ISSN 2338-7122

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS CPO DENGAN MENGGUNAKAN METODE *STATISTICAL PROCESS CONTROL* DI PT TOLAN TIGA INDONESIA

Nur Afifah, Syukriah S.T, M. T*
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
Email: nur230130049@mhs.unimal.ac.id

Abstrak

Pengendalian kualitas merupakan salah satu fungsi terpenting bagi perusahaan agar mampu bersaing di dunia industri, termasuk dalam produksi Crude Palm Oil (CPO) yang harus memenuhi standar kadar asam lemak bebas (ALB) maksimal 3,5%, serta kadar air dan kadar kotoran maksimal 0,20%. Berdasarkan data daily laboratory report periode Juli 2024 di PT. Tolan Tiga Indonesia, ditemukan bahwa ketiga indikator tersebut masih menunjukkan variasi yang tidak konsisten, bahkan sebagian melampaui batas standar yang telah ditetapkan perusahaan, sehingga berpotensi menimbulkan pemborosan (*waste*) dan menurunkan harga jual produk.Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab variasi kualitas CPO serta merumuskan tindakan korektif yang tepat guna meningkatkan kualitas produk. Metode yang digunakan adalah Statistical Process Control (SPC) dengan langkah-langkah berupa pembuatan checksheet, histogram, diagram pareto, peta kendali $\bar{X}$ dan R, serta diagram sebab-akibat (fishbone), dengan data yang dikumpulkan pada periode 15 Juli hingga 15 Agustus 2024. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar ALB memberikan kontribusi terbesar terhadap ketidaksesuaian kualitas CPO, yaitu sebesar 94,60%, diikuti kadar air sebesar 4,83%, dan kadar kotoran sebesar 0,57%. Peta kendali $\bar{X}$ memperlihatkan adanya data yang berada di luar batas kendali pada ketiga indikator, sementara nilai indeks kapabilitas proses (Cp) untuk seluruh indikator berada di bawah 1,00, yaitu 0,7262, yang menunjukkan bahwa kapabilitas proses masih rendah. Faktor penyebab utama meliputi kualitas dan lama penyimpanan tandan buah segar (TBS), kelelahan operator, penurunan performa mesin, serta metode perebusan yang belum optimal. Penelitian ini merekomendasikan perbaikan pada aspek bahan baku, mesin, metode kerja, dan sumber daya manusia untuk meningkatkan konsistensi kualitas CPO secara berkelanjutan.
Kata kunci: *Crude Palm Oil*, Kualitas, *Statistical Process Control*, Peta Kendali, PT. Tolan Tiga Indonesia

Pendahuluan

PT. Tolan Tiga Indonesia merupakan salah satu pabrik kelapa sawit yang berlokasi di Desa Perlabian, Kecamatan Kampung Rakyat, Kabupaten Labuhan Batu Selatan, Provinsi Sumatera Utara, dengan kapasitas olah sebesar 20,7 ton/jam. Perusahaan ini memproduksi minyak mentah kelapa sawit (*Crude Palm Oil*), inti kelapa sawit (kernel), dan cangkang kelapa sawit, dengan standar kualitas CPO yang ditetapkan yaitu kadar asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*/FFA) maksimal 3,5%, serta kadar air dan kadar kotoran masing-masing maksimal 0,20%.

Berdasarkan data yang diperoleh dari *daily laboratory report* periode Juli 2024, ditemukan bahwa indikator kualitas CPO pada data pengiriman masih bervariasi secara tidak stabil dan mendekati batas maksimal, bahkan sebagian melewati batas yang telah ditetapkan perusahaan, khususnya pada indikator kadar FFA dan kadar air. Hasil wawancara dengan Kepala Laboratorium *Quality* menunjukkan bahwa ketidakhomogenan kualitas CPO disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu faktor bahan (kualitas TBS yang buruk dan penyimpanan TBS yang terlalu lama), faktor manusia (kelelahan dan ketidaktelitian operator), faktor mesin (penurunan performa mesin dan temperatur rebusan yang tidak sesuai), serta faktor metode (proses perebusan yang tidak maksimal dan penyimpanan CPO yang terlalu lama di dalam tangki). (Edyson et al., 2022)

Landasan Teori

ISSN 2338-7122

PT. Tolan Tiga Indonesia *Group* (yang bergerak di kelapa sawit dan karet) terdapat 6 perusahaan perkebunan, antara lain: PT. Tolan Tiga (dimana membawahi beberapa *management* perkebunan), PT.Bandar Sumatera, PT. Eastern Sumatera Indonesia, PT. Kerasaan Indonesia, dan PT. Timbang Deli yang semuanya berlokasi di Sumatera. Perkebunan Perlabian Estate (PLE) adalah sala satu perusahaan perkebunan milik SIPEF *Group* di bawah *Managemen* oleh PT. Tolan Tiga Indonesia, yakni perkebunan PT. Tolan Tiga. (Meisyah Mutiara et al., 2025)

Kualitas adalah kesesuaian suatu produk terhadap standar/spesifikasi yang telah ditetapkan, sedangkan pengendalian kualitas (*quality control*) adalah aktivitas untuk memastikan proses produksi berjalan sesuai standar sehingga produk yang dihasilkan memenuhi spesifikasi mutu yang diinginkan. Mutu CPO ditentukan oleh beberapa parameter utama, yaitu kadar Asam Lemak Bebas/*Free Fatty Acid* (ALB/FFA), kadar air (*moisture*), dan kadar kotoran (*dirt*), yang harus memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI-01-2901-2006). Beberapa PKS juga menambahkan parameter DOBI (*Deterioration of Bleachability Index*) sebagai indikator mutu tambahan. (Tan et al., 2023)

Buah kelapa sawit yang masuk ke Pabrik Kelapa Sawit, kualitas & kematangannya harus diperiksa dengan baik, jenis buah yang masuk ke Pabrik Sawit pada umumnya jenis Tenera atau jenis Dura. Kriteria matang panen merupakan faktor yang sangat penting dalam pemeriksaan kualitas buah sawit di stasiun penerimaan buah. Adapun kriteria atau spesifikasi fraksi tingkat kematangan buah sawit atau TBS dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut:

Fraksi	Jumlah Berondolan	Tingkat Kematangan
00	Tidak ada buah berwarna hitam	Sangat Mentah
0	1 – 12,5% buah luar memberondol	Mentah
1	12,5% - 25% luar memberondol	Kurang Matang
2	25% - 50% luar memberondol	Matang I
3	50% - 75% luar memberondol	Matang II
4	75% - 100% luar memberondol	Lewat Matang I
5	Buah dalam juga memberondol, ada buah yang busuk	Lewat Matang II

Sumber: PT. Tolan Tiga Indonesia

Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah atribut atau karakteristik yang diamati dan dianalisis untuk menjawab rumusan masalah dalam penelitian ini. Variabel yang digunakan dipilih berdasarkan indikator yang berpengaruh terhadap kualitas produk / proses produksi di PT. Tolan Tiga Indonesia, karena ketiganya terbukti belum stabil dan berpotensi menimbulkan pemborosan (*waste*) serta menurunkan harga jual produk. Variabel-variabel tersebut diuraikan sebagai berikut:

Variabel Terikat (*Dependent*) — indikator mutu yang diukur:

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas dan menjadi fokus utama pengukuran dalam penelitian ini. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah indikator kualitas / kinerja proses yang masih berfluktuasi dan sebagian melampaui batas standar perusahaan, yaitu sebagai berikut:

1. Kadar Asam Lemak Bebas / ALB (FFA) pada CPO.
2. Kadar air (*moisture*) pada CPO.
3. Kadar kotoran (*dirt*) pada CPO.
4. Kadar air pada inti sawit/kernel.
5. Kadar kotoran pada kernel.
6. Kadar inti pecah (*broken kernel*).

Variabel Bebas (*Independent*) — faktor yang diduga memengaruhi mutu:

ISSN 2338-7122

Variabel bebas adalah variabel yang memengaruhi atau menjadi penyebab perubahan pada variabel terikat. Dalam penelitian ini, variabel bebas yang diamati adalah faktor-faktor yang berkaitan dengan proses produksi / kondisi operasional di PT. Tolan Tiga Indonesia, yaitu sebagai berikut:

1. Bahan baku (kematangan dan kondisi TBS saat masuk pabrik).
2. Mesin/peralatan (kinerja sterilizer, screw press, kernel silo, oil purifier, dll.)
3. Metode/prosedur pengolahan (waktu perebusan, suhu proses).
4. Tenaga kerja/operator (keterampilan, kepatuhan SOP).
5. Lingkungan kerja.

Beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini di antaranya penelitian mengenai penerapan pengendalian kualitas produk berbasis SPC pada industri kelapa sawit, penelitian mengenai dampak ketidaksesuaian mutu CPO terhadap kerugian perusahaan, penelitian mengenai tujuan dan biaya pengendalian kualitas, penelitian mengenai penerapan SPC dalam pengendalian mutu CPO, dan penelitian mengenai penggunaan diagram fishbone untuk mengidentifikasi faktor penyebab ketidaksesuaian kualitas produk. Penelitian-penelitian tersebut secara umum menunjukkan bahwa penerapan SPC efektif digunakan untuk mengidentifikasi variasi proses produksi serta merumuskan tindakan korektif berbasis data, yang menjadi acuan pendekatan dalam penelitian ini. (Nur & Alya, 2024)

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif kuantitatif, yaitu penelitian yang bertujuan menggambarkan kondisi kualitas CPO secara objektif berdasarkan data numerik hasil pengukuran laboratorium, kemudian dianalisis menggunakan pendekatan *Statistical Process Control* (SPC) untuk mengetahui apakah proses produksi berada dalam batas kendali statistik serta mengidentifikasi faktor penyebab penyimpangan kualitas. Objek penelitian ini adalah produk *Crude Palm Oil* (CPO) yang dihasilkan oleh PT. Tolan Tiga Indonesia, dengan parameter kualitas yang diteliti berupa kadar Asam Lemak Bebas (ALB/FFA), kadar air, dan kadar kotoran.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh hasil produksi CPO PT. Tolan Tiga Indonesia selama periode pengamatan (Juli–Agustus 2024). Sampel yang digunakan adalah data hasil uji laboratorium harian terhadap kadar ALB, kadar air, dan kadar kotoran, yang diambil sebanyak 30 hari pengamatan, dengan 3 kali pengujian (*subgroup*) per hari (X1, X2, X3) sehingga total terdapat 90 data pengujian untuk masing-masing parameter mutu. Teknik penentuan sampel menggunakan sampling jenuh/total sampling, yaitu seluruh data hasil uji laboratorium pada periode penelitian digunakan sebagai sampel, mengingat data yang tersedia berasal dari pencatatan rutin (*daily laboratory report*) perusahaan.

Data primer, dapat dilakukan dengan observasi langsung di lapangan terhadap proses produksi CPO, khususnya pada stasiun-stasiun yang memengaruhi mutu (perebusan, pressing, klarifikasi), wawancara dengan Kepala Laboratorium *Quality* untuk menggali faktor-faktor penyebab ketidaksesuaian mutu CPO, data hasil uji laboratorium kadar ALB, kadar air, dan kadar kotoran CPO selama periode penelitian. Data sekunder, dapat dilakukan dengan pengumpulan data historis dari *daily laboratory report* Perusahaan, studi pustaka dari jurnal dan buku terkait pengendalian kualitas dan SPC.

Teknik Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini dilakukan secara bertahap menggunakan alat bantu *Statistical Process Control* (SPC), yaitu:

1. Checksheet, merekap data harian kadar ALB, kadar air, dan kadar kotoran ke dalam lembar pemeriksaan.
2. Histogram, menggambarkan proporsi/tingkat kadar masing-masing parameter mutu.
3. Diagram Pareto, mengidentifikasi parameter mutu dengan kontribusi penyimpangan terbesar.

ISSN 2338-7122

4. Peta Kendali $\bar{X}$ dan R (*Control Chart*), menguji apakah proses produksi berada dalam batas kendali statistik.
5. Perhitungan Kapabilitas Proses (Cp), mengukur kemampuan proses memenuhi spesifikasi standar perusahaan.
6. Diagram *Fishbone* (sebab-akibat), mengidentifikasi akar penyebab penyimpangan mutu berdasarkan kategori 4M (*Material, Man, Machine, Method*).
7. Rekomendasi perbaikan, dirumuskan berdasarkan hasil analisis di atas.

Rumus Statistik yang Digunakan

a. Rata-rata subgrup ($\bar{X}$)
Rata-rata subgrup digunakan untuk mengetahui nilai tengah dari setiap kelompok pengamatan dan menjadi titik yang diplot pada peta kendali $\bar{X}$. Nilai ini diperoleh dengan menjumlahkan seluruh hasil pengamatan dalam satu subgrup, kemudian membaginya dengan jumlah pengamatan dalam subgrup tersebut. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$\overline{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3}{n}$$ .....(Pers.1)

b. *Range* (R)
Range digunakan untuk mengukur besarnya sebaran data dalam setiap subgrup dan menjadi titik yang diplot pada peta kendali R. Nilai *range* diperoleh dari selisih antara data terbesar dan data terkecil dalam satu subgrup. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$R = X_{maks} - X_{min}$$ .....(Pers.2)

c. Rata-rata dari rata-rata ($\bar{\bar{X}}$) dan rata-rata Range ($\bar{R}$)
Rata-rata dari rata-rata subgrup ($\bar{\bar{X}}$) berfungsi sebagai garis pusat (*center line*) pada peta kendali $\bar{X}$, sedangkan rata-rata range ($\bar{R}$) berfungsi sebagai garis pusat pada peta kendali R. Kedua nilai ini diperoleh dengan menjumlahkan seluruh nilai $\bar{X}$ dan R, kemudian membaginya dengan jumlah subgrup yang diamati. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^{g} \bar{X}}{g} \qquad R = \frac{\sum_{i=1}^{g} \bar{R}_i}{g}$$

.....(Pers.3)

d. Batas Kendali Peta X
Batas kendali peta $\bar{X}$ digunakan untuk menentukan batas variasi wajar dari rata-rata subgrup. Apabila terdapat titik yang berada di luar batas ini, maka proses dinyatakan tidak terkendali secara statistik karena adanya penyebab khusus. Batas kendali ditentukan dengan rumus berikut:

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} + A_2\overline{R}$$

.....(Pers.4)

$$CL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}}$$

.....(Pers.5)

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - A_2\overline{R}$$

……..….(Pers.6)

e. Batas Kendali Peta R
Batas kendali peta R digunakan untuk memantau kestabilan variasi (sebaran) proses dari satu subgrup ke subgrup lainnya. Peta ini perlu dianalisis terlebih dahulu sebelum peta $\bar{X}$, karena rata-rata proses baru dapat diinterpretasikan dengan benar jika variasi prosesnya sudah stabil. Batas kendali ditentukan dengan rumus berikut:

$$UCL_R = D_4\overline{R}$$

.....(Pers.7)

$$CL_R = \overline{R}$$

.....(Pers.8)

$$LCL_R = D_3\overline{R}$$.....(Pers.9)

f. Standar Deviasi Proses (σ)
Standar deviasi proses digunakan untuk mengestimasi besarnya variasi alami yang terjadi pada proses produksi. Nilai ini dihitung dari rata-rata *range* dan menjadi dasar dalam perhitungan indeks kapabilitas proses. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{\overline{R}}{d_2}$$

.....(Pers.10)

g. Indeks Kapabilitas Proses (Cp)
Indeks kapabilitas proses digunakan untuk menilai kemampuan proses dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan batas spesifikasi yang ditetapkan perusahaan. Cp mengukur potensi kapabilitas proses dengan membandingkan lebar spesifikasi terhadap lebar sebaran proses, tanpa memperhitungkan posisi rata-rata proses. Sementara itu, Cpk mengukur kapabilitas aktual proses karena memperhitungkan seberapa jauh rata-rata proses bergeser dari titik tengah spesifikasi. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$Cp = \frac{USL-LSL}{6\sigma}$$

.....(Pers.11)

Kriteria: jika Cp ≥ 1,00 proses dinyatakan capable (mampu memenuhi spesifikasi); jika Cp < 1,00 proses dinyatakan belum capable dan perlu perbaikan.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Secara keseluruhan, hasil pengolahan data dengan pendekatan Statistical Process Control (SPC) menunjukkan bahwa proses produksi CPO di PT. Tolan Tiga Indonesia masih menunjukkan variasi yang belum sepenuhnya terkendali, khususnya pada indikator kadar ALB dan kadar air yang beberapa kali melampaui batas kendali atas dalam periode pengamatan. Meskipun peta kendali R menunjukkan bahwa rentang (range) data masih berada dalam batas kendali, nilai kapabilitas proses (Cp) yang berada di bawah 1,00 pada seluruh indikator mengindikasikan bahwa proses belum mampu secara konsisten menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Temuan ini sejalan dengan hasil identifikasi melalui diagram fishbone, yang menunjukkan bahwa penyebab variasi kualitas CPO bersumber dari empat aspek utama, yaitu material, manusia, mesin, dan metode. Faktor material, khususnya kualitas dan lama penyimpanan TBS, berkontribusi besar terhadap peningkatan kadar ALB karena reaksi hidrolisis yang berlangsung seiring waktu penyimpanan. Faktor manusia berupa kelelahan dan ketidaktelitian operator turut memengaruhi konsistensi proses, sementara faktor mesin dan metode, khususnya ketepatan suhu dan waktu perebusan, berperan penting dalam menjaga kadar air dan kadar kotoran tetap sesuai standar.

Analisis peta kendali dilakukan terhadap ketiga indikator kualitas CPO, yaitu kadar ALB, kadar air, dan kadar kotoran, dengan hasil perhitungan garis sentral (CL), batas kendali atas (UCL), batas kendali bawah (LCL), serta indeks kapabilitas proses (Cp) yang disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Analisis Peta Kendali Terhadap Kadar ALB, Kadar Air, dan Kadar Kotoran

Indikator	CL $\bar{X}$	UCL $\bar{X}$	LCL $\bar{X}$	Data di Luar Kendali	Cp
Kadar ALB	3,32	3,524	3,120	Hari ke-12,14,17,19,28	0,7262

ISSN 2338-7122

Kadar Air	0,169	0,228	0,111	Hari ke-7,9,23,30	0,7262
Kadar Kotoran	0,020	0,028	0,0119	Hari ke-2,4,17,23,27	0,7262

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Hasil analisis peta kendali $\bar{X}$ untuk ketiga indikator menunjukkan adanya data yang berada di luar batas kendali, yang berarti spesifikasi yang ditargetkan perusahaan belum sepenuhnya berada dalam kondisi terkendali secara statistik. Sebaliknya, hasil analisis peta kendali R untuk ketiga indikator menunjukkan bahwa seluruh data berada dalam batas kendali (tidak ada data di luar UCLR maupun LCLR), sehingga tidak diperlukan revisi pada peta R.

Nilai indeks kapabilitas proses (Cp) untuk ketiga indikator adalah sebesar 0,7262, yaitu berada di bawah nilai 1,00. Hal ini menunjukkan bahwa kapabilitas proses produksi CPO di PT. Tolan Tiga Indonesia masih tergolong rendah dan belum sepenuhnya mampu memenuhi spesifikasi yang diinginkan konsumen, sehingga diperlukan peningkatan kinerja proses melalui peraikan yang berkesinambungan.

Rekapitulasi hasil pemeriksaan kadar ALB, kadar air, dan kadar kotoran selama 30 hari pengamatan menghasilkan total kadar ALB sebesar 99,6, kadar air sebesar 5,09, dan kadar kotoran sebesar 0,600. Persentase kontribusi masing-masing indikator terhadap total ketidaksesuaian kualitas CPO disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Kadar ALB, Kadar Air, dan Kadar Kotoran

No	Jenis Kadar	Jumlah	Persentase
1	Kadar ALB (FFA)	99,6	94,60%
2	Kadar Air	5,09	4,83%
3	Kadar Kotoran	0,600	0,57%
	Total	105,29	100%

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Identifikasi faktor penyebab ketidaksesuaian kualitas CPO dilakukan menggunakan diagram sebab-akibat (*fishbone*) yang mengelompokkan penyebab ke dalam empat kategori, yaitu material, manusia, mesin, dan metode. Dari sisi material, kualitas tandan buah segar (TBS) yang kurang baik, penyimpanan TBS yang terlalu lama, serta tingkat kematangan buah yang tidak tepat menyebabkan kadar asam lemak bebas (ALB) semakin tinggi seiring lamanya bahan baku disimpan sebelum diolah. Dari sisi manusia, kelelahan operator akibat waktu istirahat yang kurang serta ketidaktelitian operator dalam menjalankan proses produksi turut memengaruhi kualitas hasil olahan. Dari sisi mesin, terjadi penurunan performa karena mesin telah beroperasi sejak awal pendirian pabrik dan belum pernah diganti, ditambah temperatur pada stasiun rebusan yang tidak sesuai standar. Sementara itu, dari sisi metode, proses perebusan yang belum maksimal serta penyimpanan CPO yang terlalu lama di dalam tangki sebelum dikirim juga berkontribusi terhadap ketidaksesuaian kualitas CPO. Keempat faktor tersebut saling berkaitan dan secara bersama-sama memengaruhi variasi kualitas CPO yang dihasilkan, sehingga perbaikan perlu dilakukan secara menyeluruh, bukan hanya pada satu aspek tertentu. Berdasarkan hasil analisis SPC dan diagram fishbone, berikut disajikan rekomendasi perbaikan pada setiap kategori penyebab.

Tabel 3. Usulan Perbaikan

Kategori	Penyebab	Usulan Perbaikan
Material	Kualitas TBS buruk	Buah yang masuk digrading terlebih dahulu sebelum diolah
	Penyimpanan TBS terlalu lama	Buah yang telah lama disimpan menjadi prioritas utama untuk diolah
	Kematangan buah tidak tepat	Tidak mengolah buah yang kurang matang pada saat grading
Mesin	Temperatur rebusan tidak sesuai	Operator memeriksa temperatur mesin perebusan secara berkala

ISSN 2338-7122

	Performa mesin berkurang	Melakukan perawatan (maintenance) mesin secara rutin agar bekerja optimal
Metode	CPO terlalu lama disimpan di tangki	CPO segera dijual agar tidak meningkatkan kadar ALB, air, dan kotoran
	Perebusan tidak maksimal	Mengatur suhu perebusan sesuai standar yang ditetapkan
Manusia	Kelelahan operator	Memberikan waktu istirahat yang cukup bagi operator
	Ketidaktelitian operator	Meningkatkan ketelitian operator agar diperoleh kualitas CPO yang baik

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pengendalian kualitas CPO menggunakan metode Statistical Process Control (SPC) di PT. Tolan Tiga Indonesia, dapat disimpulkan bahwa variasi kualitas CPO disebabkan oleh faktor material, manusia, mesin, dan metode, dengan kontribusi ketidaksesuaian terbesar berasal dari kadar ALB (94,60%). Hasil peta kendali $\bar{X}$ menunjukkan adanya data di luar batas kendali pada ketiga indikator, sedangkan nilai Cp sebesar 0,7262 pada seluruh indikator menunjukkan kapabilitas proses yang masih rendah. Tindakan korektif yang direkomendasikan meliputi perbaikan sistem grading dan pengelolaan TBS, perawatan mesin secara berkala, pengaturan suhu dan waktu perebusan sesuai standar, serta pengelolaan waktu kerja operator, guna meningkatkan konsistensi dan kapabilitas proses produksi CPO secara berkelanjutan.

Reference

Edyson, E., Murgianto, F., Ardiyanto, A., Astuti, E. J., & Ahmad, M. P. (2022). *Preprocessing Factors Affected Free Fatty Acid Content in Crude Palm Oil Quality. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, *27*(2), 177–181. https://doi.org/10.18343/jipi.27.2.177

Meisyah Mutiara, Junita Lubis, & Mulkan Ritonga. (2025). *Pengaruh Employee Engagement, Budaya Organisasi dan Work-Life Balance Terhadap Kinerja Karyawan PT. Tolan Tiga Indonesia. JUMBIWIRA : Jurnal Manajemen Bisnis Kewirausahaan*, *4*(1), 120–133. https://doi.org/10.56910/jumbiwira.v4i1.2062

Nur, M., & Alya, A. (2024). *Analisis Oil Losses Pada Ampas Press Produksi Crude Palm Oil (CPO) Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC)*. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, *3*(2), 105–114.

Tan, B. A., Nair, A., Zakaria, M. I. S., Low, J. Y. S., Kua, S. F., Koo, K. L., Wong, Y. C., Neoh, B. K., Lim, C. M., & Appleton, D. R. (2023). *Free Fatty Acid Formation Points in Palm Oil Processing and the Impact on Oil Quality. Agriculture (Switzerland)*, *13*(5). https://doi.org/10.3390/agriculture13050957