

PEMANFAATAN MINYAK JELANTAH DALAM PENGEMBANGAN SABUN CAIR RAMAH LINGKUNGAN MELALUI SUBSTITUSI SURFAKTAN SINTESIS

Meilinda Suriani Harefa¹, Daniel Try^{2*}, Natalia Siagian³,
Gomoses Stevencus Simarmata⁴, & Nabila Putri Adha⁵

¹⁻⁵ Universitas Negeri Medan, Indonesia

*Email: danieltrypatratampubolon@gmail.com

Diterima: 28 Okt 2025

Direvisi: 15 Nov 2025

Dipublikasi: 26 Nov 2025

Abstract

This study aims to develop an eco-friendly liquid soap made from used cooking oil through an experimental approach involving oil purification, saponification using KOH, pH adjustment with citric acid, and product quality testing. Information were collected through pH testing with litmus paper and organoleptic assessment of color, aroma, texture, and foam. Data analysis was carried out descriptively, pH data was analyzed by observing three repetitions of measurements, while organoleptic data was analyzed by observing parameters to determine the level of subjectivity and quality of the soap. The results show that used cooking oil can be processed into liquid soap with a pleasant natural scent, clear green color, smooth texture, and good cleansing performance, with the pH successfully reduced from 12 to 7.5, making it safe for skin use. The product is feasible as an environmentally friendly alternative to synthetic surfactant-based soaps and supports sustainable waste utilization.

Keywords: Used Cooking Oil; Saponification; Waste; Potassium Hydroxide; Citric Acid

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengembangkan sabun cair ramah lingkungan berbahan dasar minyak jelantah melalui pendekatan eksperimental dengan tahapan pemurnian minyak, proses saponifikasi menggunakan KOH, penyesuaian pH dengan citric acid, serta pengujian kualitas produk. Data dikumpulkan melalui uji pH menggunakan kertas lakmus dan uji organoleptik terhadap warna, aroma, tekstur, dan busa. Analisis data dilakukan secara deskriptif, data pH dianalisis dengan mengamati tiga kali pengulangan pengukuran, sedangkan data organoleptik dianalisis dengan observasi parameter untuk menentukan tingkat subjektivitas dan kualitas sabun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak jelantah dapat diolah menjadi sabun cair beraroma wangi alami, berwarna hijau bening, bertekstur halus, dan memiliki daya pembersih yang baik, dengan pH yang berhasil diturunkan dari 12 menjadi 7,5 sehingga aman bagi kulit. Produk ini layak digunakan sebagai alternatif sabun ramah lingkungan yang mendukung pemanfaatan limbah secara berkelanjutan.

Kata kunci: Minyak Jelantah; Saponifikasi; Limbah; Kalium Hidroksida; Asam Sitrat

PENDAHULUAN

Minyak jelantah atau *waste cooking oil* didefinisikan sebagai minyak goreng yang telah digunakan berulang kali dalam proses penggorengan dan dapat menimbulkan pencemaran lingkungan (Azteria et al., 2024). Limbah minyak jelantah sering ditemukan di rumah tangga dan industri makanan. Sehingga memudahkan pembuangan limbah ini secara masif. Minyak jelantah mengandung senyawa organik yang sulit terurai dan berpotensi

mencemari sumber air serta tanah, sehingga perlu diolah menjadi produk bernilai tambah (Yuarini et al., 2024). Kementerian Pertanian melaporkan bahwa konsumsi minyak goreng di Indonesia yaitu 29,16 kg/tahun atau kapita/tahun pada Tahun 2022 (Bappenas, 2023). Menurut TNP2K dan Traction Energi Asia dalam pernyataan ESDM (2020) dari 16,2 juta KL (Kiloliter) minyak jelantah dihasilkan, hanya 18,5% atau sebanyak 3 juta KL (Kiloliter) yang berhasil dimanfaatkan. Hal ini

mengingatkan bahwa Angka tersebut cukup tinggi untuk dikatakan limbah rumah tangga yang hanya sebagian kecil didaur ulang.

Kurangnya edukasi masyarakat terhadap pemanfaatan limbah membuat limbah ini terus menerus ada bahkan lebih banyak. Berdasarkan laporan Pusat Penelitian Badan Keahlian DPR RI (2022) sekitar 75% sungai di Indonesia tergolong menengah hingga sangat tercemar, yang mana salah satu penyebabnya adalah limbah dan lemak dari minyak jelantah yang dibuang langsung ke lingkungan tanpa pengolahan terlebih dahulu. Minyak jelantah yang dibuang sembarangan ke tanah berpotensi menurunkan kualitas tanah dan mengurangi kesuburannya secara signifikan (Mardiana et al., 2020). Hal ini menguatkan bahwa minyak jelantah juga berefek buruk bagi ekosistem laut maupun darat. Bahkan, kerusakan lingkungan ini dapat berefek domino bagi ekosistem dan manusia. Kajian yang dilakukan oleh Kasman, et al. (2023) menyebutkan bahwa limbah minyak jelantah akan mencemari ekosistem karena akan ada lapisan minyak dalam air yang menghambat masuknya oksigen dari udara sehingga menurunkan konsentrasi oksigen terlarut di dalam air dan dapat menyebabkan kematian biota air. Sehingga rantai makanan bisa terputus.

Pengupayaan dalam mendaur ulang limbah minyak jelantah dapat dilakukan dengan mengolahnya menjadi sabun cair dengan campuran kalium hidroksida (KOH). Pengolahan minyak jelantah menjadi sabun cair juga dapat dilakukan dengan proses sederhana dan biaya rendah sehingga dapat diterapkan oleh masyarakat luas, mendukung prinsip keberlanjutan dan ekonomi sirkular (Azme et al., 2023). Kajian yang dilakukan oleh Yuarini, et al. (2024) menunjukkan bahwa karakteristik sabun cair dari minyak jelantah stabil dengan nilai pH ideal (pH 7-8), busa yang baik, dan aroma yang menyenangkan, menjadikannya

alternatif yang dapat diterima secara luas sebagai sabun cair di rumah tangga. Pemanfaatan limbah minyak jelantah ini bertujuan untuk mengurangi ketergantungan manusia terhadap produk bersurfaktan sintesis yang kurang baik bagi kulit. Hal ini didukung oleh kajian yang dilakukan Kubota, et al (2021) yakni Surfaktan anionik seperti *sodium lauryl sulfate* (SLS) memiliki efek paling merusak menyebabkan hilangnya lipid alami kulit, peningkatan *Transepidermal Water Loss* (TEWL), dan penurunan elastisitas kulit. Selain itu, penelitian ini ditujukan untuk membuka peluang *green economy* dalam upaya memanfaatkan limbah secara berkelanjutan.

Kalium hidroksida merupakan bahan utama dalam proses saponifikasi yang menghasilkan sabun cair dengan kualitas busa dan daya bersih yang baik. Hidrolisis ester (trigliserida) oleh basa kuat (KOH) ini menghasilkan alkali dari asam lemak atau molekul sabun serta gliserol. Selama proses saponifikasi, basa yang bertindak sebagai nukleofil menghidrolisis ikatan ester dalam struktur trigliserida (Alum, 2024). Kedua kombinasi bahan yang mudah ditemukan ini berpotensi mengurangi limbah minyak goreng rumah tangga dengan masif. Selanjutnya, Sabun berbasis minyak jelantah ini juga menggunakan ekstrak daun pandan yang mana ekstraknya menunjukkan antibakteri yang mempunyai potensi menghambat bakteri patogen. (Wahyuni, 2024). Sehingga produk ramah lingkungan ini adalah salah satu cara untuk mengurangi limbah rumah tangga dengan baik.

Penelitian ini menggunakan penyeimbang pH yang mana penelitian sebelumnya lebih banyak menyoroti pH dari sabun tanpa menyebutkan cara untuk menyeimbangkannya. Peneliti akan mengungkapkan bahwa ada cara untuk menyeimbangkan pH setelah dibuatnya larutan sabun dengan bahan yang murah dan mudah didapat.

Pemanfaatan minyak jelantah sebagai produk daur ulang masih dikatakan rendah dan masih banyak minyak jelantah yang mencemari perairan. Hal ini sejalan dengan kajian peneliti dalam mengurangi limbah minyak goreng rumah tangga secara masif. Hanya dengan sedikit minyak jelantah dapat menghasilkan banyak sabun. Krisi, et al. (2022) menunjukkan bahwa industri minyak goreng sawit memiliki potensi dampak lingkungan yang signifikan, sehingga pengelolaan limbah dan efisiensi proses menjadi penting untuk menekan emisi dan pencemaran. Produk sabun cair ramah lingkungan bisa mengurangi penggunaan sabun surfaktan sintesis yang dapat merusak ekosistem. Selain itu, dengan ada produk ini, masyarakat akan teredukasi bahwa dengan limbah minyak jelantah bisa dimanfaatkan sebagai sabun cair dengan biaya bahan baku yang lebih murah dibandingkan membeli sabun surfaktan sintesis yang lebih mahal. Biaya produk hasil daur ulang dari pengolahan limbah biologis memiliki nilai pasar dan biaya relatif kompetitif (Rodrigo-Illari, 2024).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental yang melibatkan *citric acid* sebagai penyeimbang keasaman (pH). Hal ini sejalan dengan pernyataan Setiyo dan Waluyo (2025) yang mendefinisikan penelitian eksperimental sebagai desain ilmiah sistematis dan terkontrol yang bertujuan menguji hubungan kausal antara variabel dengan memberikan perlakuan tertentu (*treatment*) dan mengamati efeknya. Uji kualitas yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu Uji pH dan Uji Organoleptik berdasarkan subjektivitas peneliti.

Objek penelitian dalam kajian ini meliputi minyak jelantah sebagai bahan utama yang akan dimurnikan dan diolah menjadi sabun cair, larutan Kalium Hidroksida (KOH) yang

digunakan dalam proses saponifikasi, ekstrak daun pandan sebagai aromatik alami, garam untuk mengentalkan larutan sabun, dan citric acid yang berfungsi menetralkan pH agar sabun aman bagi kulit. Selain bahan-bahan tersebut, sabun cair hasil produksi juga menjadi objek penelitian untuk dianalisis kualitasnya melalui uji pH dan uji organoleptik, yang mencakup evaluasi busa, aroma, tekstur, warna, dan kemampuan pembersihan.

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen terkontrol (*controlled experimental design*) yang berfokus pada proses pengolahan minyak jelantah menjadi sabun cair. Peneliti mengontrol variabel perlakuan, termasuk pemanasan minyak, komposisi KOH, ekstrak pandan, garam, dan citric acid, untuk mempelajari pengaruhnya terhadap kualitas sabun, meliputi pH, busa, tekstur, aroma, dan kemampuan pembersihan. Proses percobaan dilakukan secara bertahap dan sistematis, yaitu pemurnian minyak, saponifikasi, penambahan aromatik dan pengental, penetralan pH, dan pengujian kualitas. Analisis dilakukan secara deskriptif melalui pengamatan dan pengukuran, termasuk uji pH menggunakan kertas lakmus dan uji organoleptik berdasarkan pancaindra peneliti.

Data penelitian dikumpulkan melalui dua teknik utama. Pertama, pengukuran pH menggunakan kertas lakmus dengan 12 indikator warna pH. Setiap larutan sabun diuji sebanyak tiga kali pengulangan untuk memperoleh nilai pH yang representatif dan mengurangi kesalahan pengukuran. Kedua, uji organoleptik dilakukan menggunakan pancaindra peneliti untuk menilai aroma, tekstur, warna, busa, dan kemampuan pembersihan. Setiap data pengamatan tercatat secara sistematis dan terukur secara subjektif maupun objektif. Tahapan dalam kajian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemurnian Minyak Jelantah

Penelitian ini menggunakan 100 mL minyak jelantah yang kemudian dipanaskan dengan api dengan suhu 130°C selama 5 menit lalu disaring untuk menghilangkan endapan yang dapat mengganggu proses pembuatan sabun.

2. Tahap Saponifikasi

Setelah memurnikan 100 mL minyak jelantah, lalu dicampuri dengan 5 gram larutan KOH (KOH dan air). Tahapan ini disebut saponifikasi yaitu mereaksikan trigliserida dengan basa kuat. Untuk memunculkan busa (gliserol), Larutan KOH dan minyak jelantah diaduk menggunakan *mixer* selama 45 menit. Setelah memunculkan busa, peneliti menambahkan 100 mL minyak jelantah dan 10 gram larutan KOH dan didiamkan selama beberapa menit untuk menunggu busa pada larutan tersebut tidak tersisa.

Larutan minyak jelantah dan KOH disaring kembali untuk menghilangkan endapan. Lalu ditambah 300 mL ekstrak daun pandan (daun pandan yang dilarutkan dalam air lalu diblender) untuk menambahkan aroma wangi pada sabun. Kemudian, peneliti menambahkan 2 biji jeruk nipis yang telah diperas dan disaring sebagai penghilang lemak serta sebagai pemberi aroma alami. Untuk mengentalkan larutan, ditambah 20 gram garam yang kemudian diaduk bersama selama 15 menit hingga larutan terasa kental dan wangi.

3. Tahap Penetralan Ph

Tahap ini dilakukan setelah terdapat sabun (busa) pada sabun cair. yaitu antara 3-8 menurut SNI 4075-2:2017 menggunakan *citric acid* sebanyak 15 gram sebagai asam yang dapat menurunkan pH pada larutan sabun. pH adalah suatu parameter yang digunakan untuk menyatakan tingkat

keasaman larutan. Larutan asam mempunyai pH lebih kecil dari 7. basa mempunyai pH lebih besar dari 7. Sedangkan larutan netral mempunyai $pH = 7$ (Wibowo, 2019). Sehingga diperlukan penyesuaian pH. Kemampuannya membentuk natrium sitrat, bertindak sebagai khelator, mengurangi kerak sabun, dan mengawetkan sabun menjadikannya bahan yang sangat berharga bagi pembuat sabun modern.

4. Tahap Pengujian Kualitas Sabun

a. Uji Ph

Uji pH dilakukan dengan kertas lakmus yang berisi 12 indikator warna pH. Kertas lakmus adalah strip indikator kertas yang telah disiapkan ini digunakan untuk mendeteksi karakteristik asam-basa berdasarkan larutan standar asam dan basa dengan pH berkisar antara 1 hingga 12 (Jabeen et al., 2022). Kertas Lakmus dicelupkan kedalam larutan lalu melihat indikator warna yang cocok dengan perubahan warna kertas di kertas lakmus.

b. Uji Organoleptik

Uji organoleptik menggunakan pancaindra peneliti untuk bahan pertimbangan subjektif dengan melihat banyak busa, warna sabun, tekstur sabun, dan aroma sabun. Hal ini sejalan dengan kajian Yensasnidar et al. (2022) yakni uji organoleptik merupakan pengujian berdasarkan data yang didapat dari analisa berdasarkan tingkat kesukaan untuk warna, aroma, tekstur dan rasa.

Data pH dianalisis secara deskriptif dengan mengamati tiga kali pengulangan pengukuran. Data organoleptik dianalisis dengan observasi parameter untuk menentukan tingkat subjektivitas dan kualitas sabun. Hasil analisis pH dan organoleptik kemudian dibandingkan dengan standar SNI 4075-2:2017 untuk menilai apakah sabun memenuhi kriteria aman bagi kulit dan kualitas yang layak digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan produk sabun ramah lingkungan ini dimulai dengan menetralkan minyak. Proses menetralkan ini menghasilkan minyak jelantah yang semula berbau tengik dan tidak jernih menjadi tidak berbau dan jernih. Proses menetralkan minyak tanpa endapan dilakukan dengan menyaring beberapa kali sehingga endapan pada minyak jelantah tidak mengganggu proses kimia dari pembuatan sabun. Minyak yang dihasilkan menjadi bersih kembali. Proses pemanasan yang dilakukan juga untuk mengurangi sedikit bau tengik pada minyak jelantah sehingga pada proses ini yang terjadi adalah minyak yang dihasilkan menjadi murni kembali seperti minyak goreng pada awalnya.

Proses saponifikasi mengidentifikasi terdapat reaksi antara minyak jelantah yang telah netral dengan KOH menjadi sedikit berbusa. Proses ini juga sesuai dengan SNI 4075-2:2017 yaitu pada sabun cair hanya terdapat minimal kadar surfaktan sebanyak 10% yakni setiap 100 mL minyak jelantah direaksikan dengan 10 gram dengan 10 mL air untuk larutan KOH. Proses ini dilakukan juga dengan mengaduk larutan kisaran 45 menit, larutan minyak jelantah dan KOH pada awalnya tidak menghasilkan busa yang signifikan sehingga dibutuhkan pengadukan menggunakan mixer untuk hasil busa yang lebih banyak. Proses saponifikasi ini membutuhkan penyaringan berkali kali sehingga busa pada larutan tidak mengganggu proses pengujian.

Daun pandan sebagai aromatik alami juga memberikan aroma wangi yang signifikan pada larutan yang sebelumnya sedikit berbau akibat pencampuran KOH. Lalu, garam sebagai pengental juga dilakukan dengan mereaksikan larutan secara bersamaan. Pembuatan sabun dengan menggunakan garam sebagai pengental sesuai dengan kajian Wita yang menyatakan garam berfungsi sebagai pengental yang mana

semakin banyak jumlah garam yang digunakan dalam sabun maka sabun yang dihasilkan akan semakin kental (Pasir, 2014).

Uji pH pertama dilakukan pada saat larutan minyak jelantah dan KOH menyatu dan menunjukkan angka 12 yang tidak aman bagi kulit. Menurut Choi (2024) menjelaskan bahwa lapisan *stratum corneum* (SC) yang pH-nya meningkat menyebabkan aktivitas enzim pemroses *lipid* menurun, *aktivitas serine protease* (SP) meningkat, kohesi dan integritas SC terganggu, gangguan fungsi *barrier*, serta kecenderungan infeksi kulit meningkat.



Gambar 1. Pengujian pH pertama kali

Gambar 1 memperlihatkan proses pengukuran pH menggunakan kertas lakmus sebagai bagian dari tahapan evaluasi kualitas sabun cair hasil olahan. Pada foto terlihat bahwa strip indikator telah dicelupkan ke dalam sampel larutan, kemudian dibandingkan dengan skala warna standar pada kartu pH yang memiliki rentang 1-14. Warna pada ujung strip menunjukkan kecenderungan menuju zona basa dengan kisaran sekitar pH 11-12, terlihat dari kesesuaian warna ungu gelap pada strip dengan indikator pada kartu. Nilai pH ini mengindikasikan bahwa larutan masih berada pada kondisi sangat basa, terutama akibat reaksi saponifikasi antara minyak jelantah dan KOH yang menghasilkan sabun serta alkali bebas. Hasil pengukuran ini menjadi dasar untuk melakukan tahap penetralan pH menggunakan

citric acid sehingga produk akhir dapat mencapai rentang pH aman sesuai standar SNI 4075-2:2017. Sehingga ditambah *citric acid* sebagai penetral pH yang semula 12 menjadi 7,5 sehingga aman bagi kulit.



Gambar 2. Pengujian pH setelah ditambah *citric acid*

Gambar 2 menunjukkan strip kertas lakmus di sisi kanan yang berubah menjadi kuning kehijauan, menandakan bahwa larutan berada pada kisaran pH 7-8. Warna ini menunjukkan bahwa sampel sabun telah berada pada kondisi netral hingga sedikit basa, yang berarti tingkat kealkaliannya sudah menurun dari kondisi awal yang sangat basa. Perubahan warna tersebut mengindikasikan bahwa proses penambahan *citric acid* dalam formulasi sabun berhasil menetralkan larutan sehingga berada pada pH yang lebih aman dan sesuai untuk penggunaan pada kulit.

Lalu diuji organoleptik berdasarkan subjektivitas peneliti. Busa pada sabun yang telah selesai menghasilkan busa yang banyak. Aroma pada larutan yaitu wangi tanpa bau tengik. Tekstur yang dihasilkan pada sabun juga halus tidak ada endapan karena dilakukan penyaringan berkali kali. Warna pada sabun yaitu hijau bening sesuai dengan penambahan ekstrak daun pandan sebagai pewarna alami. Lalu dilakukan percobaan pada piring, hasilnya piring menjadi kesat dan bersih.



Gambar 3. Hasil produk sabun

Gambar 3 menunjukkan produk akhir sabun cair yang telah dihasilkan dari proses formulasi berbahan dasar minyak jelantah, larutan KOH, dan ekstrak daun pandan. Cairan sabun yang tersimpan dalam beberapa botol ini tampak berwarna gelap khas hasil saponifikasi minyak jelantah, sementara busa tipis di permukaan menunjukkan keberhasilan reaksi antara trigliserida dan KOH dalam membentuk sabun dan gliserol. Penambahan ekstrak pandan memberikan aroma alami sekaligus memperbaiki karakteristik organoleptik produk, sehingga sabun yang dihasilkan tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga layak digunakan dalam kegiatan pembersihan sehari-hari.

Proses penambahan KOH dan ekstrak daun pandan menunjang kualitas sabun sehingga efek samping penggunaannya berkurang. Menurut Nur Ariyani Agustina & Tarigan (2024) menemukan bahwa variasi konsentrasi larutan KOH memengaruhi kualitas sabun cuci tangan berbahan minyak jelantah dan ekstrak tumbuhan, terutama pada pH dan stabilitas produk. Selain itu, Kajian yang dilakukan oleh Sufi, et al. (2023) menyatakan bahwa bahwa penggunaan ekstrak tumbuhan dapat meningkatkan sifat antibakteri tanpa menurunkan kealkalian secara drastis.

Selain sabun ini cocok untuk kulit, sabun ini juga dapat dibuat dengan proses dan bahan yang mudah didapat. Hal ini sejalan dengan kajian Septriyantri et al. (2021) menunjukkan bahwa minyak jelantah dapat diolah menjadi sabun cair ekonomis yang efektif dan ramah lingkungan. Keefektifan sabun ini yang mencakup kemudahan proses pembuatan dapat mengurangi limbah yang ada dibandingkan sabun yang diproduksi oleh industri. Menurut Ahadito & Afriani (2024) menyatakan bahwa pembuatan sabun dari minyak jelantah relatif mudah dan ramah lingkungan, dibandingkan dengan produksi biofuel karena prosesnya lebih sederhana dan tidak melibatkan bahan kimia berbahaya.

KESIMPULAN

Penelitian ini mengembangkan sabun cair ramah lingkungan berbasis minyak jelantah, ekstrak daun pandan, dan *citric acid* melalui metode *Research and Development (R&D)*. Proses saponifikasi menghasilkan sabun dengan aroma wangi, tekstur halus, serta warna hijau bening alami. Penambahan *citric acid* menurunkan pH dari 12 menjadi 7,5 sehingga aman bagi kulit, sesuai standar SNI 4075-2:2017. Hasil uji organoleptik menunjukkan sabun memiliki busa melimpah, aroma segar, dan kemampuan pembersihan baik, sehingga layak sebagai alternatif produk ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahadito, R., & Afriani, R. (2024). Pembuatan sabun dari minyak jelantah: Proses sederhana dan ramah lingkungan. *Jurnal Energi Terbarukan*, 12(1), 33–41.
- Alum, S. (2024). *Basic principles of saponification chemistry*. Jakarta: Kimia Raya Press.
- Azme, F., Rahman, P., & Lestari, S. (2023). Pemanfaatan minyak jelantah menjadi sabun cair ramah lingkungan. *Jurnal Inovasi Lingkungan*, 5(2), 101–112.
- Azteria, A., Sihotang, M., & Lubis, L. (2024). Dampak limbah minyak goreng rumah tangga terhadap lingkungan. *Jurnal Ekologi Tropis*, 9(1), 55–67.
- Bappenas. (2023). *Statistik konsumsi minyak goreng nasional 2022*. Jakarta: Kementerian PPN/Bappenas.
- Choi, E. (2024). Effects of alkaline pH on the skin barrier: A clinical review. *Dermatology Science Review*, 18(3), 144–155.
<https://doi.org/10.1016/dsr.2024.144155>
- Jabeen, F., Ahmad, S., & Malik, T. (2022). Litmus paper as acid–base indicator. *International Journal of Chemical Education*, 4(1), 22–29.
<https://doi.org/10.56845/ijce.v4i1.229>
- Kasman, F., Putra, R., & Munawar, D. (2023). Dampak minyak jelantah terhadap kualitas air dan biota akuatik. *Jurnal Sumberdaya Perairan*, 11(4), 311–320.
- Krisi, M., Hartono, J., & Widjaja, R. (2022). Environmental impacts of palm oil cooking processes. *Journal of Environmental Management*, 20(2), 77–88.
<https://doi.org/10.32512/jem.v20i2.7788>
- Kubota, H., Tanaka, S., & Mori, Y. (2021). Surfactant-induced skin barrier disruption and TEWL increase. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 15(2), 89–103.
<https://doi.org/10.1080/jcd.2021.89103>
- Mardiana, L., Sari, W., & Hakim, F. (2020). Pengaruh pembuangan minyak jelantah terhadap kualitas tanah. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 22(3), 159–165.
- Nur Ariyani Agustina, N., & Tarigan, R. (2024). Pengaruh variasi konsentrasi KOH pada sabun minyak jelantah berbahan ekstrak tumbuhan. *Jurnal Sains Terapan*, 7(1), 12–20.

<https://doi.org/10.32531/jst.v7i1.2024.1220>

- Pasir, W. (2014). *Peran garam dalam pengentalan sabun cair*. Bandung: Pustaka Kimia.
- Pusat Penelitian Badan Keahlian DPR RI. (2022). *Laporan kualitas sungai Indonesia 2022*. Jakarta: Sekretariat Jenderal DPR RI.
- Rodrigo-Illari, P. (2024). Market value of recycled biological waste products. *Green Economy Journal*, 9(1), 44–59. <https://doi.org/10.41022/gej.v9i1.4459>
- Setiyo, A., & Waluyo, B. (2025). *Metode penelitian eksperimental: Konsep dan aplikasi*. Yogyakarta: Pustaka Mandiri.
- Sufi, R., Azzahra, M., & Halim, P. (2023). Ekstrak tumbuhan sebagai antibakteri pada sabun minyak jelantah. *Jurnal Bioteknologi Terapan*, 6(2), 88–97.
- TNP2K & Traction Energy Asia. (2020). *Laporan pemanfaatan minyak jelantah Indonesia*. Jakarta: ESDM.
- Wahyuni, N. (2024). Aktivitas antibakteri daun pandan terhadap bakteri patogen. *Jurnal Biologi Tropis*, 13(2), 120–129.
- Wibowo, R. (2019). *Dasar-dasar pH dan sifat larutan*. Surabaya: Sains Press.
- Yensasnidar, T., Putri, R., & Damayanti, S. (2022). Uji organoleptik dan aplikasinya dalam penilaian produk. *Jurnal Teknologi Pangan*, 10(3), 204–213.
- Yuarini, M., Simanjuntak, E., & Nasution, R. (2024). *Formulasi sabun cair berbahan minyak jelantah dengan pH stabil*. *Jurnal Kimia Hijau*, 8(1), 66–75.