

THE EFFECT OF FREE FATTY ACIDS ON CPO FROM INTEGRATED PALM OIL FRUIT BUNCHES AND BRUISED PALM OIL FRUIT BUNCHES

PENGARUH ASAM LEMAK BEBAS TERHADAP CPO DARI TANDAN BUAH KELAPA SAWIT YANG UTUH DAN TANDAN BUAH KELAPA SAWIT YANG MEMAR

Masдания Zurairah Siregar^{*1}, Misdawati², Desi Ardillah³

^{*1}Universitas Al-Azhar, ²Universitas Al Washliyah Medan, ³Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

*masdaniazurairahsiregar64@gmail.com

INFO ARTIKEL

Diterima: kosongkan

Direvisi: kosongkan

Disetujui: kosongkan

Kata Kunci:

tandan buah utuh, tandan buah memar, asam lemak bebas, CPO, hidrolisis

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh kondisi fisik buah kelapa sawit terhadap rendemen minyak dan kadar asam lemak bebas (ALB) pada *crude palm oil* (CPO), serta membandingkan hasil antara buah kelapa sawit utuh dan buah yang mengalami memar. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan sampel buah kelapa sawit masing-masing sebanyak 25 g. Minyak diekstraksi dengan metode Soxhlet menggunakan 50 mL petroleum eter, kemudian pelarut dipisahkan untuk memperoleh minyak hasil ekstraksi. Pengamatan dilakukan selama lima hari. Rendemen dihitung berdasarkan perbandingan berat minyak terhadap berat sampel awal, sedangkan kadar ALB ditentukan berdasarkan volume dan normalitas NaOH serta berat sampel minyak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa buah utuh menghasilkan rendemen lebih tinggi, yaitu 49,2% pada hari pertama dan 46,0% pada hari kelima. Buah memar menghasilkan rendemen sebesar 39,2% pada hari pertama dan menurun menjadi 36,6% pada hari kelima. Kadar ALB buah utuh meningkat dari 2,10% menjadi 3,89%, sedangkan kadar ALB buah memar meningkat dari 4,42% menjadi 5,82%. Kerusakan mekanis pada buah mempercepat aktivitas enzim lipase dan hidrolisis trigliserida sehingga meningkatkan kadar ALB serta menurunkan rendemen minyak. Dengan demikian, buah kelapa sawit yang utuh menghasilkan CPO dengan rendemen dan mutu yang lebih baik dibandingkan buah yang memar. Penanganan pascapanen yang tepat diperlukan untuk meminimalkan kerusakan buah.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the effect of the physical condition of oil palm fruits on oil yield and free fatty acid (FFA) levels in crude palm oil (CPO), as well as to compare the results obtained from intact and bruised oil palm fruits. An experimental method was employed using 25 g samples of each fruit condition. The oil was extracted using the Soxhlet method with 50 mL of petroleum ether. The solvent was subsequently separated to obtain the extracted oil. Observations were conducted for five days. Oil yield was calculated by comparing the weight of the extracted oil with the initial sample weight, while FFA levels were determined based on the volume and normality of NaOH and the weight of the oil sample. The results showed that intact fruits produced a higher oil yield, decreasing from 49.2% on the first day to 46.0% on the fifth day. Bruised fruits produced a yield of 39.2% on the first day, which decreased to 36.6% on the fifth day. The FFA level in intact fruits increased from 2.10% to 3.89%, while that in bruised fruits increased from 4.42% to 5.82%. Mechanical damage accelerated lipase activity and triglyceride hydrolysis, thereby increasing FFA levels and reducing oil yield. In conclusion, intact oil palm fruits produced CPO with a higher yield and better quality than bruised fruits. Proper post-harvest handling is therefore required to minimize fruit damage.

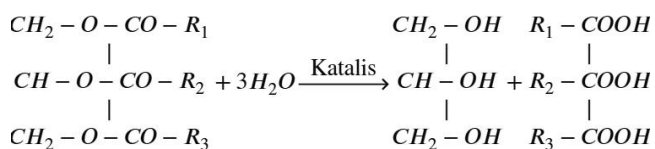
Keywords:

intact fruit bunches, bruised fruit bunches, free fatty acids, CPO, hydrolysis

*Corresponding author: Masdaniazurairahsiregar64@gmail.com¹

I. PENDAHULUAN

Pada tahun 1980, luas areal kelapa sawit tercatat sebesar 294,56 ribu hektar, kemudian meningkat pesat hingga mencapai 14,59 juta hektar pada tahun 2020. Berdasarkan data rata-rata luas areal kelapa sawit global periode 2018–2022 yang dirilis oleh Food and Agriculture Organization (FAO), Indonesia menguasai lebih dari separuh total areal perkebunan kelapa sawit dunia dengan kontribusi rata-rata sebesar 50,48%. Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan utama yang memiliki nilai ekonomi tinggi karena menghasilkan minyak sawit mentah (Crude Palm Oil/CPO) dan minyak inti sawit yang banyak digunakan dalam industri pangan, kosmetik, farmasi, hingga bioenergi. (Bahrin, 2024). Kelapa sawit jenis Tenera adalah varietas hibrida unggulan dan standar industri komersial. Varietas tenera memiliki cangkang yang lebih tipis dimana menghasilkan produksi minyak sebanyak 30% lebih banyak jika dibandingkan dengan jenis Dura. Bahwa proses pemanenan dapat juga mengakibatkan berkurangnya kualitas dari buah kelapa sawit demikian juga pada saat pemanenan, pengangkutan buah kelapa sawit, penyimpanan dan pemasaran. Dimana efek dari buah yang memar dan lamanya waktu proses pengolahan buah kelapa sawit menjadi CPO dapat meningkatkan mutu CPO kurang bagus karena efek dari meningkatnya asam lemak beini bas CPO. Kerusakan buah kelapa sawit ini menyebabkan perubahan fisik, kimia dan biologi yang berpengaruh terhadap mutu buah serta produk olahannya yaitu CPO Dimana salah satu parameter kualitasnya dapat menurun seperti asam lemak bebas (ALB). Peningkatan reaksi hidrolisis trigliserida menyebabkan naiknya kadar asam lemak bebas (Free Fatty Acid/FFA), sehingga menurunkan kualitas minyak inti sawit yang dihasilkan (Syam & Pahil, 2024) Trigliserida merupakan molekul minyak atau lemak yang tersusun dari satu kerangka gliserol dengan tiga rantai asam lemak. Dengan proses hidrolisa Dimana satu molekul trigliserida akan melepaskan rantai asam lemaknya menjadi molekul terpisah. Proses ini mengubah gugus ester menjadi gugus alkohol dan asam karboksilat.



Trigliserida Gliserol Asam Lemak Jenis asam lemak bebas dapat mempunyai rantai tunggal dan rantai rangkap. Jenis asam lemak bebas (ALB) atau *Free Fatty Acid* (FFA) yang paling dominan pada *Crude Palm Oil* (CPO) adalah asam palmitat dan asam oleat. Asam lemak ini terbentuk dari proses hidrolisis dan oksidasi trigliserida selama pengolahan dan penyimpanan minyak kelapa sawit. Jenis asam lemak bebas (ALB) atau *Free Fatty Acid* (FFA) yang paling dominan pada *Crude Palm Oil* (CPO) adalah asam palmitat dan asam oleat. Asam lemak ini terbentuk dari proses hidrolisis dan oksidasi trigliserida selama pengolahan dan penyimpanan minyak kelapa sawit. Asam Palmitat (C16:0): Merupakan asam lemak jenuh yang menjadi komponen dominan utama bersama dengan asam oleat. Dalam pengujian laboratorium, perhitungan kadar

ALB sering disetarakan dengan asam palmitat ini. Asam Oleat (C18:1): Merupakan asam lemak tak jenuh tunggal yang juga menyumbang porsi terbesar. Standar industri sering menyatakan kadar ALB secara keseluruhan dihitung berdasarkan bobot molekul asam oleat. Jenis Lainnya: Terdapat pula asam lemak bebas dalam jumlah kecil seperti asam stearat (jenuh) dan asam linoleat (tak jenuh ganda). Kadar asam lemak bebas adalah parameter utama dalam menentukan mutu CPO. Berdasarkan standar, kadar ALB pada CPO yang berkualitas baik umumnya berkisar antara maksimal 3% hingga 5%. Tingginya kadar ALB (>5%) menunjukkan terjadinya kerusakan pada buah sawit sebelum diolah atau proses hidrolisis yang buruk. Asam lemak bebas merupakan hasil hidrolisis trigliserida yang dipengaruhi oleh aktivitas enzim lipase, kadar air, suhu, serta tingkat kerusakan jaringan. Pada buah yang mengalami memar, struktur sel mengalami kerusakan sehingga kontak antara enzim dan substrat menjadi lebih intensif. Kondisi ini dapat mempercepat proses hidrolisis lemak dan meningkatkan kadar asam lemak bebas. Peningkatan ALB umumnya dikaitkan dengan penurunan kualitas bahan baku karena dapat memicu ketengikan, perubahan aroma, serta menurunkan stabilitas produk. Buah yang masih utuh memiliki integritas jaringan yang lebih baik sehingga proses degradasi lemak berlangsung lebih lambat dibandingkan buah yang mengalami memar. Perbedaan kondisi fisik tersebut diduga memberikan pengaruh terhadap kadar asam lemak bebas yang terkandung dalam buah. Rendemen menunjukkan persentase minyak yang berhasil diekstraksi dibandingkan dengan jumlah bahan baku yang diolah. Semakin tinggi nilai rendemen, maka semakin efisien proses ekstraksi yang dilakukan dan semakin kecil kehilangan minyak yang terjadi selama proses pengolahan (Hasibuan, 2024). Rendemen yang rendah menunjukkan bahwa sebagian minyak masih tertinggal di dalam bungkil inti sawit (Palm Kernel Cake/PKC) atau hilang selama proses produksi (Agfira, 2024). Oleh karena itu, pengukuran dan perbandingan kadar ALB pada buah utuh dan buah memar penting dilakukan untuk mengetahui dampak kerusakan mekanis terhadap kualitas buah. Perubahan kadar asam lemak bebas akibat kerusakan fisik buah masih perlu dikembangkan, terutama untuk memberikan informasi ilmiah yang dapat digunakan dalam penanganan pascapanen dan pengolahan hasil pertanian dan menganalisis dan membandingkan kadar asam lemak bebas pada buah utuh dan buah memar, sehingga dapat diketahui pengaruh kondisi fisik buah terhadap pembentukan asam lemak bebas.

II. METODE PENELITIAN

2.1. BAHAN DAN ALAT

2.1.1 BAHAN

Penelitian ini menggunakan buah kelapa sawit yang masih utuh dan buah kelapa sawit yang mengalami memar sebagai sampel penelitian. Petroleum eter digunakan sebagai pelarut untuk mengekstraksi minyak dari sampel buah kelapa sawit. Larutan natrium hidroksida (NaOH) digunakan sebagai larutan titran dalam pengujian kadar asam lemak bebas, sedangkan fenolftalein digunakan sebagai indikator untuk menentukan titik akhir titrasi.

2.1.2. ALAT

Penelitian ini menggunakan labu leher tiga sebagai wadah untuk menampung dan memanaskan pelarut selama proses ekstraksi. Erlenmeyer digunakan sebagai wadah sampel minyak pada proses titrasi. Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume larutan dan pelarut yang digunakan dalam penelitian. Alat Soxhlet digunakan untuk mengekstraksi minyak dari buah kelapa sawit secara berulang menggunakan petroleum eter. Timbangan digunakan untuk mengukur massa sampel buah dan minyak hasil ekstraksi. Penangas digunakan untuk memberikan panas selama proses ekstraksi dan pemisahan pelarut, sedangkan buret digunakan untuk mengukur dan meneteskan larutan NaOH secara teliti pada proses penentuan kadar asam lemak bebas.

2.2. Pembuatan CPO Dari Buah Kelapa Sawit Yang Utuh:

1. Sampel buah kelapa sawit yang segar ditimbang sebanyak 25 gr lalu dibungkus dengan kertas saring. Bahan tersebut dimasukkan ke dalam alat soklet. Pelarut petro eter dimasukkan ke dalam labu leher tiga sebanyak 50 ml. lalu dipanaskan.
 2. Metode Soxhlet bekerja berdasarkan proses ekstraksi berulang menggunakan pelarut organik. Pelarut dipanaskan hingga menguap, kemudian uap mengembun dan menetes ke sampel. Minyak dari sampel larut dalam pelarut. Setelah ruang ekstraksi penuh, larutan tersifon kembali ke labu pemanas. Siklus ini berlangsung berulang kali hingga minyak terekstraksi secara maksimal.
- Isi labu alas bulat dengan pelarut.
 - Rangkai alat Soxhlet dan nyalakan pemanas.
 - Pelarut akan menguap, mengembun di kondensor, lalu menetes ke sampel.
 - Minyak larut ke dalam pelarut.
 - Setelah ruang Soxhlet penuh, larutan Kembali ke labu melalui sifon.
 - Siklus berlangsung berulang hingga ekstraksi selesai.
 - Hal yang sama dilakukan untuk buah kelapa sawit yang Utuh
 - Perlakuan ini dilakukan dalam waktu 1,2,3,4, dan 5 hari
 - Pemisahan pelarut
Setelah ekstraksi selesai, pelarut dipisahkan dari minyak menggunakan penguapan atau alat evaporator sehingga diperoleh minyak hasil ekstraksi.
 - Perhitungan. Minyak yang diperoleh ditimbang. Kadar minyak dihitung sebagai persentase terhadap berat sampel awal.

III. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Hasil Rendam Buah Kelapa Sawit Yang Utuh

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat minyak hasil ekstraksi (g)}}{\text{Berat sampel kering (g)}} \times 100\%$$

Jika menggunakan 25 g sampel:

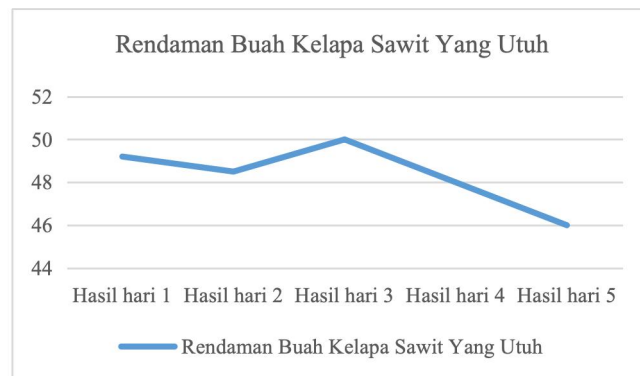
Tandan buah segar

Minyak hasil ekstraksi 12,3gr

$$\text{Rendamen} = (12,3/25) \times 100\% = 49,2\%$$

TABEL 4.1.
RENDAMEN BUAH KELAPA SAWIT YANG UTUH

No	Hasil hari 1	Hasil Hari 2	Hasil Hari 3	Hasil Hari 4	Hasil Hari 5
1.	49,2%	48,5%	50%	48%	46%



Gambar 1 Grafik rendaman buah kelapa sawit yang utuh

3.2. Hasil Rendamen Buah Kelapa Sawit Yang Memar

Buah yang memar biasanya mengalami:

- Peningkatan aktivitas enzim lipase.
- Kenaikan kadar asam lemak bebas (FFA).

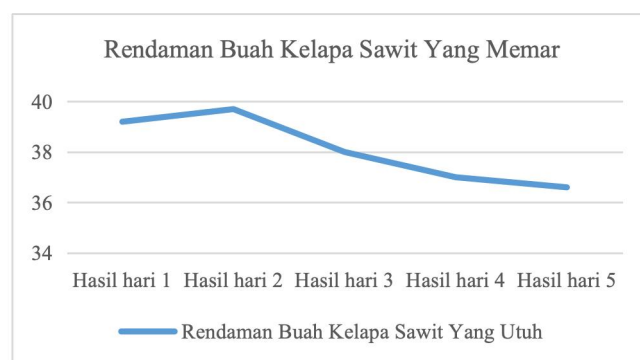
Penurunan mutu minyak dari buah kelapa sawit yang memar. Rendemen dihitung dengan rumus:

Minyak hasil ekstraksi = 9,8 gr

$$\text{Rendemen} = (9,8 \div 25) \times 100\% = 39,2\%$$

TABEL 4.2.
RENDAMEN BUAH KELAPA SAWIT YANG MEMAR

No	Hasil Hari 1	Hasil Hari 2	Hasil Hari 3	Hasil Hari 4	Hasil Hari 5
1.	39,2	39,7	38	37	36,6



Gambar 2 Grafik rendaman buah kelapa sawit yang memar

Buah segar: 46–49,2% (basis kering, tergantung kondisi sampel). Buah memar: dapat sedikit lebih rendah, sekitar 36,6–39,6%, karena kerusakan jaringan dan peningkatan aktivitas enzim dapat memengaruhi kualitas maupun jumlah minyak yang dapat diekstraksi.

- Persentase rendemen minyak.
- Kadar asam lemak bebas (ALB/FFA), yang pada buah memar umumnya lebih tinggi.

- Kadar air.
- Bilangan peroksida (jika menilai kualitas minyak).

3.3. Hasil Perolehan Asam Lemak Bebas Buah Kelapa Sawit Yang Utuh

Asam Lemak Bebas dapat makin tinggi disebabkan waktu pengolahannya tidak cepat untuk diolah menjadi minyak dan terjadinya reaksi hidrolisis.

Analisis Kualitas Minyak Sawit

a. Asam Lemak Bebas (FFA)

FFA (%) = $(V \times N \times 25,6) / W$ Keterangan:

V = Volume NaOH (mL)

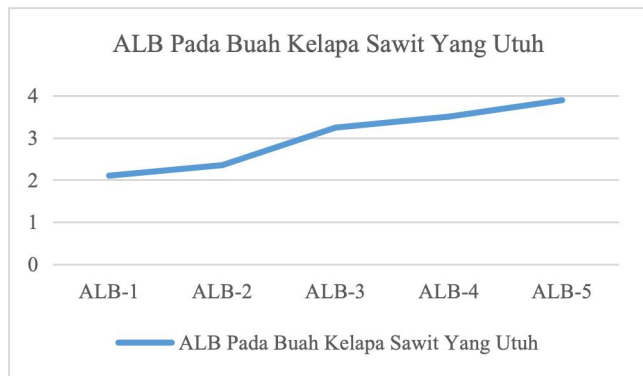
N = Normalitas NaOH

W = Berat sampel minyak (gram)

TABEL 4.3.

KADAR ASAM LEMAK BEBAS (ALB) PADA BUAH KELAPA SAWIT YANG UTUH

No	ALB-1	ALB-2	ALB-3	ALB-4	ALB-5
1.	2,10	2,35	3,24	3,50	3,89



Gambar 3 Grafik ALB pada buah kelapa sawit yang utuh

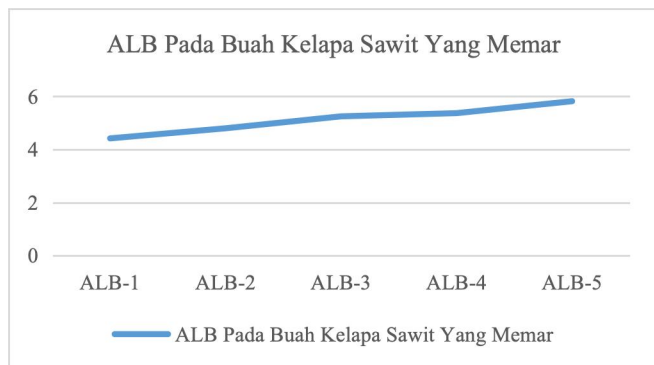
3.4. Hasil Perolehan Asam Lemak Bebas Buah Kelapa Sawit Yang Memar

Asam lemak bebas pada buah kelapa sawit yang memar dapat mengakibatkan bekerjanya enzim lipase dan menimbulkan kebusukan.

TABEL 4.4.

KADAR ASAM LEMAK BEBAS (ALB) PADA BUAH KELAPA SAWIT YANG MEMAR

No	ALB-1	ALB-2	ALB-3	ALB-4	ALB-5
1.	4,42	4,80	5,25	5,37	5,82



Gambar 4 Grafik ALB pada kelapa sawit yang memar

IV. DISKUSI

Rendemen hasil minyak yang diperoleh merupakan persentase minyak yang berhasil diekstraksi dengan pelarut petroleum eter dan dari sampel dibandingkan dengan berat sampel awal. Nilai rendemen ini dipengaruhi oleh tingkat kematangan buah, kadar air, metode ekstraksi, jenis pelarut, waktu ekstraksi, serta kondisi fisik buah sebelum diekstraksi apakah ada memar atau tidak/utuh. Buah kelapa sawit yang memar menunjukkan bahwa kerusakan mekanis akibat memar dapat memengaruhi jumlah minyak yang dapat diekstraksi. Pada buah yang masih utuh, struktur jaringan mesokarp relatif tetap sehingga kandungan minyak masih tersimpan dengan baik di dalam sel-sel minyak.

Sebaliknya, pada buah yang memar terjadi kerusakan dinding sel akibat benturan. Kerusakan ini mempercepat kontak antara minyak dengan enzim lipase yang terdapat di dalam jaringan buah. Aktivitas lipase menghidrolisis trigliserida menjadi asam lemak bebas dan gliserol. Meskipun proses hidrolisis tidak selalu menyebabkan penurunan kandungan minyak secara drastis, kerusakan jaringan dapat menyebabkan sebagian minyak keluar dari sel, mengalami oksidasi, atau hilang selama penanganan sampel sehingga rendemen ekstraksi menjadi lebih rendah dibandingkan buah utuh.

Buah yang mengalami memar umumnya memiliki kadar asam lemak bebas (ALB) lebih tinggi karena aktivitas lipase meningkat setelah jaringan buah rusak. Oleh karena itu, penanganan pascapanen yang baik sangat penting untuk meminimalkan kerusakan mekanis sehingga kuantitas dan kualitas minyak tetap terjaga.

Metode ekstraksi Soxhlet mampu mengekstraksi minyak secara efisien menggunakan pelarut organik. Hasil rendemen yang diperoleh tetap dipengaruhi oleh kondisi awal sampel. Apabila kadar air sampel tinggi atau proses pengeringan tidak seragam, efisiensi ekstraksi dapat menurun sehingga memengaruhi nilai rendemen yang diperoleh. Bahwa kondisi fisik buah sebelum ekstraksi berpengaruh terhadap rendemen minyak. Buah kelapa sawit yang utuh cenderung menghasilkan rendemen lebih tinggi dibandingkan buah yang memar. Temuan ini menunjukkan pentingnya penanganan tandan buah segar selama panen, pengangkutan, dan penyimpanan untuk mengurangi kerusakan fisik, mempertahankan rendemen minyak, serta menjaga mutu minyak kelapa sawit yang dihasilkan.

V. KESIMPULAN

1. Hasil rendemen yang diperoleh dari buah kelapa sawit yang utuh lebih tinggi dari buah kelapa sawit yang memar, hal ini disebabkan pada buah kelapa sawit yang memar terdapat memar yang oleh enzim lipase mengurangi kadar rendemen minyak. Pada buah kelapa sawit yang memar pada hari ke-5 hasil rendemennya 36,6 % dan pada hari ke 5 buah kelapa sawit yang utuh rendemen diperoleh 46%.
2. Hasil asam lemak bebas semakin bertambah harinya semakintinggi kadar asam lemak bebasnya.
3. Kadar asam lemak bebas buah memar lebih tinggi dari asam lemak bebas yang utuh Dimana pada hari ke 5 asam lemak bebas buah kelapa sawit yang memar 5,82 dan asam

lemak bebas buah kelapa sawit yang utuh pada hari ke 5 diperoleh 3,89.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] U. N. Agfira, B. Harahap, and S. R. Sibuea, "Effect of temperature on moisture content in kernel (palm core) in seed silo by complete random design method (RAL) in Kernel Crushing Plant Unit of PT Smart Tbk, Belawan," *Jurnal Teknik Indonesia*, vol. 3, no. 1, pp. 15–23, 2024.
- [2] D. R. Appleton, "Free fatty acid formation points in palm oil processing and the impact on oil quality," *Agriculture*, vol. 13, no. 5, p. 957, 2023.
- [3] P. C. Asuzu, V. T. Wyatt, P. N. Asare-Okai, and N. A. Tawiah, "Comparison of solvent systems on extraction, quality characteristics, and volatile compounds of palm kernel oil," *Journal of the American Oil Chemists' Society*, vol. 100, no. 11, pp. 901–913, 2023.
- [4] A. H. Bahrin, A. A. Sulaiman, F. Djufry, S. Karouw, L. Trivana, Y. Matana, Nasaruddin, and Rafiuddin, *Buku Ajar Budidaya dan Pengolahan Kelapa*. Jakarta: Pertanian Press, 2024.
- [5] D. Chandradinata and R. Juliansyah, "Perencanaan dan pengendalian kualitas Palm Kernel Oil dengan menggunakan metode Statistical Quality Control," *Jurnal Kalibrasi*, vol. 23, no. 1, 2025.
- [6] Direktorat Jenderal Perkebunan, *Statistik Perkebunan Indonesia: Kelapa Sawit*. Jakarta: Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2020.
- [7] M. Fauzi, "Analisis nilai Free Fatty Acid (FFA), Iodin Value (IV), dan moisture pada Crude Palm Kernel Oil," *Amina*, vol. 6, no. 2, pp. 81–88, 2024.
- [8] H. A. Hasibuan, *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit dan Produk Turunannya*. Jakarta: IPB Press, 2023.
- [9] I. Pahan, *Panduan Lengkap Kelapa Sawit: Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir*. Jakarta: Penebar Swadaya, 2023.
- [10] A. Mahfud and E. R. Situmorang, "Korelasi antara kadar air pada kernel terhadap mutu kadar asam lemak bebas produk Palm Kernel Oil yang dihasilkan," *Industrial Engineering Journal*, vol. 6, no. 1, pp. 45–53, 2025.
- [11] S. W. Saragih and W. H. Irham, *Kimia Fisika untuk Industri Minyak Sawit: Meningkatkan Efisiensi dan Kualitas Produk*. Indonesia: PT Sonpedia Publishing, 2024.
- [12] W. R. Simatupang, N. Sutrisno, H. Haniza, N. Siregar, B. S. Kesuma, and R. Zulvaticia, "Application of SQC and anova in quality control of Palm Kernel Oil," *Journal of Industrial and Manufacture Engineering*, vol. 8, no. 2, pp. 112–121, 2024.
- [13] S. Sukanto, *Teknologi Pengolahan Minyak Inti Sawit (Palm Kernel Oil)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2024.