

ANALISIS NILAI *FREE FATTY ACID* (FFA), *IODIN VALUE* (IV), DAN *MOISTURE* PADA *CRUDE PALM KERNEL OIL*

Masyithah Fauzi

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
Banda Aceh, Indonesia

*E-mail: masyithahfauzi36@gmail.com

Diterima: 15 Juli 2024

Disetujui: 22 Agustus 2024

Diterbitkan: 30 Agustus 2024

Abstract: *The palm oil sector plays a crucial role in Indonesia's economy, producing commodities such as Crude Palm Oil (CPO) and Crude Palm Kernel Oil (CPKO) for various industries. The processing of palm kernel oil is designed to produce high-quality CPKO with a focus on product quality, in accordance with the standards of the Malayan Edible Oil Manufacturers' Association (MEOMA). Key quality parameters include Free Fatty Acid (FFA), Iodine Value (IV), and moisture content. FFA is one of the main indicators of oil quality, with higher FFA levels indicating oxidation or degradation of the oil. IV represents the degree of unsaturation of fatty acids in the oil, which affects the stability and chemical characteristics of the final product. Moisture content in CPKO is also an important parameter, as excessive moisture can promote microbial growth and accelerate oil degradation. This study aims to conduct a thorough analysis of these parameters to ensure CPKO quality and compliance with applicable standards using methods based on the American Oil Chemists Society (AOCS). The research findings showed that the FFA level ranged from 2.16% to 2.26%, the IV value ranged from 17.44 to 17.46 meq, and the moisture content ranged from 0.18% to 0.19%, all of which meet the standards set by MEOMA (maximum FFA of 5%, maximum IV of 19 meq, and maximum moisture of 0.50%).*

Keywords: *Free Fatty Acid (FFA), Iodine Value (IV), Moisture, Palm Oil.*

Abstrak: Sektor kelapa sawit berperan penting dalam ekonomi Indonesia, menghasilkan komoditas seperti Minyak Mentah Sawit (CPO) dan Minyak Mentah Inti Sawit (CPKO) untuk berbagai industri. Pemrosesan minyak inti sawit dirancang untuk memproduksi CPKO dengan kualitas unggul dengan fokus pada kualitas produk dengan salah satu standar yang digunakan yaitu *Malayan Edible Oil Manufacture's Association* (MEOMA). Parameter mutu yang penting mencakup *Free Fatty Acid* (FFA), *Iodine Value* (IV), dan *moisture*. FFA merupakan salah satu indikator utama kualitas minyak, tingginya kadar FFA mengindikasikan terjadinya oksidasi atau kerusakan pada minyak. IV menggambarkan tingkat ketidakjenuhan asam lemak dalam minyak, yang mempengaruhi stabilitas dan karakter kimia produk akhir. Kadar air atau *moisture* dalam CPKO juga menjadi parameter signifikan karena kelebihan air dapat memicu pertumbuhan mikroba dan mempercepat kerusakan minyak. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis mendalam terhadap parameter tersebut untuk memastikan kualitas CPKO dan kepatuhan terhadap

standar yang berlaku dengan menggunakan metode berdasarkan AOCS (*American Oil Chemists Society*). Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kadar FFA diperoleh pada kisaran 2,16 – 2,26%, nilai IV berada pada kisaran 17,44 – 17,46 meq, dan kadar moisture didapatkan pada kisaran 0,18 – 0,19% artinya telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh MEOMA (FFA maksimum 5%, IV maksimum 19 meq, dan moisture maksimum 0,50%).

Kata Kunci: *Iodin Value (IV)*, *Free Fatty Acid (FFA)*, *Moisture*, Kelapa Sawit

PENDAHULUAN

Sektor kelapa sawit ialah suatu bidang agribisnis dengan peranan signifikan pada ekonomi Indonesia. Produk unggulan seperti Minyak Mentah Inti Sawit (CPKO) memiliki manfaat ekonomi yang besar dan diaplikasikan dalam berbagai industri seperti makanan, kosmetik, dan energi alternatif. Kualitas CPKO amat krusial guna melengkapi standar industri seperti yang ditentukan oleh *Malayan Edible Oil Manufacturers' Association* (MEOMA). Parameter mutu utama CPKO mencakup *Free Fatty Acids (FFA)*, *Iodine Value (IV)*, serta *moisture*, yang langsung berpengaruh pada nilai komersial serta kesesuaian produk di pasaran.

Kadar FFA merupakan parameter esensial untuk mengevaluasi mutu minyak. Konsentrasi FFA yang signifikan mengungkapkan adanya degradasi akibat reaksi oksidasi dan hidrolisis, yang dapat berdampak pada cita rasa, kestabilan, serta kandungan nutrisi minyak tersebut (Sopianti dkk., 2017). Sementara itu, IV menunjukkan tingkat ketidakjenuhan lemak dalam minyak, yang berhubungan pada stabilitas dan sifat kimia dari produk akhir (Sugito dkk., 2020). Tingkat kelembaban atau *moisture* juga menjadi tolak ukur esensial karena kelembaban yang signifikan dapat menyebabkan perkembangan mikroba, memperburuk degradasi minyak, dan mengurangi masa penyimpanan minyak (Kusuma, 2015).

Dalam tahap produksi minyak inti sawit mentah, minyak diperoleh dari *pressing* dengan mesin *screw press*. Minyak yang dihasilkan dari proses *press* harus melewati fase penyaringan (*filter*) untuk memberikan mutu minyak yang lebih jernih dengan warna kuning bening

(Kaloko, 2021). Akan tetapi, dalam kenyataannya, kendala mutu kerap terjadi, seperti lonjakan tingkat FFA, nilai IV yang tidak ideal, serta konsentrasi *moisture* yang melampaui ambang wajar. Analisis FFA dilaksanakan melalui metode titrasi asam-basa dengan pelarut organik misalnya isopropanol serta indikator fenoltalein. Prosedur tersebut memungkinkan pengukuran kadar FFA dengan tepat sesuai standar MEOMA (MEOMA, 2015).

Sementara itu, penentuan IV dilaksanakan dengan metode Wijs, yaitu metode standar untuk mengukur ketidakjenuhan asam lemak pada minyak. Teknik ini menyimpan derajat presisi yang signifikan dan sering diterapkan dalam sektor minyak (Gunstone dkk., 2007). Untuk *moisture*, analisis dilakukan dengan proses pemanasan dalam oven pada suhu tertentu untuk menguapkan air dari minyak, sehingga kadar air berkurang dan kualitas minyak meningkat (Rantawi dkk., 2017). Oleh karena itu, analisis terhadap parameter mutu FFA, IV, serta *moisture* pada CPKO sangat penting untuk menjamin bahwa minyak yang diproduksi sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui nilai *Free Fatty Acid (FFA)*, *Iodine Value (IV)* dan *moisture* pada *Crude Palm Kernel Oil (CPKO)* di PT Agrojaya Perdana sesuai dengan standar MEOMA.

METODE

Free Fatty Acid (FFA)

Pembuatan Standarisasi Larutan Natrium Hidroksida (NaOH)

Bahan-bahan yang dipakaj pada pengujian ini diantaranya Kalium Hidro

Phtalat ($C_8H_5KO_4$), Aquadest bebas CO sebagai pelarut, Phenolphthalein ($C_{20}H_{14}O_4$) 1%, serta Natrium Hidroksida (NaOH) 0,1 N. Pembuatan Standarisasi Larutan Natrium Hidroksida (NaOH) dilaksanakan dengan menimbang dengan teliti 0,100g Kalium Hidro Phtalat ($C_8H_5KO_4$) pada erlenmeyer lalu dilarutkan dengan 50 mL Aquadest bebas CO. Ditambahkan 3 tetes indikator Phenolphthalein ($C_{20}H_{14}O_4$) 1%. Dititrasi dengan larutan Natrium Hidroksida (NaOH) 0,1 N hingga berwarna merah lembayung stabil selama 30 detik kemudian dicatat volume Natrium Hidroksida (NaOH) terpakai serta dilakukan duplo, diambil volume rata-rata. Rumus Normalisasi NaOH yaitu:

$$N_{NaOH} = \frac{\text{gram } C_6H_5KO_4}{V_{NaOH}} \times 4,8964$$

Penetralan Isopropil Alkohol

Isopropil Alkohol (C_3H_8O) 50 mL ditambahkan 3 tetes Phenolphthalein ($C_{20}H_{14}O_4$) 1% serta dihomogenkan. Dititrasi dengan NaOH 0,1 N sambil dihomogenkan hingga warnanya berubah merah lembayung stabil 30 detik.

Analisis Free Fatty Acids (FFA)

Dihomogenkan 5g CPKO serta ditimbang dalam erlenmeyer. Ditambahkan 50 mL Isopropil Alkohol (C_3H_8O) yang sudah dinetralkan lalu dihomogenkan agar terlarut sempurna serta tambahkan 3 tetes indikator Phenolphthalein ($C_{20}H_{14}O_4$) 1%. Dititrasi dengan larutan standar Natrium Hidroksida (NaOH) 0,1 N hingga membentuk warna merah lembayung yang stabil selama 30 detik. Dilaksanakan perhitungan %FFA dengan rumus:

$$\%FFA = \frac{V_{NaOH} \cdot N_{NaOH} \times \frac{BM}{10}}{\text{Berat sampel}}$$

Iodine Value (IV)

Pembuatan Standarisasi Larutan Natrium Tiosulfat ($Na_2S_2O_3$)

Ditimbang dengan teliti 0,1600g Kalium Dikromat ($K_2Cr_2O_7$), pada erlenmeyer, kemudian dilarutkan dengan

25 mL aquadest. Ditambahkan 5 mL Asam Klorida (HCl) pekat dan 20 mL Kalium Iodide (KI) 15%, kemudian dihomogenkan serta dibiarkan selama 5 menit lalu ditambahkan 100 mL aquadest. Dititrasi dengan larutan Natrium Tiosulfat ($Na_2S_2O_3$) 0,1N sampai warna kuning hampir hilang lalu ditambahkan 1 mL indikator starch ($C_6H_{10}O_5$)n 1%. Dititrasi hingga warna biru tepat hilang kemudian dicatat volume Natrium Tiosulfat ($Na_2S_2O_3$) terpakai serta dilakukan duplo, diambil volume rata-rata.

$$N_{Na-Tiosulfat} = \frac{20,395 \times \text{gram } K_2Cr_2O_7}{V_{Na-Tiosulfat}}$$

Analisis Iodine Value (IV)

Ditimbang CPKO sebanyak ± 1 g di dalam *iodine flask* ukuran 500 mL lalu ditambahkan pelarut sikloheksana sebanyak 10 mL. Dipipet pelarut Wijs 20 mL selanjutnya diseragamkan hingga seluruh minyak larut dan tercampur secara merata. *Iodine flask* yang lain ditambahkan pelarut sikloheksana sebanyak 10 mL serta pelarut Wijs 20 mL (sebagai blanko). Keduanya disimpan di dalam ruang gelap selama 30 menit. Ditambahkan larutan kalium iodida 15% sebanyak 10 mL dan tambahkan juga 50 mL aquadest. Kemudian dititrasi dengan larutan standar natrium tiosulfat ($Na_2S_2O_3$) 0,1 N hingga warna kuning larutan hampir hilang. Ditambahkan ± 1 mL indikator *starch* ($C_6H_{10}O_5$)n 1% sehingga larutan muda berubah menjadi hitam, lalu dilanjutkan titrasi hingga hilangnya warna hitam yang menandakan titik akhir titrasi. Proses tersebut dilakukan pula pada larutan blanko serta hasilnya dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Iodine Value} = \frac{(V_{blanko} - V_{sampel}) \times N \times 12,69}{\text{Berat sampel}}$$

Analisis Moisture

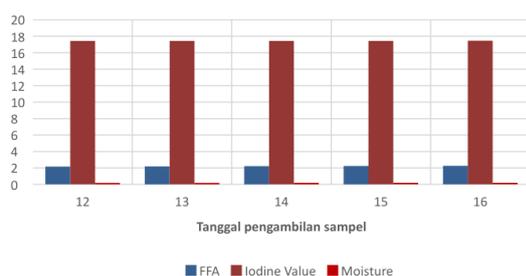
Ditimbang cawan porselin kosong kemudian ditimbang $5 \pm 0,05$ g sampel ke dalam cawan porselin tadi dan diketahui beratnya (W_2). Diletakkan pada oven serta dikeringkan dalam suhu $130 \pm 5^\circ C$ selama 30 menit. Dikeluarkan dari oven dan didinginkan dalam desikator selama ± 15

menit. Timbang hingga beratnya konstan (W_1). Lakukan perhitungan *moisture* dengan rumus:

$$\%Moisture = \frac{W_2 - W_1}{Berat\ sampel} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengawasan mutu *Crude Palm Kernel Oil* (CPKO) sangat dipengaruhi oleh tiga parameter utama, yaitu *Free Fatty Acids* (FFA), *Iodine Value* (IV), dan kadar air (*moisture*), yang dinilai berdasarkan standar *Malaysian Edible Oil Manufacturers' Association* (MEOMA). Berikut adalah grafik yang membandingkan persentase FFA, IV, serta *Moisture* pada CPKO yang dihasilkan. Grafik 1. berikut ini menggambarkan kualitas CPKO berdasarkan tiga parameter utama yang digunakan untuk mengevaluasi kelayakan serta ketepatannya terhadap standar MEOMA.



Gambar 1. Grafik Perbandingan %FFA, IV (meq), dan %Moisture CPKO

Analisis kualitas FFA merupakan salah satu indikator utama dalam menentukan mutu minyak. Tingginya kadar FFA menunjukkan terjadinya degradasi lipid akibat proses hidrolisis atau oksidasi selama penyimpanan atau pengolahan. Faktor-faktor seperti aktivitas enzim lipase yang disebabkan oleh pengendalian suhu yang buruk, kelembaban yang tinggi, atau kontaminasi mikroorganisme dapat berkontribusi pada peningkatan kadar FFA (Syafriinal dkk., 2023). Kadar FFA yang tinggi tidak hanya berdampak pada rasa minyak, tetapi juga mengurangi kandungan gizi serta daya tahannya. Oleh sebab itu, pengujian secara rutin menjadi langkah

krusial untuk memastikan minyak tetap aman dan pantas dikonsumsi.

Proses pengujian dimulai dengan standarisasi larutan natrium hidroksida (NaOH) menggunakan kalium hidroftalat sebagai bahan standar utama. Kalium hidroftalat dipilih karena karakteristiknya yang murni, stabil, mudah larut dalam air, dan memiliki berat ekuivalen yang tinggi, sehingga memungkinkan pengukuran massa dengan tingkat ketelitian yang tinggi. Setelah standarisasi larutan NaOH selesai, analisis FFA dilakukan dengan menggunakan NaOH sebagai titran. Sebelum titrasi, alkohol isopropil dipakai sebagai pelarut untuk melarutkan FFA dalam minyak. Pelarut ini terlebih dahulu dinetralkan untuk menghilangkan pengaruh sifat asam atau basa. Kemudian, indikator fenolftalein ditambahkan untuk mendeteksi titik akhir titrasi, yang dicirikan dengan perubahan warna larutan dari transparan hingga merah lembayung. Warna yang berubah tersebut menunjukkan bahwa titrasi sudah mencapai titik ekuivalen, memungkinkan pengukuran kadar FFA dilakukan dengan ketepatan tinggi.

Berdasarkan Tabel 1. hasil uji yang dilakukan yang dilakukan selama 5 hari, kadar FFA ditemukan berada dalam rentang 2,16% hingga 2,22%, yang masih sesuai dengan batas toleransi menurut standar MEOMA (maksimal 5%). Hasil ini mengindikasikan bahwa minyak yang diuji memiliki mutu yang baik serta layak digunakan. Namun, apabila kadar FFA pada CPKO melampaui batas yang ditentukan, dilakukan proses *blending* untuk mengurangi kadar FFA agar sesuai dengan ketentuan. Dalam kondisi tersebut, CPKO dengan tingkat FFA tinggi terlebih dahulu dimasukkan ke dalam tangki penimbunan khusus. Setelah itu, CPKO mentah dengan tingkat FFA rendah dimasukkan ke dalam tangki yang sama. Proses *blending* dilakukan secara merata selama 1 hingga 2 jam dengan cara pengadukan di dalam tangki. Setelah tahap *blending* selesai, pengujian ulang kadar FFA dilaksanakan untuk memastikan bahwa hasil campuran telah sesuai dengan spesifikasi yang

diharapkan. Setelah memastikan kualitasnya, bahan tersebut dapat diproses lebih lanjut atau dikirim ke tahap produksi selanjutnya.

Iodine Value (IV) merupakan faktor krusial dalam evaluasi mutu minyak karena menunjukkan jumlah ikatan rangkap dalam molekul lemak, yang berfungsi sebagai indikator tingkat kejenuhan minyak. Nilai IV yang tinggi menunjukkan kandungan asam lemak tak jenuh yang lebih tinggi, memberikan struktur minyak yang lebih kompleks, namun juga menjadikannya lebih rentan terhadap oksidasi, yang dapat menurunkan mutu (Manungkalit, 2017). Sebaliknya, nilai IV yang rendah menunjukkan kandungan asam lemak jenuh yang lebih tinggi. Meskipun asam lemak jenuh lebih stabil, keberadaannya dapat memengaruhi karakteristik sensoris minyak seperti rasa. Nilai IV dapat dipengaruhi oleh sejumlah faktor, seperti pemanasan yang berlebihan selama proses pengolahan atau paparan udara yang mengakibatkan oksidasi pada ikatan rangkap.

Pengujian IV dilaksanakan menggunakan metode pengambilan sampel komposit, di mana minyak diambil dari tiga lapisan tangki (bagian atas, tengah, dan bawah), masing-masing berjumlah 250 mL. Metode ini memastikan bahwa sampel mencerminkan keseluruhan isi tangki, dengan mempertimbangkan keseragaman nilai IV dalam minyak, yang biasanya terdistribusi secara homogen (Babu dkk., 2023). Proses analisis dimulai dengan standarisasi larutan natrium tiosulfat sebagai titran untuk menjamin akurasi konsentrasi. Selanjutnya, minyak dilarutkan dalam sikloheksana, pelarut organik nonpolar, untuk memungkinkan terjadinya reaksi dengan larutan Wijs (iodin monoklorida dalam asam asetat glasial). Reaksi ini melibatkan penambahan ICl pada ikatan rangkap dalam asam lemak tak jenuh (Yudisaputra, 2017). Setelah diinkubasi dalam ruang gelap selama 30 menit untuk mencegah fotodegradasi, kalium iodida (KI) dan air ditambahkan untuk menghasilkan iodin molekuler (I_2). Proses titrasi kemudian dilakukan dengan penggunaan natrium tiosulfat 0,1 N untuk

mereduksi iodin molekuler (I_2) menjadi iodida (I^-) sampai warna kuning hampir menghilang, diikuti dengan penambahan indikator amilum. Titik akhir titrasi tercapai ketika warna hitam pada larutan hilang sepenuhnya.

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai IV berada dalam kisaran 17,44 – 17,46 meq, yang masih sesuai dengan batas maksimum standar MEOMA (19 meq). Nilai ini mencerminkan kandungan asam lemak tak jenuh dalam minyak serta memenuhi standar kualitas yang diharapkan, menunjukkan kestabilan serta sifat fisik minyak yang memadai. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa minyak memiliki kualitas baik dan stabilitas yang cukup untuk berbagai aplikasi.

Kadar air (*moisture*) dalam *Crude Palm Kernel Oil* (CPKO) adalah indikator krusial yang perlu diperhatikan untuk mempertahankan mutu minyak. Tingkat kelembaban yang tinggi dapat merangsang mikroorganisme untuk berkembangbiak seperti *Penicillium sp.* dan *Aspergillus niger*, yang memproduksi senyawa degradasi seperti FFA juga gliserol. Kondisi tersebut bisa menyebabkan ketengikan serta penurunan mutu minyak (Mba dkk., 2015). *Moisture* yang tinggi umumnya disebabkan oleh kondisi penyimpanan yang tidak ideal, seperti area penyimpanan yang lembab atau tangki yang tidak tertutup rapat. Namun, dalam tangki penyimpanan minyak, kandungan air biasanya tersebar merata karena sifatnya yang larut secara seragam dalam minyak, terutama jika suhu penyimpanan dipertahankan stabil pada rentang 35–50°C (Gibon dkk., 2007). Karena itu, pengambilan sampel dilakukan dengan metode komposit untuk menjamin bahwa sampel mencerminkan keseluruhan isi tangki. Pengujian *moisture* pada CPKO dilaksanakan dengan metode gravimetri, di mana sampel dikeringkan dalam oven di suhu $130 \pm 5^\circ\text{C}$ selama 30 menit untuk menguapkan kandungan air. Sampel didinginkan dalam desikator selama ± 15 menit untuk mencegah penyerapan kelembaban dari udara luar. Kemudian, sampel ditimbang hingga mencapai bobot yang stabil. Perbedaan antara berat awal

dan berat akhir sampel menunjukkan *moisture* yang terkandung dalam sampel tersebut.

Hasil analisis menunjukkan bahwa *moisture* berkisar antara 0,18 – 0,19%, yang tetap berada dalam batas yang diizinkan sesuai standar MEOMA (maksimum 0,50%). Nilai ini mengindikasikan bahwa minyak memiliki kadar kelembaban yang rendah, sehingga stabilitasnya terjamin dan tidak mudah mengalami degradasi. Secara keseluruhan, rendahnya *moisture* mencerminkan pengendalian kelembaban yang optimal selama proses produksi dan penyimpanan, memastikan minyak memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Untuk mengatasi *moisture* yang tinggi pada CPKO, perusahaan menerapkan proses *blending* untuk menurunkan *moisture* maka hasil produksi memenuhi kriteria yang sudah ditetapkan. Data hasil pengamatan yang telah diuji untuk parameter kadar FFA, IV, serta *moisture* terhadap CPKO mendapatkan hasil seperti Tabel 1. dibawah ini:

Tabel 1. Data Hasil Pengujian FFA, IV, dan *Moisture*

No	Parameter	Hari					Rata Rata	MEOMA
		1	2	3	4	5		
1	FFA (%)	2,16	2,19	2,22	2,24	2,26	2,21	5
2	IV (meq)	17,44	17,45	17,45	17,45	17,46	17,45	19
3	Moisture (%)	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,19	0,5

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian nilai %FFA, IV, dan %moisture yang telah dilakukan terhadap CPKO hasilnya telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh MEOMA (FFA maksimum 5%, IV maksimum 19 meq, serta moisture maksimum 0,50%). Kadar FFA diperoleh pada kisaran 2,16 – 2,26%, nilai IV berada pada kisaran 17,44 – 17,46 meq, serta kadar moisture didapatkan pada kisaran 0,18 – 0,19%.

DAFTAR RUJUKAN

- Babu, G. A., Mathew, N. R., & R., A., 2023. Calculating the iodine value of selected edible oils using fatty acid profiles. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 4(10), 1342–1345.
- Gibon, V., De Greyt, W., & Kellens, M., 2007. Palm oil refining. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109(4), 315–335.
- Gunstone, F. D., Harwood, J. L., & Dijkstra, A. J., 2007. *The Lipid Handbook*. s.l.:CRC Press.
- Kaloko, A. S., 2021. Analisis alur proses produksi crude palm kernel oil & palm kernel expeller PT Aman Jaya Perdana (Laporan Kerja Praktik, ITERA, Sumatera).
- Kusuma, A., 2015. Penelitian pengukuran kadar air buah. *Seminar Nasional Cendekiawan*, 2460-8696.
- Manungkalit, A., 2017. Analisis pengendalian kualitas pada produksi crude palm kernel stearin dengan metode peta kontrol pada PKO fractionation plant pada PT. Smart, Tbk. *Skripsi*, Universitas Medan Area, Medan.
- Mba, O. I., Dumont, M. J., & Ngadi, M., 2015. *Palm oil: Processing, characterization, and utilization in the food industry*. s.l.:AOCS Press.
- Rantawi, A. B., Mahfud, A., & Situmorang, E. R., 2017. Korelasi antara kadar air pada kernel terhadap mutu kadar asam lemak bebas produk palm kernel oil yang dihasilkan (studi kasus pada PT XYZ). *Malikussaleh Industrial Engineering Journal*, 6(1), 36-42.
- Renjani, R. A., Sugiarto, R., & Dharmawati, N. D., 2020. Pengamatan kualitas

- CPO pada storage tank dengan penambahan sistem pengadukan pada berbagai variasi temperatur. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 9(4), 343–352.
- Sopianti, D. S., Herlina, & Saputra, H. T., 2017. Penetapan kadar asam lemak bebas pada minyak goreng. *Jurnal Farmasi Al-Fatah*, 8(2), 101-108.
- Sugito, Andi Firmansyah, & Triana, L., 2020. Analysis of the effect of addition of noni fruit (*Morinda citrifolia* L.) in used fried oil to iodine number. *Jurnal Analis Kesehatan*, 5(2), 11-16.
- Syafrinal, Riani, P., & Samah, S. D., 2023. Studi perbedaan kualitas produksi minyak goreng kemasan A dan B serta curah. *Jurnal Median*, 15(2), 66–75.
- Yudisaputra, A. A., 2017. Analisis pengaruh angka iodin terhadap proses pembakaran pada motor diesel dengan bahan bakar biodiesel dari minyak jelantah (waste cooking oil). *Skripsi*, Institut Teknologi Sepuluh November.