

Uji Kinerja Prototipe *Vacuum Dryer* untuk Minyak Merah Kelapa Sawit

Ellys Mei Sundari¹

Winda Apriani²

Suhendra³

Feby Nopriandy⁴

¹Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sambas, Jl. Raya Sejangkung, Sambas, Kalbar

^{2,3,4}Program Studi Teknik Mesin Pertanian, Politeknik Negeri Sambas, Jl. Raya Sejangkung, Sambas, Kalbar

³Korespondensi penulis: aka.suhendra@yahoo.com

Article Info: Received: March 31, 2026; Accepted: May 12, 2026; Available online: May 15, 2026

DOI: 10.30588/jeemm.v10i1.2654

Abstract: One of the main challenges in processing red palm oil (RPO) was maintaining the stability of active compounds during the drying process. Therefore, appropriate technology was needed to maintain the nutritional quality of red oil. This study aims to evaluate the performance of a laboratory-scale vacuum dryer specifically designed for drying red palm oil. Vacuum drying technology was chosen because it operates at low temperatures and low pressures, thereby minimizing thermal damage to sensitive compounds. Tests were conducted to determine the relationship between temperature changes RPO and the percentage of mass loss of the material against heating time. The heating time was varied to 30, 45, and 60 minutes. Based on the test results, heating time significantly affects the increase in temperature and the decrease in RPO mass. The rise in RPO temperature occurs most rapidly during the first 15 minutes; after that, the RPO temperature remains relatively stable. The results of the mass loss test showed a mass loss of 95.40% at 30 minutes, 94.20% at 45 minutes, and 94.00% at 60 minutes.

Keywords: palm oil, red oil, vacuum dryer

Abstrak: Salah satu tantangan utama dalam pengolahan minyak merah kelapa sawit (RPO) adalah menjaga kestabilan senyawa aktif selama proses pengeringan. Oleh karena itu, diperlukan teknologi tepat guna untuk menjaga mutu nutrisi minyak merah. Penelitian ini bertujuan melakukan uji kinerja *vacuum dryer* skala laboratorium yang dirancang khusus untuk pengeringan minyak merah kelapa sawit. Teknologi pengeringan vakum dipilih karena dapat beroperasi pada suhu rendah dan tekanan rendah, sehingga mampu meminimalkan kerusakan termal senyawa sensitif. Pengujian dilakukan untuk mengetahui hubungan perubahan temperatur RPO dan persentase pengurangan massa bahan terhadap waktu pemanasan. Waktu pemanasan divariasikan menjadi 30, 45 dan 60 menit. Berdasarkan hasil pengujian, waktu pemanasan berpengaruh signifikan terhadap peningkatan temperatur dan penurunan massa RPO. Kenaikan temperatur pada RPO paling cepat terjadi pada 15 menit pertama, setelah itu temperatur RPO relatif stabil. Hasil pengujian penurunan massa menunjukkan terjadi penurunan massa 95,40% pada 30 menit, 94,20% pada 45 menit, dan 94,00% pada 60 menit.

Kata Kunci: kelapa sawit, minyak merah, *vacuum dryer*

I. Pendahuluan

Produksi minyak kelapa sawit merupakan salah satu sektor unggulan dalam industri agribisnis Indonesia yang telah menunjukkan pertumbuhan selama lebih dari tiga dekade terakhir. Tanaman ini merupakan salah satu tanaman primadona yang paling banyak dibudidayakan oleh petani (Apriani et al., 2023). Berdasarkan data (BPS, 2024), produksi minyak sawit mentah (CPO) Indonesia mencapai 47,08 juta ton pada tahun 2024, menjadikannya negara produsen terbesar di dunia, melampaui Malaysia. Sebagian besar hasil produksi CPO masih berupa produk mentah yang diekspor (Setiawan et al., 2023), sementara hilirisasi produk seperti minyak merah kelapa sawit belum mendapatkan perhatian memadai. Padahal, minyak merah memiliki nilai gizi tinggi berkat kandungan β -karoten dan vitamin E yang jauh lebih tinggi dibandingkan minyak sawit olahan biasa (Widarta et al., 2012). Ketertinggalan dalam inovasi pengolahan pascapanen menjadi faktor penyebab rendahnya pemanfaatan minyak merah secara luas.

Transformasi industri minyak sawit ke arah produk hilir bernilai tambah tinggi sangat bergantung pada efektivitas pengolahan pascapanen, khususnya dalam menjaga stabilitas senyawa bioaktif selama proses pengolahan. Salah satu tantangan teknis utama ialah bagaimana mempertahankan kadar β -karoten dan tokotrienol dalam minyak merah selama proses pengeringan. Teknologi pengeringan vakum atau *vacuum dryer* menjadi alternatif menarik untuk menjaga kualitas minyak merah karena bekerja pada suhu rendah di bawah tekanan atmosfer, sehingga mengurangi laju degradasi termal senyawa sensitif (Widarta et al., 2012). Meskipun demikian, aplikasi teknologi *vacuum dryer* dalam pengolahan minyak merah kelapa sawit masih terbatas.

Proses pengolahan minyak merah dengan pendekatan suhu rendah dapat dilakukan untuk memperoleh produk yang berkualitas. Penelitian dalam skala kecil dilakukan oleh Mas'ud, (2007), menyatakan bahwa penggunaan kondisi suhu dan waktu yang terkontrol mampu menjaga stabilitas karotenoid hingga 85,84%. Namun, belum tersedia desain alat pengering vakum yang secara spesifik ditujukan untuk minyak merah kelapa sawit, baik pada aspek kontrol suhu, tekanan, maupun efisiensi pengeringan cairan berbasis lemak.

Keterbatasan dalam teknologi pengeringan minyak merah menjadi salah satu faktor yang perlu dilakukan untuk diteliti lebih lanjut. Selama ini pengeringan vakum telah banyak diterapkan untuk komoditas buah dan sayur karena mampu mempertahankan warna dan cita rasa produk (Mujahid et al., 2024). Penerapannya untuk cairan berminyak dengan sifat viskoelastis dan volatilitas tinggi masih jarang ditemukan. Di sisi lain, pengembangan prototipe berbasis teknologi selama ini masih minim dalam kajian akademik. Hal ini menunjukkan perlu adanya suatu penelitian karena belum adanya studi yang menguji rancang bangun prototipe *vacuum dryer* khusus untuk minyak merah kelapa sawit di level laboratorium.

Desain prototipe yang efektif harus mempertimbangkan efektivitas proses pengeringan. Keberhasilan pengembangan alat prototipe akan sangat berpengaruh terhadap peluang komersialisasi minyak merah sebagai minyak makan bergizi tinggi yang dapat menjadi alternatif pangan fungsional di Indonesia.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dalam penelitian ini dilakukan rancang bangun *vacuum dryer* skala laboratorium untuk proses pengeringan minyak merah kelapa sawit. Rancang bangun sistem pengeringan minyak merah berbasis vakum dapat menjadi kontribusi signifikan terhadap kemajuan rekayasa pascapanen kelapa sawit di Indonesia. Tujuan penelitian yang akan dilakukan adalah melakukan uji kinerja terhadap prototipe *vacuum dryer* untuk minyak merah kelapa sawit hasil rekayasa.

II. Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen berupa uji kinerja terhadap *vacuum dryer* minyak merah kelapa sawit hasil rekayasa. Uji kinerja dilakukan untuk mengetahui kinerja *vacuum dryer* hasil rancang bangun. Variabel bebas penelitian adalah waktu pemanasan. Variabel tak bebas penelitian adalah perubahan temperatur pada *red palm oil* (RPO) dan persentase pengurangan massa *red palm oil* (RPO). Waktu pemanasan divariasikan menjadi 3 perlakuan yaitu 30, 45 dan 60 menit. Banyaknya bahan yang digunakan untuk 1 kali pengujian adalah 5 kg RPO. Jumlah pengulangan untuk setiap pengujian dilakukan sebanyak 3 kali. Sistem sensor untuk pemanasan pada *vacuum dryer* diatur pada temperatur 80°C.

a. Perubahan Temperatur RPO

Pengujian terhadap perubahan temperatur RPO bertujuan untuk memahami karakteristik pemanasan dan menentukan waktu optimum agar proses pengeringan berlangsung efektif tanpa merusak kualitas minyak. Melalui analisis ini, dapat diketahui titik di mana suhu mulai stabil dan penguapan air menjadi maksimal. Informasi tersebut penting untuk mengendalikan proses pemanasan agar mutu RPO tetap terjaga, terutama kandungan karotenoid dan antioksidan yang sensitif terhadap suhu tinggi.

b. Persentase Pengurangan Massa RPO.

Persentase pengurangan massa RPO menunjukkan sejauh mana massa minyak berkurang selama proses pemanasan menggunakan *vacuum dryer*. Penurunan massa ini terutama disebabkan oleh penguapan air dan hilangnya senyawa volatil saat minyak dipanaskan. Semakin lama waktu pemanasan,

semakin banyak air yang menguap, sehingga massa akhir RPO menjadi lebih kecil dibandingkan massa awal. Nilai persentase ini menggambarkan efisiensi proses pengeringan dan kestabilan sistem pemanas yang digunakan. Persentase pengurangan massa RPO dapat dihitung menggunakan persamaan 1 (Anerasari & Zamhari, 2023; Suhendra et al., 2024).

$$PPM = \frac{M_o - M_t}{M_o} \quad (1)$$

Keterangan :

PPM = Persentase pengurangan massa

M_o = Massa awal bahan (kg)

M_t = Massa akhir bahan (kg)

III. Hasil dan Pembahasan

1. Hasil rekayasa

Mesin *vacuum dryer* minyak merah kelapa sawit hasil rekayasa dapat dilihat pada Gambar 1. Data hasil uji verifikasi terhadap prototipe *vacuum dryer* untuk minyak merah kelapa sawit hasil rekayasa dapat dilihat pada Tabel 1. Spesifikasi mesin dapat digunakan sebagai acuan dalam evaluasi desain, perbandingan dengan mesin lain, serta dasar pengoperasian mesin. Selain itu, spesifikasi juga penting dalam proses pengembangan lanjutan.



Gambar 1. Prototipe *vacuum dryer* minyak merah kelapa sawit hasil rekayasa

Prinsip kerja *vacuum dryer* dengan mengalirkan minyak merah yang ada di penampungan melalui pompa tekanan tinggi kemudian minyak tersebut dipanaskan pada sistem pemanas listrik sehingga suhunya mencapai 80-90 derajat celsius. Setelah minyak menjadi panas kemudian disemprotkan oleh *nozzle* sehingga minyak menjadi partikel-partikel kecil. Kevakuman pada tabung *vacuum dryer* dilakukan oleh pompa water jet yang menerapkan prinsip venturi. Akibat kondisi vakum maka partikel dari minyak yang telah dipanaskan akan mudah menguap kemudian uap tersebut tersedot oleh pompa vakum dan melewati tabung pendingin sehingga uap tersebut berubah menjadi air dan masuk dalam pompa water jet.

Tabel 1. Spesifikasi mesin pembentuk ekor peluru sumpit hasil konstruksi.

No.	Komponen	Spesifikasi
1	Dimeter tabung vakum	45 cm
2	Tinggi tabung vakum	78 cm
3	Diameter tangki minyak	36 cm
4	Tinggi tangki minyak	36 cm
5	Daya pompa vakum	750 watt
6	Daya pompa semprot	320 watt
7	Daya heater	5.500 watt

2. Hasil Pengujian

a. Peningkatan Temperatur terhadap Waktu

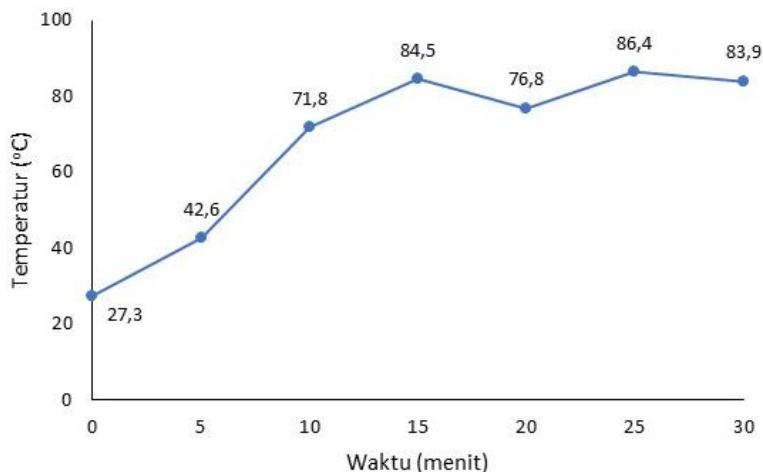
Pengujian ini dilakukan dengan memvariasikan waktu pemanasan pada bahan menjadi 30 menit, 45 menit dan 60 menit. Temperatur pemanasan pada *vacuum dryer* diatur pada nilai 80°C. Data hasil pengujian peningkatan temperatur pada bahan terhadap waktu dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian peningkatan temperatur terhadap waktu

Waktu pemanasan (menit)	Temperatur		
	Pengujian 1 (°C)	Pengujian 2 (°C)	Pengujian 3 (°C)
0	27,3	27,8	26,8
5	42,6	40,6	44,5
10	71,8	66,3	70,3
15	84,5	85,2	88,2
20	76,8	84,1	82,4
25	86,4	79,7	85,2
30	83,9	87,2	81,9
35		81,8	78,5
40		78,9	87,1
45		83,6	79,4
50			84,8
55			87,2
60			83,7

1. Pengujian dengan waktu pemanasan 30 menit.

Hasil pengujian pada *vacuum dryer* menggunakan RPO dengan waktu pemanasan 30 menit dapat dilihat pada Gambar 2.

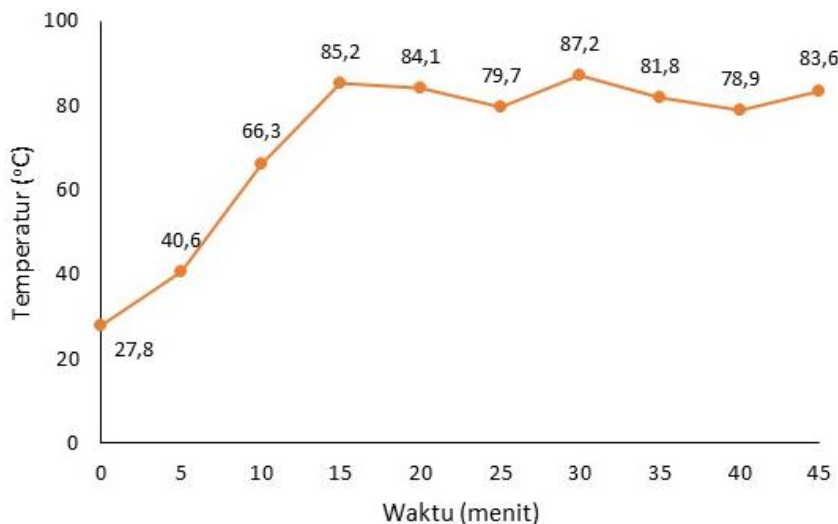


Gambar 2. Pengujian RPO dengan waktu pemanasan 30 menit

Berdasarkan grafik, temperatur awal RPO sebelum dipanaskan adalah 27,3°C. Setelah dipanaskan selama 5 menit, temperatur RPO naik secara signifikan menjadi 42,6°C. Temperatur RPO mencapai titik stabil setelah mencapai waktu 15 menit dengan temperatur 84,5°C. Pada menit 15 – 30, temperatur RPO sudah stabil dengan sedikit mengalami fluktuasi sekitar 10°C. Pada proses pemanasan RPO dalam *vacuum dryer*, kenaikan suhu yang cepat pada menit awal terjadi karena perbedaan temperatur yang besar antara media pemanas dan bahan, sehingga laju perpindahan panas masih tinggi. Memasuki menit ke-15 hingga 30, sistem mulai mencapai kondisi steady state atau kesetimbangan termal. Penjelasan ini sesuai dengan penelitian yang menjelaskan bahwa pada tahap awal pengeringan terjadi pemanasan awal dengan suplai energi tinggi, yang kemudian menurun saat sistem mendekati kondisi stabil (Jiang et al., 2021; Zhang et al., 2022).

2. Pengujian dengan waktu pemanasan 45 menit.

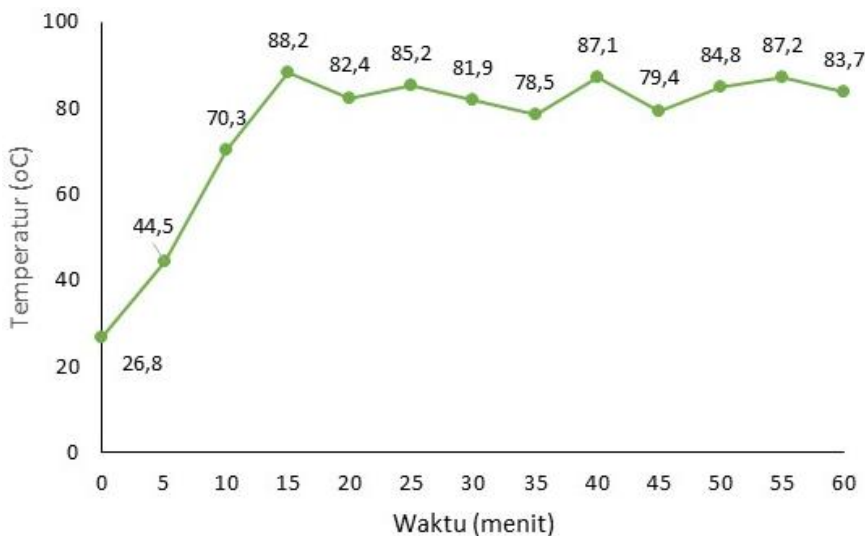
Pengujian RPO dengan waktu pemanasan 45 menit menghasilkan data yang dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan hasil pengujian, temperatur awal RPO sebesar 27,8°C meningkat secara signifikan selama 15 menit pemanasan. Pada menit ke-15 temperatur RPO mencapai 85,2°C. Kenaikan terbesar terjadi antara menit ke-0 hingga ke-15 dengan selisih 57,4°C. Setelah itu, suhu mengalami sedikit fluktuasi antara 79,7°C hingga 87,2°C pada menit ke-30. Hal ini menunjukkan bahwa setelah menit ke-15, sistem pemanas mulai mencapai keseimbangan antara suplai panas dan kehilangan panas.



Gambar 3. Pengujian RPO dengan waktu pemanasan 45 menit

3. Pengujian dengan waktu pemanasan 60 menit.

Hasil pengujian RPO dengan waktu pemanasan 60 menit dapat dilihat pada Gambar 4. Berdasarkan gambar tersebut, RPO memiliki temperatur awal sebesar 26,8°C. Setelah 5, 10 dan 15 menit, RPO mengalami peningkatan suhu masing-masing 44,5°C, 70,3°C dan 88,2°C. Pada rentang waktu antara 0-15 menit, terjadi peningkatan temperatur sebesar 61,4°C atau sekitar 228,7% dari suhu awal. Setelah menit ke-15, suhu mulai berfluktuasi pada kisaran 78–88°C, menunjukkan proses pemanasan relatif tidak mengalami fluktuasi yang signifikan. Secara keseluruhan, temperatur pemanasan mulai stabil setelah menit ke-15 hingga akhir pemanasan pada menit ke-60. Penjelasan tersebut sesuai dengan penelitian Suhendra et al., (2025) yang menyatakan bahwa dalam proses pengeringan memerlukan pemanasan awal dimana kenaikan suhu yang relatif cepat terjadi pada awal proses pemanasan.



Gambar 4. Pengujian RPO dengan waktu pemanasan 60 menit

b. Hasil Pengujian Persentase Penurunan Massa

Data hasil pengujian persentase penurunan massa pada RPO yang dipanaskan menggunakan *vacuum dryer* hasil rekayasa dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian persentase penurunan massa pada RPO

Waktu pemanasan (menit)	Massa awal (kg)	Massa akhir (kg)	Persentase penurunan massa (%)
30	5,00	4,77	95,40%
45	5,00	4,71	94,20%
60	5,00	4,70	94,00%

Pemanasan RPO menggunakan *vacuum dryer* bertujuan untuk menurunkan kadar air dan komponen volatil melalui proses penguapan pada tekanan rendah. Sistem ini membantu mempercepat pengeringan minyak tanpa menyebabkan kerusakan termal pada senyawa penting yang terkandung di dalamnya. Hubungan antara waktu pemanasan dan penurunan massa menunjukkan efisiensi proses pengeringan yang dicapai.

Berdasarkan data, massa awal minyak sebesar 5,00 kg mengalami penurunan menjadi 4,77 kg pada pemanasan 30 menit dengan persentase penurunan massa 95,40%. Pada 45 menit, massa akhir menjadi 4,71 kg dengan penurunan 94,20%, dan setelah 60 menit menjadi 4,70 kg dengan penurunan 94,00%. Nilai penurunan massa tertinggi terjadi pada waktu pemanasan 30 menit, sedangkan pada waktu yang lebih lama terjadi kecenderungan stabil.

Secara keseluruhan, penurunan massa terbesar terjadi diawal proses pemanasan, menunjukkan bahwa sebagian besar air dan senyawa volatil menguap pada tahap awal. Setelah 45 menit, proses penguapan melambat karena kadar air dalam minyak telah berkurang. Hal ini menandakan bahwa *vacuum dryer* hasil rekayasa bekerja efektif dalam menurunkan massa RPO.

Hasil pengujian peningkatan temperatur menunjukkan bahwa waktu pemanasan berpengaruh signifikan terhadap suhu RPO. Pada setiap variasi waktu, terjadi peningkatan temperatur yang cepat di awal proses, kemudian suhu menjadi stabil setelah 15 menit. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pemanas *vacuum dryer* bekerja optimal dalam mentransfer panas pada tahap awal hingga mencapai keseimbangan suhu.

Hasil pengujian penurunan massa menunjukkan adanya penurunan yang signifikan pada awal pemanasan, kemudian cenderung stabil karena sebagian besar air dan senyawa volatil telah menguap. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Azizan et al., (2023), yang menunjukkan bahwa pengurangan massa awal bahan uji terjadi pada pemanasan 0-60 menit, setelah dipanaskan lebih lanjut hingga 90 menit massa RPO yang berkurang sangat sedikit.

Peningkatan temperatur dan penurunan massa pada RPO menunjukkan bahwa proses pemanasan paling efektif terjadi pada 15 menit pertama. Setelah itu, sistem mencapai kestabilan suhu dan laju penguapan menurun. Rekomendasi waktu pemanasan pada prototipe *vacuum dryer* ini adalah 60 menit karena menghasilkan persentase penurunan massa paling rendah yaitu 94%.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, waktu pemanasan berpengaruh signifikan terhadap peningkatan temperatur dan penurunan massa *red palm oil* (RPO). Kenaikan temperatur pada RPO paling cepat terjadi pada 15 menit pertama, setelah itu temperatur RPO relatif stabil. Proses ini menunjukkan bahwa sistem *vacuum dryer* hasil rekayasa mampu mentransfer panas secara efektif pada tahap awal pemanasan.

Berdasarkan pengujian lainnya, waktu pemanasan 30 menit dapat menurunkan massa bahan 95,4%, waktu pemanasan 45 menit dapat menurunkan massa bahan 94,2% dan waktu pemanasan 60 menit dapat menurunkan massa bahan menjadi 94,0%. Penurunan massa terbesar terjadi pada waktu pemanasan 30 menit, sedangkan setelah 45 dan 60 menit, nilai penurunan massa cenderung stabil. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar air dan senyawa volatil telah menguap pada awal proses pemanasan, sehingga *vacuum dryer* bekerja efisien dalam mengeringkan minyak tanpa merusak kualitasnya.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih yang sebesar-besarnya diucapkan kepada Politeknik Negeri Sambas yang telah membiayai penelitian ini melalui dana DIPA Poltesa Tahun Anggaran 2025 serta berbagai pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Anerasari, M., & Zamhari, M. (2023). Laju Pengeringan Kerupuk Opak Terhadap Variasi Massa dan Temperatur Menggunakan Alat Tray Dryer. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 3(6), 831–848.
- Apriani, W., Nopriandy, F., Suhendra, S., & Rianto, A. (2023). Pengembangan Alat Angkut TBS Kelapa Sawit dengan Sistem Timbangan dan Pencurahan Bahan. *TURBO*, 12(2), 332–339. <https://doi.org/10.24127/trb.v12i2.2893>
- Azizan, M., Zulkifli, & Jannifar, A. (2023). Manufaktur Alat Pengurang Kadar Air (Vacuum Dryer) dalam Crude Palm Oil (CPO). *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 7(1), 40–43.
- BPS. (2024). *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2023* (Vol. 17). Badan Pusat Statistik.
- Jiang, D., Xiao, H., Zielinska, M., Zhu, G., Bai, T., & Zheng, Z. (2021). Effect of pulsed vacuum drying on drying kinetics and quality of roots of *Panax notoginseng* (Burk.) FH Chen (Araliaceae). *Drying Technology*, 39(16), 2234–2251.
- Mas'ud, F. (2007). Kendali Proses Deasidifikasi Untuk Meminimalkan kerusakan Karotenoid dalam Pemurnian Minyak Sawit (*Elaeis guineensis*, Jacq). *Jurnal Teknologi Pangan*, 5(2), 3241.
- Mujahid, A., Damat, D., & Harini, N. (2024). Review Implikasi Penggunaan Metode Pengeringan Vacuum Frying Pada Peningkatan Nilai Tambah Komoditas Buah dan Sayur. *Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian Dan Kehutanan*, 11(2), 110–124.
- Setiawan, B., Suhendra, S., Nopriandy, F., & Apriani, W. (2023). Uji Performansi Alat Angkut TBS Kelapa Sawit Menggunakan Penggerak Engine. *TURBO*, 12(2), 176–181. <https://doi.org/10.24127/trb.v12i2.2454>
- Suhendra, S., Nopriandy, F., & Junardi, J. (2025). Pengembangan dan Uji Kinerja Pengering Tipe Rotari untuk Pengeringan Bahan Baku Bubur Pedas Instan. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 14(1).
- Suhendra, S., Nopriandy, F., Perdana, D., & Maryam, A. (2024). Analisis Kadar Air dan Laju Pengeringan Bahan Baku Pembuatan Bubur Pedas Instan. *Jurnal Engine*, 8(1), 1–6.
- Widarta, I. W. R., Andarwulan, N., & Haryati, T. (2012). Optimasi proses deasidifikasi dalam pemurnian minyak sawit merah skala pilot plant. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 23(1), 41–46.
- Zhang, Q., Li, S., Zhang, M., Mu, G., Li, X., Zhang, G., & Xiong, S. (2022). Heat pump drying of kelp (*Laminaria japonica*): Drying kinetics and thermodynamic properties. *Processes*, 10(3), 514.