

OPTIMASI SUHU DAN WAKTU REAKSI PADA PEMBUATAN SABUN PADAT DARI MINYAK JELANTAH SAWIT SEBAGAI UPAYA *CIRCULAR ECONOMY*

Cengristitama¹⁾, Myra Wardati Sari²⁾, Muhammad Faishal Firmansyah³⁾

Program Studi Teknik Kimia, Politeknik TEDC Bandung^{1),2),3)}

Email: c_titama@poltektedc.ac.id¹⁾, myrawardatisari@poltektedc.ac.id²⁾, faishalfirmansyah2106@gmail.com³⁾

Abstrak

Minyak jelantah sawit merupakan salah satu limbah rumah tangga yang berpotensi mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi suhu dan waktu reaksi pada pembuatan sabun padat dari minyak jelantah sawit melalui proses saponifikasi. Variasi suhu yang digunakan adalah 60 °C, 70 °C, dan 80 °C, dengan variasi waktu reaksi 60, 70, dan 80 menit. Analisis mutu sabun meliputi kadar air, kadar alkali bebas, pH, dan bilangan penyabunan yang dibandingkan dengan standar mutu sabun padat SNI 06-3532-1994 dan SNI 3532-2021. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum diperoleh pada suhu 70 °C dan waktu reaksi 60 menit dengan kadar air 8,6%, kadar alkali bebas 0,045%, pH 9,4, serta bilangan penyabunan 256,2 mg KOH/g. Kondisi ini sesuai standar SNI dan mendukung prinsip *circular economy* melalui pemanfaatan limbah menjadi produk bernilai tambah.

Kata Kunci: Minyak Jelantah Sawit, Sabun Padat, Optimasi, Saponifikasi, *Circular Economy*.

Abstract

Used palm oil is a type of household waste that has potential to pollute the environment if not managed properly. This study aims to optimize the temperature and reaction time in the production of solid soap from used palm oil through the saponification process. The temperatures used were 60 °C, 70 °C, and 80 °C, with reaction times of 60, 70, and 80 minutes. The soap quality analysis included water content, free alkali content, pH, and saponification number, which were compared with the SNI 06-3532-1994 and SNI 3532-2021 solid soap quality standards. The result showed that the optimum conditions were obtained at a temperature of 70 °C and a reaction time of 60 minutes, with a moisture content of 8.6%, free alkali content of 0.045%, pH of 9.4, and saponification number of 256.2 mg KOH/g. These conditions comply with SNI standards and support the principles of the circular economy through the utilization of waste into value-added products.

Keywords: Used Palm Oil, Bar Soap, Optimization, Saponification, *Circular Economy*.

I. PENDAHULUAN

Minyak goreng sawit merupakan salah satu bahan pokok yang banyak digunakan dalam aktivitas rumah tangga maupun industri pangan. Penggunaan minyak goreng sawit rata-rata perkapita di Indonesia pada tahun 2023 mencapai 10,6516kg/kapita/tahun dengan pertumbuhan setiap tahun berkisar 0,92% ("Buletin Konsumsi Pangan," 2024). Seiring dengan penggunaan minyak goreng sawit yang tinggi, maka terdapat risiko timbulan limbah minyak jelantah (*used cooking oil*) yang tidak dapat dihindari. Pada tahun 2019 dari jumlah yang terdata, potensi minyak jelantah yang dapat dikumpulkan adalah 715 kiloton (Kristiana et al., 2022). Sebagian besar minyak jelantah yang dihasilkan, baik dari sumber domestik ataupun industri makanan, tidak dikelola dengan baik, banyak masyarakat yang langsung membuangnya ke lingkungan dan menyebabkan penyumbatan pada saluran air, pencemaran pada badan air, serta menurunkan kualitas lingkungan (Hartini et al., 2025; Hesti et al., 2021; Putri & Rahmawati, 2022). Selain itu, umumnya masyarakat menggunakan minyak goreng secara berulang. Konsumsi minyak jelantah dapat meningkatkan risiko kesehatan akibat pembentukan senyawa toksik (aldehid, akrolein,

dan senyawa polimer yang berbahaya bagi tubuh) selama proses penggorengan berulang (Brako, 2021; Grootveld, 2022; Prabandari et al., 2024).

Pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan baku sabun padat merupakan solusi tepat untuk mengurangi limbah sekaligus menghasilkan produk bermanfaat. Proses saponifikasi trigliserida dengan basa kuat menghasilkan sabun dan gliserol. Proses ini relatif sederhana, membutuhkan bahan kimia dasar seperti NaOH, dan dapat diaplikasikan dalam skala rumah tangga maupun industri kecil. Kualitas sabun dipengaruhi oleh kondisi operasi, terutama suhu dan waktu reaksi. Variasi kedua parameter ini berperan penting dalam menentukan kelarutan, pH, kadar air, kadar alkali bebas, serta kekerasan sabun. Jika suhu terlalu rendah, reaksi saponifikasi tidak berlangsung sempurna, sedangkan suhu terlalu tinggi dapat merusak komponen minyak. Demikian pula, waktu reaksi yang terlalu singkat menghasilkan sabun dengan mutu rendah, sementara waktu yang terlalu lama dapat menurunkan pH sabun (lestari Lilla et al., 2024; Salimon et al., 2012; Samosir & Agustina, n.d.; Zan et al., 2021).

Dalam perspektif *circular economy*, pemanfaatan minyak jelantah menjadi sabun padat merupakan solusi yang sejalan dengan prinsip

keberlanjutan. Limbah yang awalnya berpotensi mencemari lingkungan dapat diolah kembali menjadi produk bernilai tambah dan bernilai ekonomis. Strategi ini tidak hanya mengurangi pencemaran lingkungan, tetapi juga membuka peluang usaha bagi masyarakat. Oleh karena itu, penelitian mengenai optimasi suhu dan waktu reaksi dalam pembuatan sabun padat dari minyak jelantah sawit menjadi penting untuk memperoleh kondisi operasi yang optimum dan menghasilkan sabun berkualitas sesuai standar nasional (SNI 06-3532-1994 dan SNI 3532-2021).

II. LANDASAN TEORI

A. Minyak Jelantah Sawit Sebagai Bahan Baku Sabun

Minyak goreng sawit adalah salah satu produk bahan dasar pangan yang memiliki nilai konsumsi yang tinggi di Indonesia ("Buletin Konsumsi Pangan," 2024). Hal ini disebabkan karakteristik minyak sawit dengan kestabilan oksidatif yang tinggi (Hasibuan, 2021) yang menjadikannya dapat digunakan dalam berbagai jenis masakan, ketersediaannya yang melimpah di pasar (Badan Pengelola Dana Perkebunan (BPDP), 2025), dan harga yang relatif dapat dijangkau masyarakat (Sipayung, 2025). Namun selain kemudahan dalam mendapatkannya, terdapat risiko pada penggunaan minyak kelapa sawit secara berulang. Minyak goreng sawit yang digunakan secara berulang pada suhu tinggi disebut dengan minyak jelantah (*used cooking oil*). Minyak jelantah umumnya telah mengalami perubahan fisik dan kimia, serta mengalami degradasi nutrisi akibat proses oksidasi, hidrolisis, dan polimerisasi berlebihan. Hal ini mengakibatkan terbentuknya asam lemak bebas, senyawaan aldehid, keton, dan senyawa aromatik toksik yang berpotensi merugikan kesehatan jika dikonsumsi kembali (Brako, 2021; Prabandari et al., 2024). Berdasarkan hal tersebut, penggunaan minyak jelantah sebagai bahan pangan tidak disarankan karena dapat menimbulkan risiko kesehatan, seperti meningkatnya kadar kolesterol, memicu penyakit kardiovaskular, hingga kanker dalam jangka panjang (Karminingtyas et al., 2021).

Meskipun tidak dapat dikonsumsi, namun minyak jelantah dapat dimanfaatkan untuk bahan baku pembuatan non-pangan, seperti sabun. Minyak jelantah mengandung trigliserida yang potensial untuk dijadikan bahan baku pembuatan sabun melalui proses saponifikasi atau penyabunan. Dalam reaksi saponifikasi pembuatan sabun, trigliserida akan bereaksi dengan basa kuat, seperti natrium hidroksida (NaOH) atau kalium hidroksida (KOH), kemudian akan menghasilkan garam asam lemak (sabun) dan gliserol (Alum, 2024). Kandungan asam lemak bebas/ALB (*free fatty acid*) yang meningkat pada minyak jelantah dapat mempercepat reaksi pembentukan sabun karena ALB lebih mudah bereaksi dengan basa dibanding trigliserida. Dikarenakan hal ini, minyak jelantah sawit berpotensi sebagai bahan baku alternatif yang

murah, mudah diperoleh, dan ramah lingkungan untuk pembuatan sabun.

Pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan baku pembuatan sabun juga sejalan dengan isu lingkungan dan keberlanjutan dalam *circular economy*. Limbah minyak jelantah yang dibuang sembarangan ke saluran pembuangan air dapat menimbulkan pencemaran pada badan air, karena minyak akan melapisi permukaan air dan menghalangi pertukaran oksigen untuk ekosistem dalam air. Membuang minyak jelantah ke tanah juga dapat mengakibatkan kerusakan ekosistem tanah hingga menurunkan daya resap air pada tanah. Bahkan jika dibakar, minyak jelantah dapat mengakibatkan emisi berbahaya yang mengganggu kualitas udara. Maka pemanfaatan minyak jelantah untuk produksi sabun memungkinkan nilai tambah bagi limbah rumah tangga sekaligus mengurangi masalah pencemaran lingkungan. Selain itu, produksi sabun dari minyak jelantah mendukung strategi ekonomi sirkular (*circular economy*) (Kumar et al., 2025).

Skema produksi sabun dari minyak jelantah cocok untuk aplikasi skala Usaha Kecil Menengah (UKM) dan komunitas karena bahan baku yang mudah diperoleh, adanya nilai tambah dari produk sabun, serta ditambah pengurangan biaya pembuangan, menjadikan usaha ini menarik secara finansial. Pembuatan sabun padat dari minyak jelantah juga dapat memanfaatkan teknologi praperlakuan yang sederhana dan mudah didapatkan, menggunakan peralatan yang relatif sederhana (pemurnian, pemanasan, pencampuran) dan reaksi yang tidak rumit. Dengan segala kemudahan dalam tahapan proses pembuatannya, diharapkan akan meningkatkan potensi aplikasi di lapangan (Azme et al., 2023).

B. Reaksi Saponifikasi

Reaksi saponifikasi merupakan proses kimia utama dalam pembuatan sabun, minyak atau lemak yang umumnya berupa trigliserida bereaksi dengan basa kuat menghasilkan garam asam lemak (sabun) dan gliserol (Azme et al., 2023). Produk dari reaksi inilah yang dikenal sebagai sabun, sedangkan gliserol (*glycerin*) dihasilkan sebagai produk samping yang bernilai ekonomis tinggi karena dapat dimanfaatkan dalam industri farmasi, kosmetik, dan pangan (Lima et al., 2022). Secara umum reaksi saponifikasi dapat dituliskan sebagai berikut:



Laju reaksi saponifikasi dipengaruhi oleh komposisi asam lemak bebas (ALB), suhu, konsentrasi basa, pengadukan, dan waktu reaksi (Eze et al., 2015; Lima et al., 2022; Rahayu et al., 2021; Wahyudi et al., 2025). Penggunaan dan pemanasan yang berulang, serta penyimpanan di ruang terbuka dalam jangka waktu yang lama menyebabkan minyak jelantah banyak mengalami proses oksidasi dan hidrolisis, sehingga

menyebabkannya memiliki kandungan ALB yang tinggi. Dengan adanya kadar ALB yang tinggi dalam minyak jelantah maka diperlukan penyesuaian stoikiometri dan tahap pemurnian agar tidak memengaruhi mutu sabun (bau, warna, dan stabilitas busa), dan kondisi sabun yang dihasilkan stabil. Tahap pemurnian seperti filtrasi, netralisasi ALB, *bleaching*, dan adsorpsi kerap diperlukan sebelum tahap reaksi saponifikasi sebagai upaya untuk meningkatkan mutu sabun yang dihasilkan (Kerras et al., 2023; Sari et al., 2022).

Faktor operasi seperti suhu dan waktu reaksi sangat memengaruhi hasil sabun (Eze et al., 2015; Lima et al., 2022; Rahayu et al., 2021; Wahyudi et al., 2025). Peningkatan suhu mempercepat laju reaksi, tetapi jika terlalu tinggi dapat menurunkan kualitas sabun karena degradasi termal pada minyak. Pada suhu optimum, bilangan penyabunan tinggi dan kadar alkali bebas rendah. Suhu berlebih dapat menurunkan mutu sabun karena terbentuk senyawa yang tidak dapat tersabunkan. Sementara itu, waktu reaksi yang terlalu singkat dapat menghasilkan sabun yang tidak sempurna, sedangkan waktu yang terlalu lama sementara waktu terlalu lama menyebabkan penguapan air berlebih, hidrolisis, dan reaksi samping oksidatif sehingga akan menurunkan mutu sabun (Alum, 2024; Wahyudi et al., 2025). Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menemukan titik optimum dari kedua faktor tersebut sehingga dapat menghasilkan sabun dengan karakter yang stabil dan memenuhi standar mutu sabun padat yang tertera dalam SNI 06-3532-1994 dan SNI 3532-2021, di antaranya :

- a. Kadar air: merupakan udara yang terkandung di dalam sabun, dengan nilai batas SNI maksimal 23 %. Kandungan udara yang lebih dari batas ini dapat menyebabkan sabun padat menjadi lebih lembek dan semakin mudah larut, sehingga kurang efisien saat digunakan.
- b. Kadar alkali bebas : merupakan jumlah alkali yang tidak bereaksi dalam proses pembuatan sabun, bisa akibat dari berlebihnya konsentrasi alkali yang ditambahkan. Sabun dengan kadar alkali bebas yang tinggi dapat menyebabkan kulit kasar, kemerahan, dan gatal. Batas nilai SNI untuk kadar alkali bebas adalah maksimal 0,1 %
- c. Derajat keasaman atau pH pada sabun padat dengan rentang nilai SNI sebesar 6,0-11,0.

Reaksi saponifikasi juga dikategorikan dalam reaksi hidrolisis basa yang berlangsung secara heterogen dan melibatkan minyak (non-polar) dengan larutan basa kuat (polar). Maka dari itu, faktor pencampuran dan pengadukan juga termasuk faktor penting dalam keberhasilan reaksi. Pada praktiknya, homogenisasi dalam reaksi saponifikasi pada pembuatan sabun padat dilakukan dengan menggabungkan pemanasan dan pengadukan. Hal ini dilakukan agar proses difusi ion hidroksida ke dalam fase minyak berlangsung optimal. Hal ini juga turut mendukung faktor suhu

dan waktu reaksi yang menjadi faktor penting dalam reaksi saponifikasi yang sempurna.

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa minyak jelantah berpotensi besar sebagai bahan baku pembuatan sabun (Ahadito & Afriani, 2024; Aisyah et al., 2021; Bangngalino et al., 2022; Handayani et al., 2021; Mahmudah & Shofiah, 2023; Sari et al., 2022) karena masih mengandung asam lemak jenuh dominan seperti asam laurat, palmitat, dan miristat. Minyak dengan banyak kandungan asam lemak jenuh, akan menyebabkan sabun padat yang dihasilkan lebih stabil, tidak mudah teroksidasi, dan memiliki umur simpan yang lebih panjang (Alum, 2024).

Azme et al., 2023 melaporkan program pengolahan minyak jelantah menjadi sabun melalui pendekatan pembelajaran komunitas. (Kerras et al., 2023; Sari et al., 2022) menekankan perlunya praperlakuan minyak jelantah untuk meningkatkan kualitas sabun. Onn et al., 2024) menemukan bahwa jalur kimiawi dari minyak jelantah menuju material polimerik dapat mendukung diversifikasi produk. Barbusiński et al., 2021 menyatakan bahwa sabun padat berbasis minyak jelantah memiliki kualitas fisik dan kimia yang cukup baik apabila melalui tahap pemurnian terlebih dahulu. Hartini et al., 2025; Putri & Rahmawati, 2022; Sari et al., 2022) menambahkan bahwa penggunaan minyak jelantah dalam industri sabun mendukung pengurangan limbah dan memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat. Bachtiar et al., 2022; Bashith et al., 2024 menganalisis manfaat ekonomi dan lingkungan dari pemanfaatan minyak jelantah. Studi teknoekonomi (Kumar et al., 2025) menunjukkan bahwa pemanfaatan minyak jelantah dalam industri sabun mendukung *circular economy* dan berpotensi diterapkan dalam skala UKM.

Dalam konteks *circular economy*, pemanfaatan minyak jelantah menjadi sabun padat bukan hanya sekadar upaya pengolahan limbah, tetapi juga menciptakan produk baru dengan nilai ekonomi. Diharapkan penelitian ini dapat mendukung keberlanjutan lingkungan sekaligus membuka peluang bisnis ramah lingkungan bagi masyarakat.

C. *Circular Economy* dalam Pemanfaatan Limbah Minyak Jelantah

Circular economy (ekonomi sirkular) merupakan sebuah konsep yang muncul sebagai model dalam pengelolaan sumber daya untuk melengkapi model ekonomi linear tradisional (*take-make-dispose*) yang biasanya boros energi, menghasilkan limbah, dan menimbulkan tekanan besar terhadap lingkungan (Rahmiati et al., 2024; Suwignyo et al., 2021). Sedangkan *circular economy* menerapkan prinsip *reduce-reuse-recycle* (Ghosh et al., 2021; Hom, 2024; Madaan et al., 2024) sehingga dapat memperpanjang siklus pakai produk dengan memanfaatkan kembali produk yang sudah ada agar tidak berakhir menjadi limbah. Hal ini bertujuan untuk menciptakan sistem ekonomi yang regeneratif, efisien, dan berkelanjutan dengan menyeimbangkan

aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi. Dengan hal ini, maka pemanfaatan limbah minyak jelantah menjadi produk bernilai guna dan ekonomi lebih tinggi seperti sabun padat, adalah bentuk nyata dari penerapan *circular economy*.

Pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan baku pembuatan sabun padat dalam sudut pandang *circular economy*, berarti mengubah limbah menjadi produk fungsional dan bernilai ekonomi. Proses ini sejalan dengan konsep utama *circular economy*, yaitu (Ghosh et al., 2021; Hom, 2024; Madaan et al., 2024; Rahmiati et al., 2024; Suwignyo et al., 2021): (1) mengurangi timbulan limbah (*waste prevention*), (2) memaksimalkan pemanfaatan kembali sumber daya (*resource efficiency*), dan (3) menciptakan peluang ekonomi baru melalui inovasi berbasis keberlanjutan. Dengan menerapkan hal ini, maka masyarakat mendapatkan manfaat berupa lingkungan yang lebih bersih tanpa pembuangan limbah minyak jelantah yang sembarangan dan terbuka peluang usaha melalui pembuatan produk sabun padat dengan bahan baku dan ongkos produksi yang murah.

Dengan demikian, diharapkan penelitian ini bukan hanya bermanfaat secara akademis, namun juga menjadi inspirasi untuk mendukung perekonomian masyarakat, serta mendukung sistem ekonomi berkelanjutan.

III. METODE PENELITIAN

Berikut adalah metode yang digunakan dalam penelitian ini:

A. Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan gelas laboratorium, *hot plate*, kondensor refluks, *magnetic stirrer*, oven, termometer, neraca digital, dan pH meter.

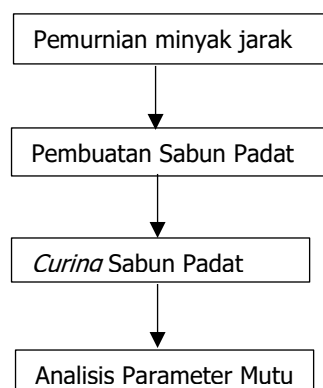
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak jelantah sawit yang diperoleh dari rumah tangga, NaOH 30%, *aquadest*, indikator fenolftalein, serta arang aktif untuk pemurnian.

B. Prosedur

Prosedur dalam penelitian ini memiliki beberapa tahapan prosedur pengerjaan, yaitu:

1. Tahap Pemurnian Minyak Jelantah
Pada tahap ini, dilakukan Minyak jelantah disaring untuk menghilangkan partikel padat, kemudian dinetralkan dengan larutan NaOH encer dan diproses *bleaching* menggunakan arang aktif. Minyak hasil pemurnian diuji bilangan penyabunannya untuk memastikan kelayakan sebagai bahan baku sabun.
2. Tahap Pembuatan Sabun Padat
Pada tahap ini sebanyak 50gram minyak jelantah sawit dipanaskan pada variasi suhu 60 °C, 70 °C, dan 80 °C. Larutan NaOH 30% ditambahkan perlahan sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 800 rpm. Waktu reaksi divariasikan 60, 70, dan 80 menit. Produk sabun yang dihasilkan kemudian dicetak.

3. Tahap *Curing* (pematangan) Sabun Padat
Pada tahap curing, sabun padat didiamkan selama 4 – 6 pekan setelah sabun padat dicetak. Tahapan ini memastikan agar reaksi penyabunan berlangsung sempurna dan air menguap sempurna, agar sabun yang dihasilkan benar-benar padat, stabil, dan tidak bersifat iritatif.
4. Tahap Analisis Parameter Mutu Produk Sabun
Analisis parameter mutu dilakukan berdasarkan SNI 06-3532-1994 dan SNI 3532-2021 untuk memastikan sabun padat yang dihasilkan dengan variasi waktu dan suhu reaksi sesuai rancangan penelitian (tabel 1), memenuhi standar mutu yang diinginkan pasar.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Tabel 1 Rancang Penelitian Kode Sampel

		Waktu Reaksi (menit)		
		60	70	80
Suhu Reaksi (°C)	60	S11	S12	S13
	70	S21	S22	S23
	80	S31	S32	S33

Analisis yang dilakukan untuk penelitian ini, di antaranya:

- a. Kadar air dengan metode oven (SNI 06-3532-1994).
- b. Kadar alkali bebas melalui titrasi HCl 0,1 N (SNI 3532:2016).
- c. Pengukuran pH sabun dengan pH meter (SNI 3532:2021).
- d. Bilangan penyabunan untuk mengevaluasi kandungan asam lemak (SNI 7431:2015).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik TEDC Bandung. Adapun hasil analisis sabun padat dari minyak jelantah sawit dengan variasi suhu dan waktu reaksi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Sabun Padat dari Minyak Jelantah Sawit

Suhu (°C)	Waktu (menit)	Kadar Air (%)	Kadar Alkali Bebas (%)	pH	Bilangan Penyabunan (mg KOH/g)
60	60	9,8	0,065	9,1	242,5
60	70	9,5	0,060	9,0	245,8
60	80	9,2	0,058	8,9	247,2
70	60	8,6	0,045	9,4	256,2
70	70	8,4	0,047	9,3	255,0
70	80	8,2	0,049	9,1	254,7
80	60	8,9	0,070	9,2	248,9
80	70	8,7	0,075	8,9	247,6
80	80	8,5	0,080	8,8	246,3

Dari hasil analisis data pada Tabel 2, dapat ditinjau bahwa kadar air terendah diperoleh pada suhu 70°C dengan waktu 80 menit (8,2%). Namun, kadar air optimum ditemukan pada 70°C dengan waktu 60 menit (8,6%) karena pada kondisi tersebut sabun masih plastis dan tidak rapuh.

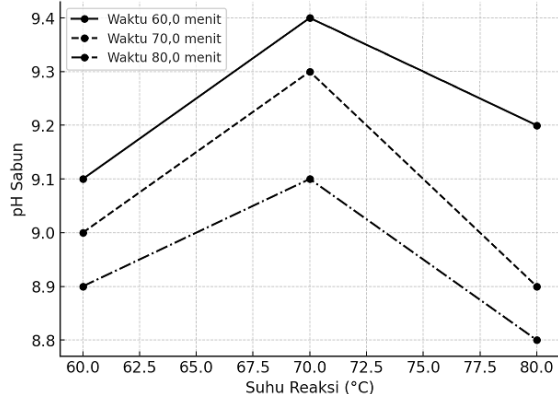
Adapun analisis kadar alkali bebas memiliki nilai terendah berada pada kondisi 70°C dengan waktu 60 menit (0,045%), sesuai standar SNI (maksimal 0,1%). Pada suhu 80 °C terjadi kenaikan alkali bebas karena degradasi minyak.

Hasil analisis pH sabun didapatkan bahwa pH optimum ditemukan pada 70 °C dengan waktu 60 menit (pH 9,4). Pada suhu lebih tinggi atau waktu lebih lama, pH menurun mendekati batas bawah SNI (9,0).

Pada analisis bilangan penyabunan didapat bahwa nilai tertinggi diperoleh pada 70 °C dengan waktu 60 menit (256,2 mg KOH/g), menandakan reaksi saponifikasi berlangsung sempurna.

A. Pengaruh Suhu Reaksi

Beberapa pengaruh suhu reaksi disajikan lebih rinci pada Gambar 2 dan Gambar 3.

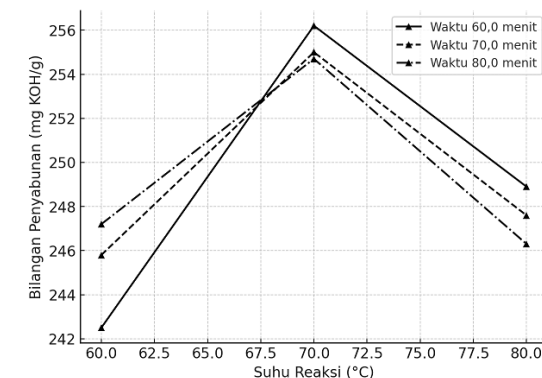


Gambar 2. Hubungan Suhu Reaksi dan pH Sabun
TEDC Vol. 19 No. 3, September 2025

Berdasarkan grafik hubungan suhu reaksi dan pH sabun yang disajikan pada Gambar 2, pH sabun meningkat dari 60°C ke 70°C karena reaksi saponifikasi berlangsung lebih sempurna, sesuai dengan teori kinetika reaksi, yaitu semakin tinggi suhu reaksi maka akan mempercepat laju tumbukan antar molekul pereaksi sehingga reaksi dapat berlangsung lebih sempurna (Eliason & Hirschfelder, 1959). Pada suhu 70°C, asam lemak bebas lebih banyak bereaksi dengan NaOH membentuk garam natrium (sabun), sehingga pH berada pada kisaran ideal (9,3–9,5). Namun, pada 80°C pH menurun akibat degradasi minyak yang menyebabkan terbentuknya asam lemak bebas dan sabun tak larut yang dapat mengurangi jumlah ion hidroksida bebas dalam sabun dan menurunkan pHnya. Selain itu, pemanasan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan oksidasi asam lemak tak jenuh berlangsung lebih cepat sehingga memengaruhi kestabilan pH sabun (Samosir & Agustina, n.d.). Hal ini menunjukkan suhu reaksi yang terlalu tinggi dapat merusak kualitas sabun yang dihasilkan.

Variasi waktu reaksi juga berpengaruh terhadap pH sabun yang dihasilkan. Pada variasi waktu reaksi 60 menit, pH sabun masih naik hingga variasi waktu 70 menit yang menghasilkan pH lebih tinggi dibandingkan dengan variasi waktu 80 menit. Hal ini menunjukkan reaksi saponifikasi berlangsung dalam rentang waktu 60 – 70 menit, karena setelahnya, reaksi mengalami *equilibrium shift* atau reaksi samping yang menghasilkan produk yang tidak diinginkan (Appleton & Simmons, 2022).

Berdasarkan hasil percobaan ini dapat disimpulkan bahwa suhu optimum agar mendapatkan pH sabun terbaik adalah antara 60 – 70°C.



Gambar 3. Hubungan Suhu Reaksi dan Bilangan Penyabunan

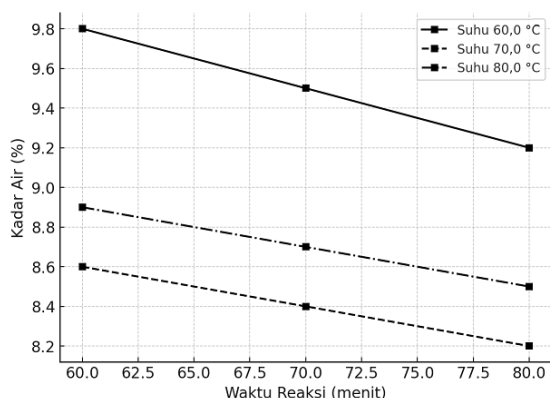
Berdasarkan grafik hubungan suhu reaksi dan bilangan penyabunan yang disajikan pada Gambar 3, bilangan penyabunan tertinggi diperoleh pada suhu 70°C (256,2 mg KOH/g), yang menandakan reaksi saponifikasi optimal. Pada 60°C, reaksi belum sempurna sehingga bilangan penyabunan lebih rendah. Sebaliknya, pada 80°C nilai menurun karena terjadi degradasi

trigliserida menjadi senyawa lain yang tidak dapat disabunkan secara sempurna. Reaksi saponifikasi adalah reaksi yang dipercepat dengan kenaikan suhu sesuai dengan teori Arrhenius yang mengatakan bahwa kenaikan suhu akan meningkatkan energi kinetik molekul sehingga frekuensi tumbukan antar molekul naik dan konstanta laju reaksi meningkat. Maka dari itu pada rentang 60 – 70°C terjadi konversi trigliserida menjadi garam asam lemak (sabun) sehingga nilai bilangan penyabunan meningkat. Ini menegaskan bahwa suhu 70°C adalah titik optimum.

Peningkatan suhu reaksi dari 60°C ke 70°C mempercepat laju saponifikasi, menghasilkan sabun dengan kadar air yang stabil (8–9%) dan kadar alkali bebas rendah (0,04–0,05%). Namun, pada suhu 80°C, kualitas sabun menurun karena degradasi minyak dan penurunan pH yang signifikan. Kenaikan bilangan penyabunan berhenti pada suhu 70°C yang menandakan titik suhu tersebut adalah kondisi terbaik dimana terjadi percepatan laju reaksi saponifikasi dan kestabilan molekul sabun yang terbentuk, tanpa banyak produk samping yang tidak diinginkan.

B. Pengaruh Waktu Reaksi

Beberapa pengaruh waktu reaksi disajikan lebih rinci pada Gambar 4 dan Gambar 5.



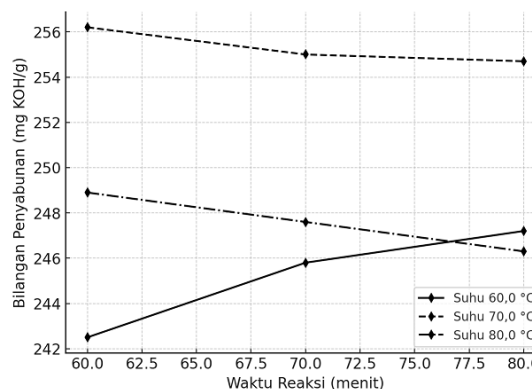
Gambar 4. Hubungan Waktu Reaksi dan Kadar Air

Berdasarkan grafik hubungan waktu reaksi dan kadar air yang disajikan pada Gambar 4 di atas, kadar air cenderung menurun di setiap variasi suhu (60, 70, dan 80°C) seiring bertambahnya waktu reaksi. Kadar air sabun yang dihasilkan pada suhu 80°C lebih rendah dibanding variasi suhu 60°C. Hal ini menunjukkan bahwa suhu dan waktu reaksi berpengaruh terhadap penguapan air dan kestabilan struktur sabun padat yang dihasilkan. Pada 60 menit, sabun masih memiliki kadar air ideal (8,6–9,8%), sehingga teksturnya tetap plastis. Pada 70–80 menit, kadar air semakin turun (<8,5%), membuat sabun lebih keras dan rapuh. Fenomena ini dipengaruhi oleh penguapan air yang semakin intensif selama pemanasan.

Air dalam sabun berperan untuk melarutkan

basa kuat yang merupakan agen saponifikasi. Namun setelah reaksi saponifikasi selesai, air berlebih dalam produk sabun padat dapat menurunkan kekerasan dan stabilitas produk (Wadu et al., 2023). Pemanasan dan panjangnya waktu reaksi meningkatkan laju penguapan air dari komposisi sabun sehingga kadar air berkurang (Astuti et al., 2021). Maka, dapat dilihat dari gambar 3 bahwa semakin lama sabun direaksikan dan pemanasan dan panjangnya waktu reaksi meningkatkan laju penguapan air dari komposisi sabun sehingga kadar air berkurang semakin tinggi suhu pemanasan, maka semakin rendah kadar air sabun yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum terdapat pada suhu tinggi (sekitar 70–80 °C) dengan waktu reaksi lebih lama. Dengan demikian, kecenderungan penurunan kadar air dengan peningkatan waktu dan suhu tidak hanya mendukung kualitas fisik sabun, tetapi juga sesuai dengan prinsip *circular economy*.

Berdasarkan grafik pada gambar 5, pengaruh waktu reaksi terhadap bilangan penyabunan berbeda pada masing-masing suhu reaksi. Pada suhu 60°C, bilangan penyabunan cenderung meningkat seiring bertambahnya waktu reaksi, dari sekitar 243 mg KOH/g pada menit ke-60 hingga mendekati 247 mg KOH/g pada menit ke-80. Hal ini menunjukkan bahwa pada suhu yang lebih rendah reaksi saponifikasi membutuhkan waktu yang lebih panjang agar reaksi bisa sempurna terjadi. Sebaliknya pada suhu tinggi (dalam hal ini, 70 dan 80°C), bilangan penyabunan justru menurun seiring waktu yang bertambah. Hal ini disebabkan adanya kemungkinan degradasi sabun pada suhu tinggi yang kemudian menurunkan nilai bilangan penyabunan (Haeruddin et al., 2023).



Gambar 5. Hubungan Waktu Reaksi dan Bilangan Penyabunan

Maka dapat disimpulkan bahwa pengaturan waktu reaksi sangat penting, terutama pada suhu tinggi, untuk mencegah penurunan kualitas sabun akibat reaksi samping dan degradasi komponen.

C. Optimasi Kondisi Operasi

Berdasarkan hasil penelitian membuktikan

suhu dan waktu reaksi sangat berpengaruh terhadap kualitas sabun padat yang dihasilkan dari bahan baku minyak jelantah sawit. Data pH sabun padat menunjukkan naik hingga titik optimum (pH 9,4) pada suhu 70°C dengan waktu 60 menit, kemudian menurun pada suhu lebih tinggi dan waktu yang lebih lama. Demikian juga pada parameter bilangan penyabunan, kondisi optimum (nilai bilangan penyabunan 256 mg KOH/g) didapatkan ada suhu 70°C dan waktu 60 menit.

Maka dapat disimpulkan bahwa kombinasi terbaik diperoleh pada suhu 70 °C dan waktu reaksi 60 menit, menghasilkan sabun dengan kadar air 8,6%, kadar alkali bebas 0,045%, pH 9,4, dan bilangan penyabunan 256,2 g/mL. Semua parameter ini sesuai dengan standar mutu sabun mandi padat (SNI 06-3532-1994). Hasil optimum yang didapatkan dari penelitian ini, yaitu suhu reaksi 70 °C dan waktu reaksi 60 menit, sesuai dengan prinsip *green chemistry* karena menggunakan kondisi operasi sederhana dengan efisiensi energi dan minim limbah.

D. Implikasi *Circular Economy*

Penelitian ini memperlihatkan bahwa minyak jelantah yang awalnya limbah berbahaya dapat diubah menjadi produk bernilai ekonomis dengan standar mutu yang cukup baik dan memenuhi SNI yang berlaku. Melalui optimasi kondisi operasi yang baik, limbah minyak jelantah ini dapat diubah menjadi produk bernilai tinggi berupa sabun padat, yang mampu memenuhi kebutuhan rumah tangga dan membuka potensi usaha kecil menengah serta memiliki potensi pasar yang baik. Dengan demikian, penelitian yang dilakukan menerapkan *reduce-reuse-recycle* sebagai bagian dari konsep *circular economy* yang berkesinambungan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Optimasi suhu dan waktu reaksi berperan penting dalam menentukan mutu sabun padat dari minyak jelantah sawit. Kondisi optimum diperoleh pada suhu 70 °C dan waktu reaksi 60 menit dengan kualitas sabun sesuai standar SNI 06-3532-1994 dan SNI 3532:2021. Penelitian ini membuktikan bahwa pemanfaatan minyak jelantah dalam pembuatan sabun padat dapat menjadi strategi efektif dalam pengelolaan limbah berbasis *circular economy*, memberikan manfaat lingkungan, kesehatan, dan ekonomi.

B. Saran

Penelitian mengenai optimasi pembuatan sabun dari minyak jelantah merupakan langkah konkret dalam mendukung *Circular Economy*. Untuk pengembangan ke depannya, bisa memperluas fokus penelitian tidak hanya pada parameter reaksi (suhu dan waktu), tetapi juga pada kualitas produk, efisiensi energi, dan dampak lingkungannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahadito, B. R., & Afriani, S. R. (2024). Soap Production from Waste Cooking Oil: A Review. *IJFAC (Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry)*, 9(2), 96–102.
- Aisyah, D. S., Ilahi, N. P., Soleha, H., & Gamayanti, W. (2021). Pembuatan sabun padat dari minyak jelantah sebagai solusi permasalahan limbah rumah tangga dan home industri. *Proceedings UIN Sunan Gunung Djati Bandung*, 1(31), 46–60.
- Alum, B. N. (2024). Saponification process and soap chemistry. *INOSR Appl. Sci*, 12, 51–56.
- Appleton, H. A., & Simmons, W. H. (2022). *The handbook of soap manufacture*. DigiCat.
- Astuti, E., Wulandari, F., & Hartati, A. T. (2021). Pembuatan sabun padat dari minyak kelapa dengan penambahan aloe vera sebagai antiseptik menggunakan metode cold process. *Jurnal Konversi*, 10(2), 7–12.
- Azme, S. N. K., Yusoff, N. S. I. M., Chin, L. Y., Mohd, Y., Hamid, R. D., Jalil, M. N., Zaki, H. M., Saleh, S. H., Ahmat, N., & Manan, M. A. F. A. (2023). Recycling waste cooking oil into soap: Knowledge transfer through community service learning. *Cleaner Waste Systems*, 4, 100084.
- Bachtiar, M., Irbah, I., Islamiah, D. F., Hafidz, F. R., Hairunnisa, M., Viratama, M. A., & Chelsabiela, S. (2022). Pemanfaatan minyak jelantah untuk pembuatan lilin aromaterapi sebagai ide bisnis di Kelurahan Kedung Badak. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*, 4(2), 210–217.
- Badan Pengelola Dana Perkebunan (BPDP). (2025, February 28). *Indonesia, Produsen Minyak Sawit Paling Sustainable di Dunia*. <https://www.bpdp.or.id/indonesia-produsen-minyak-sawit-paling-sustainable-di-dunia>
- Bangngalino, H., Sukasri, A., Nurdin, M. I., Riyadi, N. A., Suwardi, S., & Alicia, A. (2022). Pemanfaatan Minyak Jelantah Dalam Pembuatan Sabun Cuci Sebagai Upaya Pengurangan Limbah Rumah Tangga. *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)*, 7, 441–446.
- Barbusiński, K., Fajkis, S., & Szeląg, B. (2021). Optimization of soapstock splitting process to reduce the concentration of impurities in wastewater. *Journal of Cleaner Production*, 280, 124459.
- Bashith, A., Amin, S., Purnamasari, P. E., Kurniawan, M. A., & Fa'izah, L. (2024). Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat Melalui Pengolahan Minyak Jelantah Pada Komunitas Fatayat Nahdlatul Ulama Candirenggo Singosari. *JPM (Jurnal Pemberdayaan Masyarakat)*, 9(2), 196–208.
- Brako, M. (2021). *QUALITY EVALUATION OF USED FRYING OILS FROM SELECTED HOTELS AND RESTAURANTS IN SEKONDI-TAKORADI*,

- GHANA [University of Education, Winneba]. <http://ir.uew.edu.gh>
- Buletin Konsumsi Pangan. (2024). *Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian Sekertariat Jenderal Kementerian Pertanian*, 15(2).
- Eliason, M. A., & Hirschfelder, J. O. (1959). General collision theory treatment for the rate of bimolecular, gas phase reactions. *The Journal of Chemical Physics*, 30(6), 1426–1436.
- Eze, V. C., Harvey, A. P., & Phan, A. N. (2015). Determination of the kinetics of biodiesel saponification in alcoholic hydroxide solutions. *Fuel*, 140, 724–730. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fuel.2014.10.001>
- Ghosh, S. K., Ghosh, S. K., & Baidya, R. (2021). Circular economy in India: Reduce, reuse, and recycle through policy framework. In *Circular Economy: Recent Trends in Global Perspective* (pp. 183–217). Springer.
- Grootveld, M. (2022). Evidence-based challenges to the continued recommendation and use of peroxidatively-susceptible polyunsaturated fatty acid-rich culinary oils for high-temperature frying practises: Experimental revelations focused on toxic aldehydic lipid oxidation products. *Frontiers in Nutrition*, 8, 711640.
- Haeruddin, H., Harimu, L., Rahmanpiu, R., Dahlan, D., Rudi, L., Alibonto, L. O. M., Wati, C., & Hikmah, N. A. (2023). Optimalisasi Nilai Bilangan Penyabunan Minyak Kelapa Hasil Pengolahan dengan Pemanasan Terkontrol: Optimization of Saponification Numbers of Processed Coconut Oil by Controlled Heating. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 5(5), 788–794.
- Handayani, K., Kanedi, M., Farisi, S., & Setiawan, W. A. (2021). Pembuatan sabun cuci dari minyak jelantah sebagai upaya mengurangi limbah rumah tangga. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (JPKM) TABIKPUN*, 2(1), 55–62.
- Hartini, E., Kurniatie, M. D., & Izzati, D. N. (2025). Innovation in the utilization of used cooking oil waste into soap in Pendrikan Kidul Village, Semarang. *Community Empowerment*, 10(2).
- Hasibuan, H. A. (2021). Pengolahan dan Peluang Pengembangan Produk Pangan Berbasis Minyak Sawit di Indonesia. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 40(2), 111–124.
- Hesti, Y., Ainita, O., Nurhalizah, A., Putri, A. R., Hafizha, A. R., & Octavia, P. (2021). Peningkatan Kesadaran Masyarakat Pada Penanganan Limbah Minyak Jelantah Untuk Kelestarian Lingkungan. *Jurnal Pendidikan Sejarah Dan Riset Sosial Humaniora*, 2(2), 55–63.
- Hom, K. (2024). Circular Economy: The 4Rs reduce-reuse-recycle-recover. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1402(1), 012042.
- Karminingtyas, S. R., Vifta, R. L., & Lestari, P. (2021). Pencegahan Dini Bahaya Kolesterol *TEDC Vol. 19 No. 3, September 2025*
- dan Penyertanya Melalui Pengolahan Limbah Jelantah menjadi Waste Soap Serbaguna. *Indonesian Journal of Community Empowerment (Ijce)*, 3(1), 6–12.
- Kerras, H., Outili, N., & Meniai, A.-H. (2023). Waste cooking oil pretreatment using microwave and ultrasound methods. *Comptes Rendus. Chimie*, 26(S1), 63–76.
- Kristiana, T., Baldino, C., & Searle, S. (2022). Pengumpulan Saat ini dan Potensi Pengumpulan Minyak Jelantah Untuk Produksi Biofuel. *The International Council on Clean Transportation*. <https://theicct.org/publication/asia-fuels-waste-oil-estimates-feb22/>
- Kumar, A., Bhayana, S., Singh, P. K., Tripathi, A. D., Paul, V., Balodi, V., & Agarwal, A. (2025). Valorization of used cooking oil: challenges, current developments, life cycle assessment and future prospects. *Discover Sustainability*, 6(1), 1–31.
- lestari Lilla, L. P., Sri, S. P., & Firmansyah, F. (2024). Optimasi Transesterifikasi Minyak Nyamplung dengan Katalis Heterogen: Studi Pengaruh Suhu dan Waktu Reaksi. *Mechonversio: Mechanical Engineering Journal*, 7(1), 35–41.
- Lima, P. J. M., da Silva, R. M., Neto, C. A. C. G., Gomes e Silva, N. C., Souza, J. E. da S., Nunes, Y. L., & Sousa dos Santos, J. C. (2022). An overview on the conversion of glycerol to value-added industrial products via chemical and biochemical routes. *Biotechnology and Applied Biochemistry*, 69(6), 2794–2818.
- Madaan, G., Singh, A., Mittal, A., & Shahare, P. (2024). Reduce, reuse, recycle: circular economic principles, sustainability and entrepreneurship in developing ecosystems. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 31(6), 1041–1066.
- Mahmudah, R., & Shofiah, N. (2023). From waste to wealth: A novel approach for empowering society through recycling used cooking oil into soap. *Journal of Community Service and Empowerment*, 4(2), 343–350.
- Onn, M., Jalil, M. J., Yusoff, N. I. S. M., Edward, E. B., & Wahit, M. U. (2024). A comprehensive review on chemical route to convert waste cooking oils to renewable polymeric materials. *Industrial Crops and Products*, 211, 118194.
- Prabandari, A. S., Rokhmah, L. N., Sari, A. N., Pramonodjati, F., & Utami, N. A. (2024). PENYULUHAN BAHAYA PENGGUNAAN MINYAK GORENG BEKAS PAKAI TERHADAP KESEHATAN PADA IBU-IBU PKK DI KELURAHAN PURBAYAN KECAMATAN BAKI SUKOHARJO. *BESIRU: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(4), 181–188.
- Putri, Y. A., & Rahmawati, I. (2022). Pelatihan pembuatan sabun cuci dari minyak jelantah di Kampung Lampion Malang. *Bubungan Tinggi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 188.
- Rahayu, S., Pambudi, K. A., Afifah, A., Fitriani, S. R., Tasyari, S., Zaki, M., & Djamahar, R. (2021).

- Environmentally safe technology with the conversion of used cooking oil into soap. *Journal of Physics: Conference Series*, 1869(1), 012044. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1869/1/012044>
- Rahmiati, F., Hanafiah, H., Jokhu, J. R., Daniela, L., Siregar, J. L., Santosa, S., & Mangkurat, R. S. B. (2024). Penerapan Konsep Circular Economy melalui Pelatihan Pengolahan Limbah Minyak Jelantah sebagai Upaya Mengurangi Pencemaran Lingkungan. *Share: Journal of Service Learning*, 10(2), 104–110.
- Salimon, J., Abdullah, B. M., & Salih, N. (2012). Saponification of *Jatropha curcas* seed oil: optimization by D-optimal design. *International Journal of Chemical Engineering*, 2012(1), 574780.
- Samosir, M. F., & Agustina, N. A. (n.d.). *PENGARUH SUHU PEMANASAN TERHADAP KUALITAS SABUN BERBAHAN MINYAK JELANTAH DAN EKSTRAK BUAH PINANG (Areca catechu L)* The effect of heating temperature on the quality of liquid soap Mixed raw material palm cooking oil and extract areca nut (Areca).
- Sari, M. W., Riswandi, P., & Puspitasari, D. (2022). Workshop of bar soap making from waste cooking oil to the students guardian of learning class sabumi muslim homeschooling community in Sariwangi, West Bandung Regency. *Jurnal Pemberdayaan: Publikasi Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(1), 14–21.
- Sipayung, T. (2025). *9 Isu Minyak Sawit dalam Persaingan Minyak Nabati Global – Mitos vs Fakta*. <https://palmoilina.asia/sawit-hub/persaingan-minyak-nabati-global/#>
- Suwignyo, P., Arkananta, R. E., Singgih, M. L., Fudhla, A. F., & Juniani, A. I. (2021). Literature Review Model Circular Economy dan Potensi pengembangannya. *JISO: Journal Of Industrial and Systems Optimization*, 4(2), 122–131.
- Wadu, L. G., Meiyasa, F., & Ndahawali, S. (2023). KAJIAN MUTU SABUN MANDI PADAT RUMPUT LAUT *Eucheuma spinosum* DENGAN KONSENTRASI YANG BERBEDA. *Marinade*, 6(2).
- Wahyudi, A., Sitorus, B., & Hidayat, F. (2025). Kinetic Analysis of Saponification Reaction in Eco-Friendly Soap Production Based on Waste Cooking Oil. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 13(3), 713–723.
- Zan, M., Wang, X., Amuti, A., Wang, Z., & Dang, L. (2021). Saponification of peony seed oil using response surface methodology. *Industrial Crops and Products*, 173, 114134.