

Analisis Penyebab Penurunan Produktivitas dan Kualitas *Crude Palm Oil* (CPO) Menggunakan Metode *Failure Mode And Effects Analysis* (FMEA) pada Kebun Adolina PTPN IV

Rido Sinaga^{1*}, Jusra Tampubolon²

¹⁻²PUI Product Design, Universitas Prima Indonesia, Indonesia

Email: ridosinaga2005@gmail.com^{1*}, jusratampubolon@unprimdn.ac.id²

*Korespondensi penulis: ridosinaga2005@gamil.com¹

Abstract. *This study employs the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) method to examine the reasons behind the decrease in Crude Palm Oil (CPO) productivity and quality at the Adolina Plantation of PTPN IV. Plantation production data for the previous four years and CPO quality data based on impurity content metrics are among the data used. The study's findings show that, with a drop of 0.95 tons/ha/year, or 3.97%, the average realized productivity of 22.96 tons/ha/year is still below the RKAP target of 23.90 tons/ha/year. Several divisions, particularly Division 5, saw the most decline. With a standard deviation of 0.0107, the average CPO impurity level was 0.023% with a range of 0.01%–0.04%, which still satisfies quality standards but exhibits variability. According to the FMEA analysis, delays in processing Fresh Fruit Bunches (FFB), with a Risk Priority Number (RPN) of 315, and inefficient fruit sorting, with an RPN of 240, were the primary causes of the drop in CPO output and quality. The findings demonstrated that initial processing and raw material management were more of the primary issues than machine technical issues. It is anticipated that this research would give businesses a foundation for deciding on corrective actions to maximize CPO productivity and quality.*

Keywords: *CPO Quality; FMEA; Impurity Content; Productivity; RPN.*

Abstrak. Studi ini menggunakan metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) untuk meneliti alasan di balik penurunan produktivitas dan kualitas Minyak Sawit Mentah (CPO) di Perkebunan Adolina PTPN IV. Data produksi perkebunan selama empat tahun terakhir dan data kualitas CPO berdasarkan metrik kandungan pengotor termasuk di antara data yang digunakan. Temuan studi menunjukkan bahwa, dengan penurunan sebesar 0,95 ton/ha/tahun, atau 3,97%, produktivitas rata-rata yang terealisasi sebesar 22,96 ton/ha/tahun masih di bawah target RKAP sebesar 23,90 ton/ha/tahun. Beberapa divisi, khususnya Divisi 5, mengalami penurunan paling besar. Dengan standar deviasi 0,0107, tingkat pengotor CPO rata-rata adalah 0,023% dengan kisaran 0,01%–0,04%, yang masih memenuhi standar kualitas tetapi menunjukkan variabilitas. Menurut analisis FMEA, keterlambatan dalam pengolahan Tandan Buah Segar (FFB), dengan Nomor Prioritas Risiko (RPN) sebesar 315, dan penyortiran buah yang tidak efisien, dengan RPN sebesar 240, merupakan penyebab utama penurunan produksi dan kualitas CPO. Temuan menunjukkan bahwa pengolahan awal dan manajemen bahan baku lebih menjadi masalah utama daripada masalah teknis mesin. Diharapkan penelitian ini akan memberikan dasar bagi bisnis untuk memutuskan tindakan korektif guna memaksimalkan produktivitas dan kualitas CPO.

Kata kunci: FMEA; Kadar Kotoran; Kualitas CPO; Produktivitas; RPN.

1. LATAR BELAKANG

Salah satu elemen penting dalam perekonomian Indonesia adalah industri kelapa sawit. Hasil utamanya, minyak sawit mentah (KSA), merupakan komoditas ekspor utama dengan nilai ekonomi yang signifikan. Usaha perkebunan harus mempertahankan produktivitas dan kualitas optimal dalam proses produksinya untuk memenuhi tujuan yang diuraikan dalam Rencana Kerja dan Anggaran (RKAP) Perusahaan.

Produktivitas perkebunan kelapa sawit sering dinyatakan dalam ton per hektar per tahun (Ton/Ha/Tahun). Manajemen perkebunan yang sukses, mulai dari pemeliharaan tanaman dan panen hingga transportasi, tercermin dalam produktivitas yang tinggi. Namun, terdapat

perbedaan yang jelas antara target (RKAP) dan produksi aktual dalam sejumlah kategori berdasarkan data produktivitas dari Perkebunan Adolina selama empat tahun terakhir. Bahkan, produksi aktual terkadang kurang dari target yang telah ditetapkan. Hal ini menunjukkan adanya masalah operasional yang dapat memengaruhi kinerja bisnis.

Produktivitas itu penting, tetapi kualitas hasil juga penting. Jumlah kontaminan merupakan salah satu ukuran kualitas KSA. Jumlah kontaminan yang tinggi dapat menurunkan kualitas kelapa sawit dan memengaruhi nilai pasar produk. Data observasi menunjukkan bahwa tingkat pengotor CPO bervariasi di sejumlah sampel, yang mengindikasikan adanya ketidakberaturan dalam penanganan dan pengolahan bahan baku. Perusahaan mungkin akan mengalami kerugian akibat keadaan ini, baik dari segi kualitas produk maupun daya saing pasar.

Masalah-masalah dalam produksi dan kualitas ini terkait erat dengan sejumlah faktor penyebab, termasuk kesalahan panen, keterlambatan transportasi, kerusakan peralatan, dan pengolahan pabrik yang tidak memadai. Akibatnya, diperlukan suatu proses untuk secara metodis menemukan, mengevaluasi, dan memberi peringkat setiap cacat sistem produksi.

Analisis Mode Kegagalan dan Dampak (FMEA) adalah salah satu teknik tersebut. FMEA adalah teknik analisis risiko yang menemukan berbagai kemungkinan mode kegagalan, memeriksa penyebab dan dampaknya, dan menetapkan prioritas risiko dengan menghitung Angka Prioritas Risiko (RPN). Dengan menggunakan pendekatan ini, bisnis dapat menentukan elemen-elemen yang memiliki dampak terbesar pada penurunan produktivitas dan kualitas, sehingga memungkinkan implementasi tindakan perbaikan yang sesuai dan berhasil.

Deskripsi ini menunjukkan perlunya penelitian yang berfokus pada pemeriksaan alasan di balik kegagalan proses produksi minyak sawit yang memengaruhi produktivitas dan kualitas CPO. Dengan demikian, judul penelitian ini adalah "Analisis Penyebab Penurunan Produktivitas dan Kualitas Minyak Sawit Mentah (CPO) Menggunakan Metode Analisis Mode Kegagalan dan Dampak (FMEA) di Perkebunan Adolina PTPN IV."

2. KAJIAN TEORITIS

Karena secara langsung memengaruhi keuntungan bisnis, produktivitas di pabrik minyak sawit merupakan pertimbangan penting. Produktivitas tinggi akan meningkatkan produksi CPO, yang akan meningkatkan keuntungan bisnis. Di sisi lain, bisnis akan mengalami kerugian akibat penurunan produksi dan biaya operasional yang lebih tinggi jika produktivitas menurun.

Ada sejumlah alasan mengapa sektor minyak sawit mungkin kurang produktif, termasuk:

- a. Kerusakan mesin produksi
- b. Banyak waktu henti mesin
- c. Bahan baku berkualitas rendah untuk FFB
- d. Keterlambatan pemrosesan
- e. Kehilangan minyak
- f. Kesalahan operator
- g. Pengawasan yang tidak memadai terhadap proses produksi
- h. Proses tenaga kerja yang tidak efisien

Produktivitas dalam proses pengolahan CPO dapat dinilai menggunakan:

- a. kuantitas CPO yang dihasilkan;
- b. kapasitas produksi;
- c. efisiensi mesin;
- d. hasil minyak; dan
- e. tingkat kehilangan minyak selama proses produksi.

Diperlukan studi untuk menentukan akar penyebab penurunan tersebut karena produktivitas rendah merupakan tanda adanya masalah pada sistem produksi. Untuk menentukan faktor-faktor kegagalan yang menyebabkan penurunan produksi di Perkebunan Adolina PTPN IV, penelitian ini menggunakan metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA).”

Kualitas Crude Palm Oil (CPO)

Kualitas merupakan tingkat kesesuaian suatu produk terhadap standar yang telah ditetapkan serta kemampuan produk dalam memenuhi kebutuhan dan harapan konsumen. Kualitas menjadi faktor penting dalam dunia industri karena sangat mempengaruhi daya saing produk di pasar. Dalam industri kelapa sawit, kualitas Crude Palm Oil (CPO) menjadi indikator utama keberhasilan proses produksi. CPO yang berkualitas baik akan memiliki nilai jual tinggi dan lebih mudah diterima oleh pasar internasional.

Menurut Juran & De Feo (2017), kualitas adalah kesesuaian suatu produk terhadap kebutuhan pengguna atau pelanggan, dan bebas dari kekurangan, yang dapat dicapai melalui proses yang direncanakan dan dikendalikan secara sistematis (Magang, 2025).

Kualitas CPO umumnya ditentukan berdasarkan beberapa parameter utama, yaitu:

Free Fatty Acid (FFA)

Indikator utama kualitas CPO adalah Asam Lemak Bebas (FFA). Kadar FFA yang tinggi menunjukkan bahwa oksidasi dan hidrolisis telah merusak minyak.

Kadar FFA yang tinggi dapat disebabkan oleh:

- a. Penundaan pengolahan tandan buah segar (FFB),
- b. Pengawetan buah yang terlalu lama,
- c. Buah yang terlalu matang,
- d. Kerusakan buah yang terjadi selama panen, dan
- e. Aktivitas enzim lipase.
- f. Kualitas minyak sawit yang dihasilkan meningkat seiring dengan penurunan kadar FFA.

Kadar air

Kadar air yang tinggi dapat mendorong perkembangan mikroba dan mempercepat degradasi minyak. Biasanya, kadar air yang tinggi disebabkan oleh:

- a. Pengering vakum yang rusak,
- b. Prosedur pengeringan yang tidak memadai, dan
- c. Kebocoran peralatan produksi.

Kadar kotoran

Jumlah material asing dalam minyak sawit, seperti pasir, lumpur, serat, dan partikel lainnya, ditunjukkan oleh kadar kotoran. Kotoran yang berlebihan dapat menurunkan kualitas minyak dan mencegahnya untuk diproses lebih lanjut.

Minyak sawit mentah (CPO) berkualitas rendah dapat mengakibatkan:

- a. Penurunan harga jual
- b. Kenaikan biaya produksi,
- c. Keluhan konsumen, dan
- d. Kerugian bagi perusahaan.

Oleh karena itu, pengendalian mutu merupakan langkah penting dalam proses pengolahan CPO.

Minyak mentah yang diperoleh dari ekstraksi daging buah sawit dikenal sebagai minyak sawit mentah (CPO). Salah satu komoditas paling berharga di Indonesia dan sumber utama keuntungan devisa negara adalah minyak sawit.

Terdapat berbagai tahapan produksi dalam proses pengolahan CPO, termasuk:

Pengambilan Tandan Buah Segar (FFB)

- a. Sterilisasi
- b. Penggilingan

- c. Pencernaan
- d. Pengepresan
- e. Penjelasan
- f. Pemurnian minyak
- g. Penyimpanan CPO

Setiap tahapan produksi berpotensi gagal, yang dapat berdampak pada produktivitas dan kualitas. Seluruh hasil produksi akan terpengaruh jika salah satu tahapan terganggu. Selama proses pengolahan CPO,

Semakin besar oil losses maka semakin rendah produktivitas perusahaan. Selain itu, kualitas bahan baku TBS juga sangat menentukan kualitas CPO yang dihasilkan. Buah yang matang sempurna akan menghasilkan rendemen minyak yang tinggi, sedangkan buah mentah atau terlalu matang dapat menurunkan kualitas minyak.

Pengendalian Kualitas

Tujuan pengendalian mutu adalah untuk mengawasi atau mengatur proses produksi sehingga produk akhir memenuhi persyaratan dan standar mutu yang telah ditentukan. Unsur-unsur terpenting di antara beberapa masalah yang menghambat operasi proses produksi yang efisien dapat ditemukan melalui penerapan pengendalian mutu. Standar mutu dapat berubah jika proses produksi terganggu. Akibatnya, upaya dilakukan untuk mengurangi unsur-unsur tersebut (GAOL, 2017).

Berikut adalah beberapa keuntungan menerapkan pengendalian mutu:

- a. Menawarkan pengendalian mutu yang nyata. Dengan memasukkan mutu ke dalam setiap tahap proses, pengendalian mutu memungkinkan produksi barang yang memenuhi persyaratan dan standar mutu yang diperlukan.
- b. Ketika diintegrasikan dengan pengendalian proses, pengendalian mutu dapat membantu bisnis dan karyawan dalam mengidentifikasi dan menghilangkan faktor-faktor yang menghambat operasi proses yang efisien.

Pemantauan proses produksi untuk memastikan produk akhir memenuhi persyaratan mutu perusahaan dikenal sebagai pengendalian mutu.

Berikut adalah tujuan pengendalian mutu:

- a. Mempertahankan tingkat kualitas produk yang konstan
- b. Mengurangi cacat produk
- c. Mengurangi pemborosan bahan baku
- d. Meningkatkan efektivitas produksi
- e. Meningkatkan kepuasan pelanggan

Pengendalian mutu di sektor minyak sawit diimplementasikan mulai dari:

- a. Pemilihan bahan baku,
- b. Proses perebusan,
- c. Penerapan tekanan, Untuk memastikan kejernihan, Penyimpanan minyak.

Pengendalian mutu yang efektif dapat menguntungkan bisnis:

- a. Meminimalkan kerusakan produk
- b. Meningkatkan efektivitas prosedur, dan
- c. Mempertahankan tingkat kualitas CPO yang stabil.

Teknik pengendalian mutu yang sering digunakan meliputi: 1. SQC, atau pengendalian mutu statistik; 2. Six Sigma; 3. Kaizen; 4. Analisis Mode Kegagalan dan Dampak (FMEA).

Pendekatan FMEA dipilih untuk penelitian ini. Risiko Produksi

Risiko produksi kelapa sawit terutama proses produksi di on-farm lebih besar dibanding dengan produksi di off-farm karena proses produksi di kebun (on-farm) secara alamiah sangat tergantung pada kondisi lingkungan eksternal, seperti tanah, iklim (antara lain: curah hujan, sinar matahari, suhu udara, kecepatan angin). Dampak dari kondisi lingkungan eksternal yang tidak mampu dikontrol akan menjadi risiko yang bersifat menurunkan pencapaian produktivitas. Berbeda dengan proses produksi di off-farm yang lebih dapat dikontrol mengingat pengaruh lingkungan eksternal lebih dapat dikelola. Ketergantungan terhadap kondisi iklim dan tanah merupakan salah satu karakteristik yang harus dicermati dan diantisipasi sehingga risiko yang terjadi menjadi minimal (Dahliani, 2020).

Risiko pada subsistem pabrik pengolahan (CPO) adalah risiko rendahnya rendemen, risiko tingginya losses, risiko stagnansi pabrik, dan risiko tingginya kandungan asam lemak bebas. Risk Priority Number (RPN) adalah ukuran yang digunakan ketika menilai risiko berkisar dari 1 (terbaik mutlak) hingga 1000 (absolut terburuk) (*DI KEBUN KELAPA SAWIT Lili Dahliani, n.d.*)

Risiko produksi adalah kemungkinan terjadinya gangguan dalam proses produksi yang menyebabkan target produksi tidak tercapai.

Risiko produksi pada industri kelapa sawit meliputi:

- a. Kerusakan mesin,
- b. Keterlambatan pengolahan,
- c. Kehilangan minyak,
- d. Rendahnya kualitas TBS,
- e. Kesalahan operator,

f. Gangguan utilitas.

FMEA digunakan sebagai metode identifikasi risiko produksi karena mampu menentukan prioritas risiko berdasarkan tingkat kritisnya. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa pendekatan FMEA efektif dalam identifikasi risiko produksi CPO dan menentukan tindakan korektif prioritas (Anizar et al., 2021).”

Pemeliharaan mesin (Maintenance)

Pemeliharaan mesin merupakan kegiatan menjaga kondisi mesin agar tetap bekerja secara optimal dan mencegah terjadinya kerusakan selama proses produksi. Dalam industri pengolahan CPO, mesin menjadi faktor utama yang menentukan kelancaran proses produksi. Kerusakan mesin dapat menyebabkan:

- a. Downtime produksi,
- b. Keterlambatan proses,
- c. Meningkatnya oil losses,
- d. Penurunan kualitas CPO.

Jenis pemeliharaan mesin meliputi:

- a. Preventive Maintenance
- b. Corrective Maintenance
- c. Predictive Maintenance

Mesin yang sering mengalami gangguan pada pabrik kelapa sawit antara lain:

- a. Sterilizer,
- b. Screw press,
- c. Digester,
- d. Ripple mill,
- e. Vacuum dryer.

Penelitian pada PTPN IV Adolina menunjukkan bahwa kerusakan ripple mill menyebabkan penurunan efisiensi produksi akibat keausan rotor bar dan pengaturan mesin yang tidak tepat (Manalu et al., 2025).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan “desain penelitian kuantitatif. Penelitian yang sangat bergantung pada angka di setiap tahap, mulai dari pengumpulan dan interpretasi data hingga temuan atau kesimpulan, disebut sebagai penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif terutama menggunakan visual, tabel, grafik, dan tampilan lain untuk menunjukkan dan menginterpretasikan angka (Merencanakan, n.d.). Sugiyono (2007; 13) mendefinisikan metode

penelitian kuantitatif sebagai teknik penelitian berbasis filosofi positif yang diterapkan pada populasi atau kelompok tertentu. Alat penelitian digunakan untuk pengumpulan data, metode pengambilan keputusan sampel seringkali acak, dan analisis data bersifat kuantitatif atau statistik dengan tujuan menguji hipotesis yang telah ditetapkan sebelumnya (Pada et al., 2017).

Metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) digunakan dalam penelitian ini. FMEA adalah program untuk pengendalian dan peningkatan kualitas yang dapat mencegah suatu proses atau produk dari kegagalan. "FMEA adalah metodologi analisis yang digunakan untuk menjamin potensi masalah dalam produk dan proses dipertimbangkan dan ditangani sepenuhnya melalui peningkatan proses" demikian definisi Chrysler (2008). McDermott (2009) menyatakan bahwa "FMEA adalah strategi sistematis dalam mengidentifikasi dan mencegah masalah yang muncul pada produk dan proses" (Setiawan & Puspitasari, 2016).

Analisis Mode Kegagalan dan Dampak (FMEA) adalah metode untuk menilai tingkat keandalan suatu sistem guna memastikan konsekuensi dari kegagalan sistem atau metode apa pun yang termasuk dalam cacat/kegagalan desain, kondisi di luar batas spesifikasi yang ditentukan, atau perubahan pada produk yang menyebabkan gangguan pada fungsi produk (Bastuti dkk., 2018).

Produktivitas

Keefektifan penggunaan sumber daya untuk menghasilkan output diukur dengan produktivitas. Mali (1978) mendefinisikan produktivitas sebagai rasio output terhadap sumber daya (BERBAGAI PANDANGAN TENTANG PRODUKTIVITAS, SUWARTO, Fakultas Ekonomi, Universitas Slamet Riyadi, Surakarta, 2009). Produktivitas di perkebunan kelapa sawit sering dinyatakan dalam ton/ha/tahun. Manajemen perkebunan yang baik, mulai dari perawatan tanaman dan pemupukan hingga panen, ditunjukkan oleh tingkat produktivitas yang tinggi. Di sisi lain, sejumlah hal dapat menyebabkan produktivitas rendah, termasuk:

Metode budidaya yang tidak memadai Kerusakan tanaman Manajemen tenaga kerja yang tidak efisien

Kualitas Minyak Sawit Mentah (CPO)

Nilai pasar Minyak Sawit Mentah (CPO) sebagian besar ditentukan oleh kualitasnya. Kandungan pengotor merupakan salah satu penanda utama kualitas CPO. Tingkat pengotor yang tinggi dapat menurunkan kualitas minyak dan mengganggu proses selanjutnya, menurut Asosiasi Minyak Sawit Indonesia.

Para ahli dan standar industri menyatakan bahwa kadar Asam Lemak Bebas (FFA) rendah (<5%), kadar air minimal (<0,5%), dan kadar pengotor rendah (<0,5%) adalah tiga faktor utama yang menentukan kualitas Minyak Sawit Mentah (CPO). Warna merah-oranye

dan kadar trigliserida tinggi, yang menunjukkan tingkat oksidasi rendah, merupakan indikator kualitas yang baik (Agroindustri dkk., 2026). Kualitas CPO yang rendah ditunjukkan oleh kadar FFA yang tinggi (biasanya >5%), yang sering disebabkan oleh pematangan buah yang tidak tepat atau pemrosesan yang tertunda (Pendik, 2010). Konsentrasi air yang tinggi dapat mempercepat proses oksidasi dan hidrolisis, meningkatkan FFA dan menurunkan stabilitas minyak, yang memperburuk kualitas (Lengke dkk., 2024). Di antara variabel yang memengaruhi kadar pengotor adalah: Kualitas bahan baku”

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data dalam “penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Kebun Adolina PTPN IV. Data yang digunakan meliputi data produktivitas kebun dan data kualitas Crude Palm Oil (CPO) berupa kadar kotoran (dirt content). Data tersebut digunakan untuk menganalisis penyebab penurunan produktivitas dan kualitas CPO menggunakan metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA).”

Tabel 1. Data Produktivitas (Ton/HA/Tahun) Kebun Adolina.

Tabel 1: Data Produktivitas (Ton/T/1/1 Tahun) Realisasi Adoma.													
AFD ELIN G	4TAHUNTERAKHIR								JUMLAH4TAH UNTERAKHIR		RATA- RATA4TAHU NTERAKHIR		SELISIH(REALISA SI-RKAP)
	2019		2020		2021		2022		RKAP	REALI SASI	RKA P	REA LISA SI	
	PRODUKT IVITAS		PRODUKT IVITAS		PRODUKT IVITAS		PRODUKT IVITAS						
	R K AP	REA LISA SI	R K AP	REA LISA SI	R K AP	REA LISA SI	R K AP	REA LISA SI					
1	17,66	16,71	17,32	14,67	22,01	23,26	24,00	24,93	19,52	18,77	19,52	18,77	-0,75
2	23,37	22,22	21,63	20,90	23,88	23,97	26,24	22,64	23,73	22,40	23,73	22,40	-1,33
3	28,67	25,81	29,87	30,34	29,21	30,82	33,23	32,79	30,29	30,02	30,29	30,02	-0,26
4	25,29	23,46	26,57	25,16	20,44	20,45	25,22	22,71	24,08	22,68	24,08	22,68	-1,40
5	16,37	13,10	21,06	18,53	27,69	27,75	34,49	24,63	22,26	18,69	22,26	18,69	-3,58
6	15,47	16,87	15,00	15,37	23,48	28,57	34,23	26,79	19,78	19,99	19,78	19,99	0,20
7	22,16	20,08	22,17	20,23	20,05	20,14	19,86	19,48	21,06	19,98	21,06	19,98	-1,08
8	21,79	21,10	21,22	23,12	22,36	23,39	26,61	25,21	22,88	23,14	22,88	23,14	0,26
9	30,38	27,01	27,71	30,51	29,00	31,09	29,77	29,39	29,22	29,50	29,22	29,50	0,28
ADO LINA	22,06	20,30	22,64	21,97	23,92	24,83	27,40	25,19	23,90	22,96	23,90	22,96	-0,95

Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa rata-rata realisasi produktivitas Kebun Adolina sebesar 22,96 ton/ha/tahun masih berada di bawah target RKAP sebesar 23,90 ton/ha/tahun. Hal ini menunjukkan adanya penurunan produktivitas kebun.

Tabel 2. Data Hasil % Kadar Kotoran Crude Palm Oil (CPO).

No	Tanggal Analisa	Nama Sampel	Ketebalan Minyak (cm)	Kadar Kotoran (%)
1	04/07/2025	CrudePalm Oil	45	0,01
2	05/07/2025	CrudePalm Oil	46	0,01
3	07/07/2025	CrudePalm Oil	35	0,03
4	08/07/2025	CrudePalm Oil	40	0,02
5	09/07/2025	CrudePalm Oil	35	0,03
6	10/07/2025	CrudePalm Oil	40	0,02
7	11/07/2025	CrudePalm Oil	33	0,04

Data kualitas CPO diperoleh dari hasil pengujian laboratorium terhadap kadar kotoran (dirt content) pada minyak sawit mentah (CPO). Data tersebut menunjukkan bahwa kadar kotoran CPO mengalami variasi antara 0,01% hingga 0,04%. Variasi ini mengindikasikan adanya ketidakstabilan dalam proses pengolahan CPO.

Pengolahan Data

Pengolahan data “dilakukan berdasarkan data produktivitas Kebun Adolina dan data kualitas Crude Palm Oil (CPO) berupa kadar kotoran (dirt content). Selanjutnya dilakukan analisis menggunakan metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) untuk mengetahui prioritas penyebab penurunan produktivitas dan kualitas CPO.”

Perhitungan produktivitas Berdasarkan data yang ada:

- Total rata-rata RKAP sebesar 23,90 ton/ha/tahun
- Total rata-rata realisasi 22,96 ton/ha/tahun

$$\begin{aligned}
 \text{Selisih} &= \text{Realisasi} - \text{RKAP} \\
 &= 22,96 - 23,90 \\
 &= -0,95 \text{ ton/ha/tahun}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan selisih tersebut penurunan produktivitas sebesar 0,95 ton/ha/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa produktivitas aktual belum mampu mencapai target yang telah ditetapkan perusahaan.

$$\text{Penurunan (\%)} = \frac{-0,95}{23,90} \times 100\% = -3,97\%$$

Persentase penurunan produktivitas turun sekitar 3,97% dari target.

Berdasarkan data, terdapat variasi produktivitas antar afdeling. Beberapa afdeling mengalami penurunan signifikan, yaitu:

- Afdeling 5: -3,58 ton/ha/tahun
- Afdeling 4: -1,40 ton/ha/tahun

c. Afdeling 2: -1,33 ton/ha/tahun

Sebaliknya, beberapa afdeling menunjukkan kinerja positif, seperti Afdeling 6, 8, dan 9. Perbedaan ini menunjukkan adanya ketidakseimbangan dalam pengelolaan kebun, yang dapat disebabkan oleh:

- a. Perbedaan kualitas tanaman
- b. Sistem pemanenan
- c. Manajemen tenaga kerja
- d. Kondisi lahan

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa rata-rata realisasi produktivitas Kebun Adolina sebesar 22,96 ton/ha/tahun masih berada di bawah target RKAP sebesar 23,90 ton/ha/tahun, dengan selisih sebesar -0,95 ton/ha/tahun. Kondisi ini menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara perencanaan dan realisasi produksi.

Jika dikaitkan dengan hasil penelitian, maka penurunan produktivitas di Kebun Adolina mengindikasikan adanya kelemahan pada aspek pengendalian operasional, terutama di beberapa afdeling seperti Afdeling 5 yang menunjukkan selisih terbesar. Selain itu, menurut Pahan (2012), dalam budidaya kelapa sawit, produktivitas sangat dipengaruhi oleh:

- a. Umur tanaman
- b. Pemupukan
- c. Perawatan tanaman
- d. Ketepatan waktu panen

Keterlambatan panen dapat menyebabkan buah menjadi terlalu matang (overripe), sehingga berpotensi menurunkan rendemen minyak dan meningkatkan kehilangan hasil (losses). Hal ini sejalan dengan kondisi yang ditemukan dalam penelitian, dimana terdapat indikasi panen tidak tepat waktu sebagai salah satu penyebab utama penurunan produktivitas. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penurunan produktivitas yang terjadi tidak hanya disebabkan oleh satu faktor, melainkan kombinasi dari faktor teknis dan manajerial yang saling berkaitan.

Perhitungan kualitas CPO (kadar kotoran)

Data: 0,01; 0,01; 0,03; 0,02; 0,03; 0,02; 0,04

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{0,01 + 0,01 + 0,03 + 0,02 + 0,03 + 0,02 + 0,04}{7} \\ &= \frac{0,16}{7} = 0,0228 = 0,023\% \end{aligned}$$

Nilai minimum: 0,01%

Nilai maksimum: 0,04%

Secara umum, nilai tersebut masih berada dalam batas standar mutu, namun terdapat variasi yang menunjukkan ketidakstabilan proses. Hasil perhitungan menunjukkan nilai standar deviasi sebesar:

$$0,0107$$

Nilai ini menunjukkan adanya penyimpangan data terhadap rata-rata, sehingga dapat disimpulkan bahwa kualitas CPO masih mengalami fluktuasi. Fluktuasi ini disebabkan oleh:

- a. Ketidakkonsistenan suhu proses
- b. Efisiensi alat klarifikasi
- c. Variasi kualitas bahan baku

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar kotoran CPO sebesar 0,023%, dengan nilai maksimum mencapai 0,04%. Meskipun secara rata-rata masih berada dalam batas standar, namun fluktuasi yang terjadi menunjukkan bahwa kualitas produk belum stabil. Menurut Fauzi et al. (2012), kualitas CPO sangat dipengaruhi oleh kualitas Tandan Buah Segar (TBS) dan proses pengolahannya di pabrik. TBS yang dipanen dalam kondisi tidak optimal, baik terlalu matang maupun kurang matang, akan menghasilkan minyak dengan kualitas yang lebih rendah (Fauzi Tanjung & Santosa, 2019). Pahan (2012) menjelaskan bahwa peningkatan kadar kotoran dalam CPO dapat disebabkan oleh:

- a. Proses sortasi yang tidak optimal
- b. Adanya kontaminasi selama pengangkutan
- c. Proses pengolahan yang kurang bersih

Hal ini menunjukkan bahwa kualitas CPO tidak hanya ditentukan oleh proses di pabrik, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh proses hulu, yaitu kegiatan panen dan sortasi di kebun. Selain itu, menurut Ketaren (2008) dalam ilmu teknologi minyak nabati, kadar kotoran yang tinggi dapat menurunkan mutu minyak karena:

- a. Mengganggu stabilitas minyak
- b. Mempercepat proses oksidasi
- c. Menurunkan nilai jual produk

Jika dikaitkan dengan hasil penelitian, maka fluktuasi kadar kotoran yang terjadi menunjukkan adanya inkonsistensi dalam penerapan standar operasional, khususnya pada tahap sortasi dan pengolahan.

Perhitungan FMEA (failure mode and effects analysis)

Metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dalam proses produksi yang menyebabkan penurunan produktivitas dan kualitas CPO.

$$\text{Rumus FMEA: RPN} = S (\text{Severity}) \times O (\text{Occurrence}) \times D (\text{Detection})$$

Berdasarkan observasi, beberapa potensi kegagalan yang teridentifikasi adalah:

- a. Keterlambatan pengolahan TBS
- b. Sortasi buah tidak optimal
- c. Proses perebusan tidak maksimal
- d. Kehilangan minyak pada thresher
- e. Klarifikasi tidak optimal
- f. Pengeringan tidak maksimal

Penilaian Skala

Severity (S): 1–10

Occurrence (O): 1–10

Detection (D): 1–1

Tabel 3. Hasil Perhitungan FMEA.

No	Failure Mode	S	O	D	Perhitungan	RPN (S x O x D)
1	Keterlambatan pengolahan TBS	9	7	5	9 x 7 x 5	315
2	Sortasi buah tidak optimal	8	6	5	8 x 6 x 5	240
3	Thresher tidak optimal	7	6	5	7 x 6 x 5	210
4	Storage suhu tidak optimal	7	5	6	7 x 5 x 6	210
5	Digester tidak optimal	8	5	5	8 x 5 x 5	200
6	Klarifikasi tidak maksimal	8	5	5	8 x 5 x 5	200
7	Perebusan tidak optimal	9	5	4	9 x 5 x 4	180
8	Vacuum dryer bermasalah	9	4	4	9 x 4 x 4	144

Berdasarkan nilai RPN, masalah yang memiliki prioritas tertinggi adalah:

- a. Keterlambatan pengolahan TBS
- b. Sortasi bahan baku
- c. Ketidaktepatan proses mekanis

Dalam penelitian ini, diperoleh bahwa panen tidak tepat waktu memiliki nilai RPN tertinggi (315), diikuti oleh sortasi buruk dan keterampilan SDM yang rendah. Menurut McDermott et al. (2009), kegagalan dengan nilai RPN tertinggi harus menjadi prioritas utama dalam tindakan perbaikan karena memiliki dampak terbesar terhadap sistem (Inkatama &

Indonesia, n.d.). Hal ini menunjukkan bahwa fokus utama perbaikan di Kebun Adolina harus dimulai dari proses panen.

Selain itu, Gaspersz (2007) “menyatakan bahwa pendekatan berbasis risiko seperti FMEA sangat penting dalam sistem manajemen mutu karena: Mampu mengidentifikasi akar masalah secara sistematis; Membantu dalam pengambilan keputusan berbasis data; Mendukung peningkatan kualitas secara berkelanjutan.

Dengan demikian, penggunaan FMEA dalam penelitian ini telah memberikan gambaran yang jelas mengenai prioritas perbaikan yang harus dilakukan.

Hal ini menunjukkan bahwa faktor utama penyebab penurunan bukan hanya berasal dari mesin, tetapi juga dari sistem manajemen dan operasional. Penurunan produktivitas (-3,97%) dipengaruhi oleh keterlambatan TBS, Kualitas buah. Fluktuasi kadar kotoran (0,01 – 0,04 %) dipengaruhi oleh klarifikasi, stabilitas proses.

Keduanya memiliki hubungan yang erat dan disebabkan oleh faktor yang sama, terutama pada tahap awal proses pengolahan.

Dari hasil perhitungan dari atas dapat kita simpulkan:

- a. Produktivitas mengalami penurunan sebesar 0,95 ton/ha/tahun (3,97%)
- b. Rata rata kadar kotoran CPO sebesar 0,023% dengan fluktuasi kecil
- c. Nilai RPN tertinggi adalah keterlambatan pengolahan TBS (315)
- d. Faktor utama penurunan adalah manajemen bahan baku, proses awal pengolahan.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis penyebab penurunan produktivitas dan kualitas Crude Palm Oil (CPO) pada Kebun Adolina PTPN IV dengan menggunakan metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). Data yang digunakan dalam penelitian meliputi data produktivitas kebun selama empat tahun terakhir serta data kualitas CPO berdasarkan parameter kadar kotoran (dirt content). Selain itu, dilakukan identifikasi terhadap berbagai potensi kegagalan yang terjadi selama proses produksi untuk menentukan tingkat risiko masing-masing kegagalan melalui perhitungan Risk Priority Number (RPN).

Berdasarkan hasil “pengumpulan data, diketahui bahwa rata-rata produktivitas Kebun Adolina masih berada di bawah target yang telah ditetapkan perusahaan. Nilai rata-rata target RKAP sebesar 23,90 ton/ha/tahun, sedangkan realisasi produktivitas hanya mencapai 22,96 ton/ha/tahun. Dengan demikian terdapat selisih sebesar -0,95 ton/ha/tahun” atau mengalami penurunan sebesar 3,97%.

Proses produksi “belum beroperasi secara optimal, seperti yang terlihat dari penurunan produktivitas. Produktivitas turun secara signifikan di sejumlah divisi, terutama Divisi 5, yang mengalami penurunan sebesar -3,58 ton/ha/tahun. Selain itu, Divisi 2 mengalami penurunan

sebesar -1,33 ton/ha/tahun dan Divisi 4 mengalami penurunan sebesar -1,40 ton/ha/tahun. Di sisi lain, sejumlah divisi lain, termasuk Divisi 6, Divisi 8, dan Divisi 9, menunjukkan realisasi produktivitas yang lebih tinggi dari target RKAP. Perbedaan produktivitas yang dicapai antar divisi menunjukkan ketidakseimbangan” dalam pelaksanaan operasional lapangan dan sistem manajemen perkebunan.

Studi ini meneliti kualitas Minyak “Sawit Mentah (CPO) menggunakan kriteria konsentrasi pengotor selain produktivitas. Setelah pengolahan data, konsentrasi pengotor rata-rata ditemukan sebesar 0,023%, dengan minimum 0,01% dan maksimum 0,04%. Meskipun hasil ini seringkali sesuai dengan pedoman kualitas perusahaan, variasi tingkat pengotor menunjukkan bahwa CPO yang dihasilkan memiliki kualitas yang tidak stabil. Deviasi standar sebesar 0,0107 menunjukkan bahwa kualitas bahan baku dan faktor proses produksi berdampak pada variasi kualitas.

Sejumlah mekanisme kegagalan potensial yang dapat menyebabkan produktivitas dan kualitas CPO yang lebih rendah ditemukan berdasarkan pengamatan lapangan dan wawancara perusahaan. Metode FMEA kemudian digunakan untuk menyelidiki kemungkinan” mode kegagalan ini, dengan mengevaluasi Tingkat Keparahan (S), Kejadian (O), dan Deteksi (D).

Keterlambatan dalam pemrosesan FFB memiliki nilai RPN tertinggi yaitu 315, menurut temuan perhitungan. Penyortiran buah yang suboptimal (RPN) sebesar 240, mesin perontok yang suboptimal (RPN) sebesar 210, dan suhu penyimpanan yang suboptimal (RPN) merupakan skenario kegagalan berisiko tinggi tambahan dari 210, pengering vakum bermasalah (RPN) sebesar 144, digester suboptimal (RPN) sebesar 200, penjernihan suboptimal (RPN) sebesar 200, dan perebusan suboptimal (RPN) sebesar 180.

Produksi dan kualitas CPO yang lebih rendah di Perkebunan Adolina sebagian besar disebabkan oleh keterlambatan pemrosesan FFB, seperti yang ditunjukkan oleh skor RPN tertinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa masalah utama lebih dipengaruhi oleh sistem manajemen bahan baku, pengendalian operasional, dan prosedur pemrosesan awal daripada kerusakan mesin.

Pembahasan

Analisis Penurunan Produktivitas Perkebunan Adolina

Produktivitas Perkebunan Adolina turun 3,97% dari target RKAP perusahaan, menurut temuan studi. Penurunan ini menunjukkan bahwa proses produksi tidak beroperasi pada tingkat terbaik dan paling efisien. Produktivitas dalam manajemen operasional didefinisikan sebagai rasio output terhadap input yang digunakan dalam proses produksi. Produktivitas rendah

merupakan tanda bahwa sumber daya seperti tenaga kerja, bahan baku, mesin, dan proses kerja tidak digunakan secara maksimal.

Banyak variabel yang saling terkait berkontribusi pada penurunan produktivitas

Perkebunan Adolina. Keterlambatan dalam pengolahan Tandan Buah Segar (FFB) merupakan salah satu penyebab utamanya. Untuk menjaga kualitas minyak di sektor minyak sawit, FFB perlu diolah segera setelah panen. Keterlambatan pengolahan akan mengakibatkan jumlah asam lemak bebas (FFA) yang lebih tinggi dan output minyak yang lebih rendah. Keterlambatan pengolahan juga dapat mengakibatkan kehilangan minyak, yang berdampak langsung pada produktivitas bisnis.

Divisi dengan penurunan produktivitas terbesar adalah Divisi 5

Dibandingkan dengan divisi lain, ini menunjukkan masalah operasional yang lebih kompleks. Produktivitas rendah di divisi-divisi ini dapat disebabkan oleh sejumlah faktor, termasuk waktu panen yang tidak tepat, transportasi tandan buah segar (FFB) yang buruk, kondisi tanaman, dan pengawasan lapangan yang tidak memadai. Teori budidaya kelapa sawit menyatakan bahwa umur tanaman, pupuk, teknik panen, dan perawatan tanaman semuanya memiliki dampak besar pada produktivitas. Oleh karena itu, produksi akan menurun jika salah satu faktor tersebut tidak dalam kondisi optimal.

Produktivitas. Sistem pemantauan dan pengendalian operasional tidak berfungsi secara seragam, sebagaimana dibuktikan oleh perbedaan produksi antar divisi. Untuk memastikan operasi produksi yang lebih sukses dan efisien, hal ini menyoroti perlunya koordinasi yang lebih baik antara divisi perkebunan dan pengolahan. Selain aspek teknologi, variabel manajerial juga memiliki peran besar dalam penurunan produktivitas.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan temuan penelitian yang menggunakan metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) di Perkebunan Adolina di PTPN IV, dapat disimpulkan beberapa hal berikut untuk mengetahui penyebab penurunan produksi dan kualitas Minyak Sawit Mentah (CPO):

Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi Perkebunan Adolina jauh di bawah target perusahaan. Produksi aktual hanya 22,96 ton/ha/tahun, dibandingkan dengan target rata-rata RKAP sebesar 23,90 ton/ha/tahun. Akibatnya, produktivitas menurun sebesar 0,95 ton/ha/tahun, atau sekitar 3,97%. Divisi 5, 4, dan 2 mengalami penurunan terbesar, menunjukkan adanya ketidakseimbangan dalam manajemen operasional antar divisi.

Parameter kandungan pengotor untuk kualitas minyak sawit mentah (CPO) berkisar antara 0,01% hingga 0,04%, dengan rata-rata 0,023%. Temuan ini menunjukkan adanya variasi

dalam kualitas CPO, yang menunjukkan bahwa proses produksi belum berjalan stabil dan konsisten, meskipun masih sesuai dengan pedoman kualitas perusahaan. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), diperoleh bahwa keterlambatan pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) merupakan faktor risiko tertinggi dengan nilai Risk Priority Number (RPN) sebesar 315. Selain itu, sortasi buah yang tidak optimal memiliki nilai RPN sebesar 240, sedangkan beberapa faktor lain seperti thresher tidak optimal, storage suhu tidak stabil, digester tidak optimal, dan klarifikasi tidak maksimal juga memberikan pengaruh terhadap produktivitas dan kualitas CPO.

Faktor utama penyebab penurunan produktivitas dan kualitas CPO tidak hanya berasal dari kerusakan mesin atau faktor teknis, tetapi juga dipengaruhi oleh sistem manajemen operasional, keterlambatan proses pengolahan, pengawasan lapangan yang kurang optimal, serta pengendalian kualitas bahan baku yang belum maksimal.

Produktivitas dan kualitas CPO memiliki hubungan yang sangat erat. Keterlambatan pengolahan TBS dan buruknya proses sortasi tidak hanya menyebabkan penurunan produktivitas, tetapi juga meningkatkan kadar kotoran dan menurunkan kualitas minyak sawit yang dihasilkan. Oleh karena itu, peningkatan produktivitas harus dilakukan bersamaan dengan peningkatan kualitas agar proses produksi berjalan lebih efektif dan efisien.

DAFTAR REFERENSI

- Afriani, D. L. (2025). *Integration of Six Sigma and Fuzzy Fmea to Reduce Oil Losses in The Crude Palm Oil (CPO) Processing Industry in Central Kalimantan*. 5(6), 638–649.
- Agama, K., & Karawang, K. (2012). *Jurnal Manajemen Vol.10 No.1 Oktober 2012* 1038. 10(1), 1038–1046.
- Agroindustri, J., Al-jabri, A. S. R., Fernandez, B. R., & Siregar, E. S. P. (2026). *ANALISA KUALITAS CRUDE PALM OIL (CPO) DAN USULAN PERBAIKAN MENGGUNAKAN METODE TREE DIAGRAM DI. 2025*, 29–38.
- Akula, S. K. (n.d.-a). *Comparision of Traditional and Fuzzy Failure Mode and Effects Analysis for Smart Grid Electrical Distribution Systems*.
- Akula, S. K. (n.d.-b). *Risk-based Classical Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) of Microgrid Cyber-physical Energy Systems*.
- Analysis, E., Methods, F., Palm, I. N., & Pt, F. (2022). *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia QUALITY CONTROL OF CRUDE PALM OIL (CPO) USING CONTROL CHART AND FAILURE MODE*. 14(02).
- Anizar, A., Saidatunnisa, A., & Wardana, K. (2021). *Identifikasi Risiko Proses Produksi Olahan Crude Palm Oil dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) TALENTA Conference Series Identifikasi Risiko Proses Produksi Olahan Crude Palm Oil dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. 4(1). <https://doi.org/10.32734/ee.v4i1.1288>

- Bastuti, S., Kurnia, D., & Sumantri, A. (2018). *ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PROSES HOT PRESS PADA PRODUK CACAT OUTSOLE MENGGUNAKAN METODE STATISTICAL PROCESSING CONTROL (SPC) DAN FAILURE MODE EFFECT AND ANALYSIS (FMEA) DI PT . KMK GLOBAL SPORTS 2. 1*, 72–79.
- BERBAGAI PANDANGAN TENTANG PRODUKTIVITAS SUWARTO* Fakultas Ekonomi Universitas Slamet Riyadi Surakarta. (2009). 9(1), 86–95.
- Condong, P. T. (2013). *Analisis Pengendalian Kualitas pada Crude Palm Oil untuk Meningkatkan*. 43–52.
- DI KEBUN KELAPA SAWIT* Lili Dahliani. (n.d.).
- Fauzi Tanjung, I., & Santosa, E. (2019). Tata Kelola Panen dan Pengangkutan Menentukan Hasil Tandan Kelapa Sawit di Kebun Adolina, Sumatera Utara. *Buletin Agrohorti*, 7(3), 351–361. <https://doi.org/10.29244/agrob.v7i3.30472>
- Fiaauzh Primadiba, A. (2019). BAB IIPdf. In *Ayan* (Vol. 8, Issue 5, p. 55).
- GAOL, P. (2017). *Analisa Pengendalian Kualitas Cpo Dengan Metode Peta Control Pada PTPN III Kebun Rambutan Tebing Tinggi*.
- Hartati, R. (2023). *Ripple Mill Machine Failure Analysis Using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Method at PT . Ujong Neubok Dalam*. 8(1), 92–98. <https://doi.org/10.31572/inotera.Vol8.Iss1.2023.ID219>
- Ii, B. A. B., & Teori, L. (2018). *No Title*. 2019, 11–29.
- Inkatama, P. T., & Indonesia, W. (n.d.). *Analisis kerusakan pada mesin sawmill di pt. inkatama wancheng indonesia*. 335–340.
- Integrasi, J. (2025). *Pendekatan Six Sigma Dan FMEA Dalam Pengendalian Mutu Crude Palm Oil*.
- Irujo, G. A. P., & Aguirrezábal, L. A. N. (2006). *Sunflower yield and oil quality interactions and variability : analysis through a simple simulation model*.
- Joy, S. M. (2021). Analisis Konsep Produktivitas Dan Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Kerja Karyawan (Studi Literatur). *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(Supplement), S152.
- Kasus, S., Pks, D. I., & Seumato, T. (2024). *IDENTIFIKASI DAN EVALUASI RISIKO KEGAGALAN KUALITAS CRUDE PALM OIL DENGAN METODE FMEA : 3(1)*, 229–241.
- Kelapa, P., & Hudori, M. (2019). Dampak Kerugian dan Usulan Pemecahan Masalah Kualitas Crude Palm Oil Dampak Kerugian dan Usulan Pemecahan Masalah Kualitas Crude Palm Oil (CPO) di Pabrik Kelapa Sawit. *Industrial Engineering Journal*, 5(July), 35–40. <https://www.ojsv2-demo2.unimal.ac.id/miej/article/view/149%0Ahttps://www.ojsv2-demo2.unimal.ac.id/miej/article/download/149/119>
- Lengke, G., Lembang, T. O., Saleh, M., Pasae, Y., & Djonny, M. (2024). *Evaluasi Kualitas Minyak Sawit Mentah (CPO) PT Suryaraya Lestari I Berdasarkan Parameter FFA , Kadar Air , DOBI , dan Kadar Pengotor Evaluation of Crude Palm Oil (CPO) Quality from PT Suryaraya Lestari I Based on FFA , Moisture Content , DOBI , and Im*. 2, 6–11.
- Magang, T. A. (2025). *Analisis implementasi sistem pengendalian kualitas crude palm oil*

(cpo) pada pt cahaya anugerah plantation feliza mill.

- Manalu, D. N., Siregar, J. J., Antoni, J., Tampubolon, J., Industri, T., Indonesia, U. P., No, J. S., Bar, S. P., Medan, K., Medan, K., & Utara, S. (2025). *Evaluasi Perbaikan Ripple Mill terhadap Efisiensi dengan Metode FMEA di PTPN IV Adolina*. 3(Ptpn Iv).
- Merencanakan, P. P. (n.d.). *No Title*.
- Method, A. F., Remit, R., & Aldriany, H. (2022). *AGRILAND Pengendalian Kadar Asam Lemak Bebas (ALB) Pada Proses Control of Free Fatty Acid (ALB) Levels in Crude Palm Oil (CPO) Production Process with Failure Mode and Effect*. 10(2), 137–143.
- Pada, K., Arka, P. T., & Pratama, M. (2017). *PENGARUH MOTIVASI TERHADAP PRODUKTIVITAS KERJA*. 2.
- Pendidikan, S. (2010). *ANALISA MUTU CRUDE PALM OIL (CPO) DENGAN PARAMETER KADAR ASAM LEMAK BEBAS (ALB), KADAR AIR DAN KADAR ZAT PENGOTOR DI PABRIK KELAPA SAWIT PEKANBARU 1431 H / 2010 M*.
- Rani, A. M., Kosasih, M., & Sulaiman, R. M. (2018). Upaya Peningkatan Produktivitas Cabin Td Pretreatment Electro Diposition (Pted) Berbasis Model Objective Matrix (Omax) Pt.Xyz. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 5(1), 11–17. <https://doi.org/10.24853/jisi.5.1.11-17>
- Rifka Alkhilyatul Ma'rifat, I Made Suraharta, I. I. J. (2024). *No Title 済無No Title No Title No Title* (Vol. 2).