	Melakukan monitoring kinerja pegawai
	Understaffed / kekurangan jumlah pegawai	Operasional terhambat	Kurangnya kebijakan dan peraturan terkait pembagian tugas pegawai	Melakukan proses rekrutmen pada bidang yang diperlukan
Kegagalan Human error	Dokumen bukti transaksi jual beli TBS hilang	Pencatatan keuangan menjadi tidak akurat	Kelalaian dalam pengarsipan	Mengarsipkan dokumen bukti transaksi pada tempat yang disediakan

Jenis Kegagalan (1)	Mode Kegagalan (2)	Dampak Mode Kegagalan (3)	Penyebab Mode Kegagalan (4)	Kontrol yang Dilakukan (5)
	Kehilangan peralatan kerja	Kinerja pegawai menurun	Kurangnya SOP	Pemeriksaan peralatan kerja di akhir jam kerja

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara terhadap beberapa *stakeholder*, ditemukan tiga jenis kegagalan, yaitu:

1. kegagalan pada proses perawatan kendaraan angkut;
2. kegagalan terkait sistem kepegawaian; dan
3. kegagalan akibat *human error*.

Kegagalan pada proses perawatan kendaraan angkut meliputi berbagai mode kegagalan, salah satu diantaranya yaitu kondisi kendaraan angkut yang tidak optimal. Mode kegagalan ini dapat menyebabkan kendaraan angkut mengalami kerusakan sehingga tidak bisa digunakan untuk mengangkut TBS. Hal ini disebabkan karena masih terdapat beberapa armada kendaraan angkut yang berusia cukup tua, sehingga lebih rentan terhadap kerusakan. Selama ini, proses kendali yang dilakukan pada PT X, yaitu dengan melakukan *corrective maintenance* untuk memperbaiki kerusakan kendaraan.

Data lengkap dari identifikasi risiko dapat dilihat pada Tabel 2. Mode kegagalan dapat dilihat pada kolom 2, dampak dari mode kegagalan dapat dilihat pada kolom 3, penyebab mode kegagalan dapat dilihat pada kolom 4, serta kontrol yang dilakukan dapat dilihat pada kolom 5.

Penilaian terhadap tiga parameter kegagalan yaitu *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D) dilakukan dengan wawancara terhadap pimpinan PT X. Nilai RPN dihitung dengan mengalikan ketiga parameter kegagalan. Hasil penilaian parameter kegagalan serta nilai RPN dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Penilaian Parameter Kegagalan dan RPN

Jenis Kegagalan (1)	Mode Kegagalan (2)	Severity (S) (3)	Occurrence (O) (4)	Detection (D) (5)	RPN (6)	Total RPN (7)
Kegagalan Perawatan Kendaraan Angkut	Kondisi kendaraan angkut tidak optimal	7	3	4	84	467
	Kekurangan suku cadang kendaraan angkut	7	3	3	63	
	Kekurangan bahan bakar	7	5	7	245	
	Kekurangan peralatan perbaikan	5	5	3	75	
Kegagalan Kepegawaian	Keterlambatan kehadiran pegawai	6	6	3	108	594
	Pegawai tidak disiplin	6	7	3	126	
	Kualitas pegawai rendah	6	7	4	168	
	<i>Understaffed</i> / kekurangan jumlah pegawai	8	6	4	192	
Kegagalan Human error	Dokumen bukti transaksi jual beli TBS hilang	4	6	3	75	129
	Kehilangan peralatan kerja	3	6	3	54	

Berdasarkan perhitungan RPN, lima risiko dengan RPN terbesar yaitu: kekurangan bahan bakar; *understaffed*/kekurangan jumlah pegawai; kualitas pegawai rendah; pegawai tidak disiplin; serta keterlambatan kehadiran pegawai. Langkah mitigasi dirancang untuk meminimalisir 5 risiko terbesar. Rangkuman langkah mitigasi ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Saran Mitigasi untuk 5 Risiko Terbesar

Mode Kegagalan (1)	RPN (2)	Saran Mitigasi (3)
Kekurangan bahan bakar	245	1. Mempertimbangkan untuk membeli solar industri yang dijual oleh distributor resmi secara B2B
<i>Understaffed</i> / kekurangan jumlah pegawai	192	1. Melakukan proses rekrutmen dan seleksi
Kualitas pegawai rendah	168	1. Perbaiki proses rekrutmen dan seleksi 2. Menyediakan program pelatihan dan pengembangan 3. Menerapkan sistem evaluasi kinerja yang transparan 4. Memberikan insentif untuk pegawai yang menunjukkan disiplin dan produktivitas tinggi 5. Membangun budaya kerja yang positif 6. Melakukan komunikasi dan umpan balik terbuka
Pegawai tidak disiplin	126	1. Melakukan analisis kondisi kerja serta pemeriksaan kesehatan pegawai 2. Mengatur jadwal <i>break</i> atau istirahat pegawai 3. Melakukan pengaturan lingkungan kerja seperti menyediakan pencahayaan yang cukup, serta menyediakan ruangan khusus untuk <i>break</i> atau istirahat 4. Memberikan insentif untuk pegawai yang menunjukkan disiplin dan produktivitas tinggi
Keterlambatan kehadiran pegawai	108	1. Menetapkan kebijakan dan aturan yang jelas terkait kehadiran pegawai 2. Menggunakan teknologi sistem absensi berbasis teknologi untuk membantu memonitor kehadiran pegawai dan mengidentifikasi pola keterlambatan

IV. SIMPULAN

Penggunaan FMEA dalam analisis risiko dapat memodelkan kondisi kualitatif, menjadi risiko-risiko yang dapat dinilai secara kuantitatif. Hal ini menjadi penting dalam melakukan perancangan langkah mitigasi yang dapat dilakukan, sehingga prioritas langkah mitigasi dapat disesuaikan dengan ketersediaan sumberdaya dari organisasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat tiga kategori utama kegagalan, yaitu kegagalan pada perawatan kendaraan angkut, sistem kepegawaian, dan *human error*. Dari identifikasi risiko tersebut, lima risiko kritis dengan nilai RPN tertinggi teridentifikasi, yaitu kekurangan bahan bakar, kekurangan jumlah pegawai (*understaffed*), kualitas pegawai yang rendah, ketidakdisiplinan pegawai, dan keterlambatan kehadiran pegawai. Berdasarkan temuan tersebut, dirancang langkah-langkah mitigasi untuk mengurangi risiko-risiko tersebut, seperti peningkatan pelatihan pegawai, perbaikan proses rekrutmen, pengadaan bahan bakar yang lebih efisien, serta penerapan sistem monitoring yang lebih baik.

Risiko pada operasional distributor TBS PT X telah diidentifikasi, dianalisis, serta dilakukan rancangan langkah mitigasi untuk perbaikan proses operasional. Akan tetapi masih batasan pada penelitian ini. Beberapa risiko yang terkait dengan operasional pada proses bongkar muat TBS di PKS masih belum dapat sepenuhnya dianalisis. Hal ini dikarenakan proses perizinan observasi pada PKS terkait yang masih terhambat. Untuk penelitian selanjutnya, perlu dilakukan analisis risiko secara keseluruhan yang dapat mencakup beberapa mata rantai pasok dari TBS.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, M. A., & Al-Faritsy, A. Z. (2021). Usulan Perbaikan Kualitas Produk Roti Bolu dengan Metode Six Sigma dan FMEA. *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 3(2), 73–80.
- Armah, K. D., Biney, M., & Agbolosoo, J. A. (2024). Sustainable Supply Chain Management Practices in the Agri-Palm Industry: A Comprehensive Impact Assessment of the Indofood Agribusiness CPO Division. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 1359(012047).
- Ayompe, L. M., Nkongho, R. N., Masso, C., & Egoh, B. N. (2021). Does Investment in Palm Oil Trade Alleviate Smallholders from Poverty in Africa? Investigating Profitability from a Biodiversity Hotspot, Cameroon. *PLoS ONE*, 16(9), e0256498.
- Dianto, F., Efendi, D., & Wachjar, A. (2017). Pengelolaan Panen Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Pelantaran Agro Estate, Kota Waringin Timur, Kalimantan Tengah. *Buletin Agrohorti*, 5(3), 410–417.
- Hasibuan, H. A. (2020). Penentuan Rendemen, Mutu dan Komposisi Kimia Minyak Sawit dan Minyak Inti Sawit Tandan Buah Segar Bervariasi Kematangan sebagai Dasar untuk Penetapan Standar Kematangan Panen. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 28(3), 123–132.
- Hidayatullah, T. (2023). Analisis Empiris Produksi Kelapa Sawit terhadap Tingkat Kesejahteraan Petani. *Jurnal Budget : Isu dan Masalah Keuangan Negara*, 8(1), 156–175.
- Iskandar, Y. A., Sukarno, I., & Sabani, I. N. (2023). Pengembangan Model Optimasi Suplai Tandan Buah Segar dengan Goal Programming di PKS Tanjung Seumantoh PTPN I. *Matrik : Jurnal Manajemen dan Teknik Industri Produksi*, 23(2), 165–178.
- Ismoyojati, R., & Ikhsan, N. (2024). Analisis Risiko Usahatani Kelapa Sawit di Kecamatan Sematu Jaya Kabupaten Lamandau. *JIA (Jurnal Ilmiah Agribisnis) : Jurnal Agribisnis dan Ilmu Sosial Ekonomi Pertanian*, 9(3), 249–258.
- Iswajuni, I., Soetedjo, S., & Manasikana, A. (2018). Pengaruh Enterprise Risk Management (ERM) terhadap Nilai Perusahaan pada Perusahaan Manufaktur yang Terdaftar di Bursa Efek. *Journal of Applied Managerial Accounting*, 2(2), 275–281.
- Khiyarinnisa, F., Utomo, D. S., & Sukmono, D. (2025). Analisis Risiko pada Proses Produksi Roti dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Pendekatan Kaizen (Studi Kasus: XYZ Bakery). *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 15(1), 59–67.
- Levia, D., & Mhubaligh. (2023). Analisis Proses Produksi CPO untuk Mengidentifikasi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Mutu CPO. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 2(2), 82–89.
- Lou, S. S., Dewey, M. M., Bollini, M., Harford, D., Ingold, C., Wildes, T. S., Stevens, T., Martin, J. L., Grossman, B. J., & Kangrga, I. (2023). Reducing Perioperative Red Blood Cell Unit Issue Orders, Returns, and Waste Using Failure Modes and Effects Analysis. *Transfusion*, 63(4), 755–762.
- Maisarah, M., & Dian, R. (2024). Metode Life Cycle Assessment (LCA) dalam Penilaian Dampak Lingkungan Industri Kelapa Sawit untuk Kelapa Sawit Berkelanjutan. *Tabela Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 2(1), 15–23.
- Nurkhoiry, R., & Oktarina, S. D. (2020). How does COVID-19 Impact Oil Palm Management Practices in Indonesia? *International Journal of Oil Palm*, 3(2), 56–67.
- Obeth, E., Fahrizal, & Hidayatullah, F. F. (2022). Analisa Potensi Bahaya Pabrik Kelapa Sawit di Desa Jambuk, Kecamatan Bongan, Kalimantan Timur. *Buletin Poltanesa*, 23(2), 719–724.
- Panggabean, B. T., Hutabarat, S., & Muwardi, D. (2023). Strategi Peremajaan Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat Kabupaten Rokan Hilir. *JURNAL TRITON*, 14(1), 216–230.
- Primadasa, R. (2020). Kerangka Kerja Sustainable Supply Chain Risk Management Industri Kelapa Sawit Di Indonesia. *Journal of Industrial Engineering and Technology*, 1(1), 47–61.
- Purnomo, N. D., Mindhayani, I., Permatasari, I., & Suhartono, S. (2023). Analisis Kualitas Produksi Flends Menggunakan Metode Six Sigma dan FMEA. *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 5(2), 99–107.
- Rahayu, N. F., Hardjomidjojo, H., & Raharja, S. (2021). Analisis Value Chain dan Margin Pemasaran Rantai Pasok Tandan Buah Segar Sawit Rakyat di Kabupaten Bengkulu. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 22(2), 109–120.
- Rahmi, H., Andrean, K., & Hasibuan, A. (2024). Optimalisasi Manajemen Risiko untuk Keberlanjutan Perusahaan Industri di Era Digital. *Factory Jurnal Industri, Manajemen dan Rekayasa Sistem Industri*, 3(1), 37–40.
- Ramli, U. S., Tahir, N. I., Rozali, N. L., Othman, A., Muhammad, N. H., Muhammad, S. A., Ahmad Tarmizi, A. H., Hashim, N., Sambanthamurthi, R., Singh, R., Abd Manaf, M. A., & Ahmad Parveez, G. K. (2020). Sustainable Palm Oil—The Role of Screening and Advanced Analytical Techniques for Geographical Traceability and Authenticity Verification. *Molecules*, 25(12), 2927.
- Ridha, A. E., Bahri, M. I., Dermawan, A. A., Irawan, H. T., Irawan, R., Akmal, A. K., & Pamungkas, I. (2022). Pengukuran Kesenjangan Produktivitas Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) pada Kelas Kesesuaian Lahan S2 di Divisi II Kebun Matapao PT. Socfindo. *Jurnal Optimalisasi*, 8(2), 187–192.

- Shuwaibatul Aslamiah Ghazalli, Hazlina Selamat, Nurulaqilla Khamis, & Mohammad Fadzli Haniff. (2023). Short Review on Palm Oil Fresh Fruit Bunches Ripeness and Classification Technique. *Journal of Advanced Research in Applied Mechanics*, 106(1), 37–47.
- Suardi, T. F., Noor, T. I., & Setiawan, I. (2019). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja Pemanen Kelapa Sawit di PT. Perkebunan Nusantara III (Persero) Medan. *Agricore: Jurnal Agribisnis dan Sosial Ekonomi Pertanian Unpad*, 4(1), 612–621.
- Turgay, S., & Aydin, A. (2023). Risk Mitigation for SMEs: A Step-by-Step Guide to Implementing an Effective Framework. *Financial Engineering and Risk Management*, 6(8), 71–80.
- Wildayana, E. (2016). Pendekatan Pengendalian Fluktuasi Harga Tandan Buah Segar Terhadap Pendapatan Petani Kelapa Sawit. *HABITAT*, 27(3), 103–108.