

Pengaruh Ketebalan CPO di Tangki CST terhadap Kadar Kotoran pada PT Perkebunan Nusantara IV Adolina

Rido Sinaga^{1*}, Jusra Tampubolon²

¹⁻² Program Studi Teknik Industri, Universitas Prima Indonesia

*Penulis Korespondensi: ridosinaga2005@gmail.com¹

Abstract. This Industrial Internship (Prakerin) was conducted at PT. Perkebunan Nusantara IV Regional II, Plantation Unit, and Adolina Palm Oil Mill (PKS). It focused on analyzing the effect of crude palm oil (CPO) thickness in the Continuous Settling Tank (CST) on CPO impurity levels. The issue raised was the persistent variation in impurity levels in CPO, which is suspected to be influenced by the thickness of the oil layer during the collection process. This study aimed to determine the relationship between CPO thickness in the CST and the resulting impurity levels. The method used was CPO sampling at several oil thicknesses (33–46 cm), followed by laboratory impurity analysis using Gooch Crucible Filter filtration and gravimetric calculations. Data were obtained during the period July 4–11, 2025. The results showed that at a thickness of 45–46 cm, the lowest impurity content was 0.01%, while at a thickness of 33 cm, the highest impurity content was 0.04%. At a thickness of 35 cm, the impurity content was 0.03%, and at a thickness of 40 cm, it was 0.02%. This indicates an inverse relationship between CPO layer thickness and impurity content, where the thicker the oil layer, the lower the impurity content. Therefore, it can be concluded that maintaining a minimum oil thickness in the CST tank of ± 40 cm is a crucial step in maintaining CPO quality and ensuring it meets industry standards.

Keywords: CPO; CST; Impurity Content; Oil Thickness; Palm Oil Quality.

Abstrak. Praktik Kerja Industri (Prakerin) ini dilaksanakan di PT. Perkebunan Nusantara IV Regional II Unit Kebun dan PKS Adolina dengan fokus pada analisis pengaruh ketebalan minyak sawit mentah (Crude Palm Oil/CPO) dalam tangki Continuous Settling Tank (CST) terhadap kadar kotoran CPO. Permasalahan yang diangkat adalah masih ditemukannya variasi kadar kotoran pada CPO yang diduga dipengaruhi oleh ketebalan lapisan minyak saat proses pengutipan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara ketebalan CPO dalam CST dengan kadar kotoran yang dihasilkan. Metode yang digunakan adalah pengambilan sampel CPO pada beberapa variasi ketebalan minyak (33–46 cm), kemudian dilakukan analisis kadar kotoran di laboratorium menggunakan metode penyaringan dengan Gooch Crucible Filter dan perhitungan gravimetri. Data diperoleh selama periode 4–11 Juli 2025. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada ketebalan 45–46 cm diperoleh kadar kotoran terendah sebesar 0,01%, sedangkan pada ketebalan 33 cm diperoleh kadar kotoran tertinggi sebesar 0,04%. Pada ketebalan 35 cm kadar kotoran sebesar 0,03%, dan pada ketebalan 40 cm sebesar 0,02%. Hal ini menunjukkan adanya hubungan berbanding terbalik antara ketebalan lapisan CPO dan kadar kotoran, di mana semakin tebal lapisan minyak, semakin rendah kadar kotoran yang terkandung. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa menjaga ketebalan minyak dalam tangki CST minimal ± 40 cm merupakan langkah penting untuk mempertahankan mutu CPO agar tetap memenuhi standar kualitas industri.

Kata Kunci: CPO; CST; Kandungan Pengotor; Kekentalan Minyak; Kualitas Minyak Sawit.

1. LATAR BELAKANG

Praktek Kerja Industri (PRAKERIN) merupakan salah satu kegiatan pendidikan yang bertujuan untuk memberikan pengalaman langsung kepada mahasiswa dalam dunia kerja. Dengan mengikuti prakerin, mahasiswa dapat menerapkan ilmu yang telah dipelajari selama proses belajar ke dalam situasi kerja nyata. Selain itu, kegiatan ini juga bertujuan untuk melatih kedisiplinan, tanggung jawab, serta membentuk sikap profesional yang dibutuhkan di lingkungan industri.

Pemilihan PKS Adolina sebagai lokasi pelaksanaan prakerin bukan tanpa alasan. Pabrik ini dikenal sebagai salah satu unit usaha dari PTPN IV yang telah lama bergerak di bidang

Naskah Masuk: 06 Agustus 2024; Revisi: 13 September 2024; Diterima: 28 Oktober 2024; Terbit: 30 Oktober 2024

pengolahan kelapa sawit dan memiliki sistem manajemen mutu yang baik. Lingkungan kerja di PKS Adolina juga dinilai mendukung proses belajar karena teknologi yang digunakan cukup modern dan sistem kerja di dalamnya mengikuti standar industri. Oleh karena itu, pabrik ini dianggap tepat sebagai tempat pelaksanaan prakerin.

Penempatan prakerin dilakukan di bagian laboratorium, khususnya yang menangani pengujian mutu dan kualitas CPO (Crude Palm Oil) dan PK (Palm Kernel). Bagian ini sangat penting karena bertanggung jawab dalam memastikan kualitas produk sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Melalui kegiatan di laboratorium ini, peserta prakerin bisa mempelajari langsung bagaimana proses pengujian kadar air, kotoran, asam lemak bebas, dan parameter lainnya dilakukan secara sistematis (2023, 2021).

Dengan terlibat di bagian tersebut, mahasiswa tidak hanya memperoleh pengetahuan tentang teori pengujian mutu, tetapi juga pengalaman teknis yang bermanfaat untuk menambah keterampilan di dunia kerja, khususnya dalam bidang pengolahan kelapa sawit dan pengendalian mutu produk.

Pohon kelapa sawit (*Elaeis guineensis* dan *Elaeis oleifera*) adalah tanaman tropis yang berasal dari Afrika Barat dan Amerika Tengah dan Selatan. Pohon kelapa sawit tersebar di berbagai dunia, terutama di daerah beriklim tropis. Indonesia dan Malaysia merupakan dua negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia (Pranata & Husin, 2023). Menurut data dari (United States Departemen of agriculture, 2020) pada tahun 2020, Indonesia memproduksi sekitar 43,5 juta ton minyak kelapa sawit, sedangkan Malaysia memproduksi sekitar 19,5 juta ton.

Di Indonesia, pohon kelapa sawit tersebar di berbagai daerah, terutama di Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua, menurut data dari (Kementrian Pertanian, 2020) pada tahun 2020, luas lahan perkebunan kelapa sawit di Indonesia mencapai sekitar 16,5 juta hektar, dengan produksi sekitar 42,5 juta ton.

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas pertanian utama yang memiliki peran strategis bagi Indonesia, baik dari sisi ekonomi, sosial, maupun lingkungan. Tanaman ini berkontribusi besar terhadap pendapatan negara melalui ekspor, menyediakan lapangan kerja bagi jutaan masyarakat, serta mendukung pemenuhan kebutuhan energi domestik. Selain itu, kelapa sawit banyak diminati karena menghasilkan minyak bernilai tinggi yang digunakan secara luas dalam berbagai sektor industri (Parwati et al., 2023). Berikut adalah ciri-ciri fisiologi pohon kelapa sawit :

Daun

Daunnya merupakan daun majemuk. Daun berwarna hijau tua dan pelapah berwarna sedikit lebih muda. Penampilannya sangat mirip dengan tanaman salak, hanya saja dengan duri yang tidak terlalu keras dan tajam.

Batang

Batang tanaman diselimuti bekas pelapah hingga umur 12 tahun. Setelah umur 12 tahun pelapah yang mengering akan terlepas sehingga menjadi mirip dengan tanaman kelapa.

Akar

Akar serabut tanaman kelapa sawit mengarah ke bawah dan samping. Selain itu juga terdapat beberapa akar napas yang tumbuh mengarah ke samping atas untuk mendapatkan tambahan aerasi.

Bunga

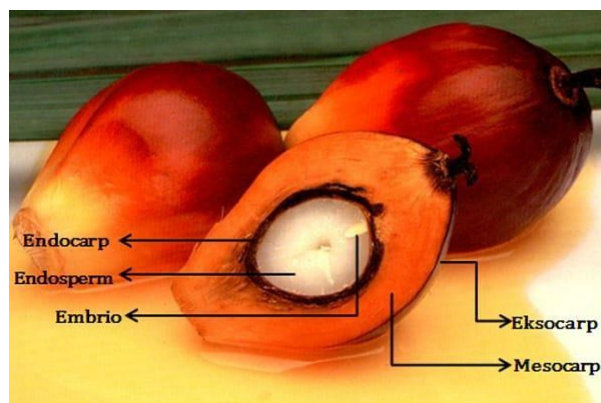
Bunga jantan dan betina terpisah dan memiliki waktu pematangan berbeda sehingga sangat jarang terjadi penyerbukan sendiri. Bunga jantan memiliki bentuk lancip dan panjang sementara bunga betina terlihat lebih besar dan mekar.

Buah

Buah sawit mempunyai warna bervariasi dari hitam, ungu, hingga merah tergantung bibit yang digunakan. Buah bergerombol dalam tandan yang muncul dari tiap pelapah. Buah sawit terdiri dari tiga lapisan:

- Eksokarp, bagian kulit buah berwarna kemerahan dan licin.
- Mesoskarp, serabut buah.
- Endoskarp, cangkang pelindung inti.

Inti sawit merupakan endosperm dan embrio dengan kandungan minyak inti berkualitas tinggi.



Gambar 1. Buah kelapa sawit.

Minyak kelapa sawit atau Crude Palm Oil (CPO) adalah jenis minyak nabati yang diperoleh melalui proses ekstraksi dari buah kelapa sawit. Umumnya, CPO dihasilkan dari spesies *Elaeis guineensis*, sementara sebagian kecil berasal dari *Attalea maripa* dan *Elaeis oleifera*. Secara alami, CPO memiliki warna merah yang khas, yang disebabkan oleh tingginya kandungan beta-karoten (Husain & Marzuki, 2021).

Minyak sawit dibedakan menjadi dua jenis, yaitu minyak sawit dari mesokarp buah dan minyak inti sawit (palm kernel oil) yang berasal dari bagian dalam biji buah. Minyak inti memiliki tampilan warna yang lebih pucat karena kadar karotenoidnya jauh lebih rendah, dan kandungan lemak jenuhnya pun tidak sebanyak CPO.

CPO terdiri dari berbagai komponen lemak, termasuk asam lemak jenuh seperti asam palmitat, serta asam lemak tak jenuh seperti asam oleat dan linoleat. Karena struktur kimianya mengandung ikatan rangkap (pada asam lemak tak jenuh), CPO cenderung mudah bereaksi dengan oksigen sehingga rentan mengalami oksidasi, yang dapat menurunkan kualitasnya (SIMAMORA, 2020).

Proses kimia yang umum terjadi pada CPO antara lain reaksi hidrolisis (akibat adanya air), oksidasi (melibatkan oksigen), hidrogenasi (penambahan hidrogen pada ikatan rangkap), dan esterifikasi (pembentukan ester dari asam lemak bebas). Semua reaksi ini dapat mempengaruhi mutu dan kestabilan CPO selama penyimpanan maupun pemrosesan (Area, 2024).

Continuous Settling Tank (CST) adalah salah satu unit penting dalam sistem pengolahan di pabrik kelapa sawit yang berfungsi untuk memisahkan minyak dari campuran air dan bahan padat. Pemisahan ini terjadi karena adanya perbedaan massa jenis antara minyak dan air (Nurohman Dede, Abd Aziz, 2021). Dalam prosesnya, campuran dari minyak, air, dan sludge dimasukkan ke dalam tangki vertikal, di mana minyak yang lebih ringan akan naik ke permukaan membentuk lapisan terpisah di atas air.

Bagian dalam CST biasanya terbagi menjadi tiga lapisan: bagian atas berisi minyak murni, bagian tengah mengandung lumpur yang masih bercampur minyak (sludge), dan bagian bawah berisi air. Minyak murni dikutip menggunakan alat bernama oil skimmer, sedangkan sludge dialirkan keluar menuju sludge tank dari pipa underflow (Nainggolan et al., 2025).

Agar proses pemisahan berjalan maksimal, suhu dalam tangki dijaga sekitar 90°C dengan bantuan injeksi uap. Ketebalan lapisan minyak juga harus diperhatikan. Jika terlalu tipis, maka kadar air dan kotoran dalam minyak yang dikutip akan meningkat. Oleh karena itu, menjaga ketebalan minyak di atas 30 cm sangat penting untuk mendapatkan kualitas minyak yang sesuai standar (Munthe, 2025).

Kinerja CST sangat bergantung pada efisiensi pemisahan tersebut. Jika proses pemisahan berjalan optimal, maka kadar kotoran dan kehilangan minyak yang terbawa oleh sludge dapat diminimalkan sesuai standar mutu yang ditetapkan. Namun, jika ketebalan lapisan minyak terlalu tipis, maka sludge cenderung ikut terbawa saat pengutipan, yang berdampak buruk pada mutu CPO. Oleh karena itu, pengaturan ketebalan minyak dalam CST menjadi salah satu faktor penting untuk menjaga kualitas hasil akhir (Putri et al., 2024).

Agar kualitas minyak tetap terkontrol, diperlukan alat pengukur ketebalan yang mampu memberikan informasi akurat mengenai lapisan minyak. Penggunaan alat bantu yang tepat dapat membantu menentukan titik pengutipan yang optimal, sehingga kadar air dan kotoran dalam CPO dapat ditekan seminimal mungkin (Dani & Utama, 2023).



Gambar 2. Continuous settling tank.

Permasalahan dalam industri pengolahan minyak sawit sangat beragam, salah satunya terkait dengan mutu produk akhir, khususnya pada kadar kotoran yang terkandung dalam CPO (Crude Palm Oil). Salah satu faktor yang dapat memengaruhi kualitas tersebut adalah ketebalan lapisan minyak dalam tangki pemurnian atau Continuous Settling Tank (CST) (Ramadanu, 2025).

Ketebalan CPO dalam CST diduga berpengaruh terhadap efektivitas proses pengendapan kotoran, yang pada akhirnya dapat menentukan seberapa bersih atau berkualitas minyak sawit yang dihasilkan. Ketika proses pengutipan minyak dilakukan pada lapisan yang terlalu tipis, ada kemungkinan air dan kotoran ikut terbawa, sehingga mutu CPO menurun (SINAGA, 2025).

Berdasarkan kondisi tersebut, penulis merasa perlu melakukan pengamatan dan analisis lebih lanjut terkait hubungan antara ketebalan CPO dalam tangki CST dengan kadar kotoran dalam minyak. Permasalahan ini dianggap penting karena menyangkut kualitas produk, efisiensi produksi, dan kepatuhan terhadap standar mutu industri (Rambe, 2025).

2. KAJIAN TEORITIS

Crude Palm Oil (CPO)

Crude Palm Oil (CPO) merupakan minyak kelapa sawit mentah yang diperoleh dari proses pengolahan tandan buah segar (TBS) di pabrik kelapa sawit. CPO mengandung komponen utama berupa trigliserida, serta komponen minor seperti asam lemak bebas (ALB/FFA), air, dan kotoran (impurities).

Menurut standar mutu industri, kualitas CPO ditentukan oleh beberapa parameter utama, yaitu kadar asam lemak bebas (ALB), kadar air (moisture), dan kadar kotoran (dirt content). Kadar kotoran yang tinggi dapat menurunkan mutu minyak serta memengaruhi harga jual dan proses pemurnian selanjutnya. Pada industri pengolahan sawit seperti di PT Perkebunan Nusantara IV (PTPN IV), pengendalian kualitas CPO menjadi aspek penting dalam menjaga daya saing dan efisiensi produksi.

Continuous Settling Tank (CST)

Continuous Settling Tank (CST) merupakan salah satu alat dalam proses klarifikasi minyak sawit yang berfungsi untuk memisahkan minyak dari lumpur (*sludge*) dan kotoran berdasarkan perbedaan berat jenis. Prinsip kerja CST adalah sedimentasi secara gravitasi, di mana partikel padat dan air akan mengendap di bagian bawah, sementara minyak berada di lapisan atas. Efektivitas pemisahan pada CST dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: Suhu minyak, Waktu tinggal (*retention time*), Laju aliran (*flow rate*), Ketebalan lapisan minyak (*oil layer thickness*). Ketebalan CPO dalam tangki CST sangat berpengaruh terhadap proses pemisahan. Jika lapisan terlalu tipis, proses pengendapan belum optimal. Sebaliknya, jika terlalu tebal, dapat terjadi pencampuran kembali (turbulensi) yang menyebabkan kotoran ikut terbawa ke aliran minyak bersih.

Kadar Kotoran (*Dirt Content*)

Kadar kotoran adalah persentase zat padat tidak larut yang terdapat dalam CPO. Kotoran ini dapat berupa: serat halus, pasir, sisa sel tanaman dan partikel lumpur. Standar mutu CPO umumnya mensyaratkan kadar kotoran maksimal sekitar 0,02%–0,05% tergantung standar perusahaan dan pembeli. Kadar kotoran yang tinggi dapat menyebabkan: penurunan kualitas minyak, peningkatan biaya pemurnian, dan kerusakan peralatan (*fouling* dan *korosi*). Oleh karena itu, proses klarifikasi yang optimal di CST sangat menentukan rendahnya kadar kotoran pada produk akhir.

3. METODE PENELITIAN

Metode pengumpulan data pada laporan ini metode penyaringan dengan Gooch Crucible Filter dan perhitungan gravimetri dilakukan dengan cara mengambil sampel minyak sawit mentah (CPO) dari tangki CST pada beberapa variasi ketebalan minyak. *Gooch Crucible* (Krus Gooch) adalah alat laboratorium berbentuk cawan kecil (biasanya dari porselen atau kaca sinter) yang memiliki dasar berpori dan digunakan untuk proses filtrasi vakum dalam analisis gravimetri. Metode penyaringan dengan Gooch Crucible adalah teknik pemisahan zat padat dari cairan menggunakan krus berpori yang telah diberi lapisan media penyaring (biasanya serat asbes atau glass fiber), kemudian disaring dengan bantuan vakum sehingga endapan tertahan di dalam krus. Gravimetri adalah metode analisis kuantitatif yang didasarkan pada pengukuran massa suatu zat setelah zat tersebut dipisahkan atau diubah menjadi bentuk senyawa yang stabil. Metode ini sangat akurat karena berdasarkan penimbangan massa secara langsung (Anandari et al., 2023). Sampel tersebut kemudian dianalisis di laboratorium untuk mengukur kadar kotoran yang terkandung didalamnya.

Rumus Gravimetri:

$$Kadar (\%) = \frac{Masa\ Zat\ Yang\ Dianalisi}{Masa\ Sampel} \times 100\%$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Table 1. Data Pengamatan Menghitung Kadar Kotoran Minyak Sawit.

No	Tanggal Analisa	Nama Sampel	Ketebalan Minyak (cm)	Berat Sampel (gr)	Berat Wadah (gr)	Berat Wadah + Kotoran (gr)	Kadar Kotoran (%)
1	04/07/2025	Crude Palm Oil	45	10,1658	20,3483	20,3499	0,01
2	05/07/2025	Crude Palm Oil	46	10,0945	20,7996	20,8010	0,01
3	07/07/2025	Crude Palm Oil	35	10,8912	20,8013	20,8049	0,03
5	09/07/2025	Crude Palm Oil	35	10,1660	20,3829	20,3863	0,03
6	10/07/2025	Crude Palm Oil	40	10,4129	20,2954	20,2981	0,02
7	11/07/2025	Crude Palm Oil	33	10,0753	20,7955	20,8002	0,04

Tabel 2. Data hasil % kadar kotoran Crude palm Oil (CPO).

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

Rumus:

$$Kadar (\%) = \frac{Masa\ Zat\ Yang\ Dianalisi}{Masa\ Sampel} \times 100\%$$

$$Kadar\ Kotoran = \frac{B - A}{C} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Berat wadah

B = Berat wadah + kotoran

C = Berat Sampel

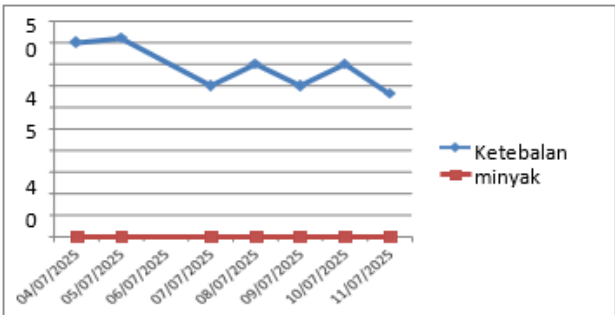
Diketahui, A = 20,3483; B = 20,3499; C = 10,1658

Maka penghitungannya:

$$Kadar\ Kotoran = \frac{20,3499 - 20,3483}{10,1658} \times 100\%$$

$$= \frac{0,0016}{10,1658} \times 100\%$$

$$= 0,01\%$$



Gambar 3. Grafik kadar kotoran CPO.

Berdasarkan hasil pengujian kadar kotoran pada minyak sawit mentah (CPO) yang dilakukan selama tanggal 4 hingga 11 Juli 2025, terlihat bahwa ketebalan lapisan minyak dalam tangki CST memberikan pengaruh langsung terhadap kadar kotoran yang terkandung di dalamnya. Dari data yang ditampilkan pada Tabel 1.2, diperoleh bahwa kadar kotoran terendah yaitu sebesar 0,01% terjadi saat ketebalan minyak mencapai 45 cm dan 46 cm, sedangkan kadar kotoran tertinggi sebesar 0,04% terjadi pada ketebalan 33 cm. Adapun pada ketebalan 35 cm, kadar kotoran berada di kisaran 0,03%, dan pada ketebalan 40 cm, kadar kotoran menurun kembali menjadi 0,02%.

Hal ini menunjukkan bahwa semakin tebal lapisan minyak, maka kadar kotoran dalam CPO cenderung lebih rendah. Fenomena ini selaras dengan prinsip gravitasi dan proses sedimentasi, di mana partikel berat seperti air dan kotoran akan mengendap ke dasar tangki. Ketika ketebalan minyak cukup (sekitar 40–46 cm), minyak yang dikutip berada di lapisan atas dan relatif bebas dari kotoran. Sebaliknya, jika ketebalan minyak terlalu tipis (sekitar 33–35 cm), maka kemungkinan besar kotoran dan sludge ikut terambil saat proses pengutipan berlangsung.

Dengan kata lain, hasil pengamatan menunjukkan bahwa ada korelasi terbalik antara ketebalan CPO dan kadar kotoran: semakin kecil ketebalan minyak, semakin tinggi kadar kotoran. Kondisi ini dapat berdampak negatif terhadap kualitas CPO yang dihasilkan, terutama jika melebihi batas toleransi kadar kotoran yaitu 0,02%. Oleh karena itu, menjaga ketebalan minyak dalam CST minimal pada kisaran 40 cm atau lebih menjadi salah satu strategi penting untuk mempertahankan mutu minyak sawit mentah sesuai standar industri.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan kegiatan Praktek Kerja Industri (Prakerin) yang telah dilaksanakan di PT. Perkebunan Nusantara IV Regional II Unit Kebun dan PKS Adolina, dapat disimpulkan bahwa ketebalan minyak sawit mentah (CPO) dalam tangki CST berpengaruh langsung terhadap kadar kotoran yang terdapat di dalamnya. Semakin tebal lapisan CPO yang terbentuk di dalam tangki, maka semakin kecil kadar kotoran yang terkandung dalam minyak tersebut. Hal ini terjadi karena proses pengendapan partikel kotoran telah berlangsung lebih sempurna yang membuat minyak berada jauh dari dasar tangki sehingga relatif aman dari gangguan lumpur atau air di bawahnya, dan pengutipan minyak jauh lebih bersih dan sesuai standar mutu. Sebaliknya, jika ketebalan terlalu tipis, risiko kotoran yang ikut terbawa dalam minyak meningkat, sehingga menurunkan kualitas CPO. Temuan ini menunjukkan bahwa pengaturan ketebalan minyak

secara konsisten di tangki CST merupakan salah satu faktor penting dalam menjaga mutu hasil akhir minyak sawit mentah.

DAFTAR REFERENSI

- Anandari, R. F., Cindiansya, F., Fikayuniar, L., Naurah, S. A., Rosmayati, J., & Wandiraa, A. (2023). Menganalisis pengujian kadar air dari berbagai simplisia bahan alam menggunakan metode gravimetri. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(17), 190-193.
- Area, U. M. (2024). Proses pengolahan kelapa sawit menjadi CPO (Crude Palm Oil) dan inti sawit menjadi CPKO (Crude Palm Kernel Oil). *Laporan Kerja Praktek Lapangan Mahasiswa Kerja Praktek Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area*.
- Dani, A., & Utama, S. (2023). Proses pengolahan kelapa sawit menjadi Crude Palm Oil (CPO). *Laporan Kerja Praktek Lapangan Mahasiswa Kerja Praktek: Fakultas Teknik Universitas Medan Area Medan*.
- Husain, F., & Marzuki, I. (2021). Pengaruh temperatur penyimpanan terhadap mutu dan kualitas minyak goreng kelapa sawit. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(4), 2270-2278. <https://doi.org/10.32672/jse.v6i4.3470>
- Husni, I. H., & Hidayat, S. (2023). The impact of palm oil mill effluent treatment on environmental sustainability: A case study in North Sumatra. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 10(3), 134-145. <https://doi.org/10.1177/jtl.v10i3.3145>
- Munthe, R. A. (2025). Laporan kerja praktek distrik Labuhan Batu III Pabrik Kelapa Sawit Sisumut. *Disusun oleh Riel Arjuna Munthe, Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Medan Area Medan*.
- Nainggolan, M., Sofitra, M., & Budiman, R. (2025). Pengendalian kualitas Crude Palm Oil (CPO) di PKS Parindu PT Perkebunan Nusantara IV Regional V. *Jurnal Industrial Engineering and Management System*, 9(2), 167-181. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtinUNTAN/issue/view/2642>
- Nurohman Dede, A., Abd Aziz, M. F. F. (2021). Studi efektivitas pengutipan minyak pada continuous settling tanks menggunakan alat pelampung. *Kodifikasia: Jurnal Penelitian Islam*, 15(1), 133-158. <https://doi.org/10.21154/kodifikasia.v15i1.2280>
- Parwati, W. D. U., Nadeak, F. H., & Kautsar, V. (2023). Analisis pertumbuhan dan produktivitas kelapa sawit pada variasi kerapatan tanam. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 12(2), 105-116. <https://doi.org/10.25181/jaip.v12i2.3535>
- Pranata, D. I., & Husin, H. (2023). Free fatty acid and water content in the daily tank at PT Socfin. *Jurnal Pertanian Agros*, 25(2), 1219-1225.
- Putri, Y., Saragih, S., Pt, L. K. P., Nusantara, P., Regional, I. V, & Unit, I. I. (2024). Perkebunan Nusantara IV Regional II Unit PKS ADOLINA.
- Ramadanu, A. (2025). Laporan kerja praktek PT Perkebunan Nusantara IV Regional I PKS Rambutan Tebing Tinggi Sumatera Utara. *Disusun oleh Agung Sutyoso, Fakultas Teknik Universitas Medan Area Medan*.
- Rambe, A. H. (2025). Laporan penelitian tugas akhir.

- Simamora, R. A. A. (2020). Kernel dengan metode Statistical Process Control (SPC) untuk meningkatkan rendemen di pabrik kelapa sawit PT Perkebunan Nusantara IV Adolina. *Skripsi oleh Rich Arif Adika Simamora, Fakultas Teknik Universitas Medan Area Medan.*
- Sinaga, A. S. (2025). Laporan kerja praktek PT Pertamina Fuel Terminal Gunungsitoli. *Disusun oleh Brian Jenari Telaumbanua, Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Medan Area Medan.*