

Pemberdayaan Masyarakat melalui Program CSR: Konversi Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel Skala Komunitas di Kelurahan Kalibaru, Jakarta Utara

Sara Pebrina¹; Isfan Fajar Sukarno²; Hanifah³; Yuyus Yudistria⁴

**Corresponding Author*

^{1,2}PLN Indonesia Power UBP Priok ³Program Studi Akuntansi, Fakultas Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi, Universitas Ekuitas Indonesia, Indonesia ⁴Program Studi Manajemen

Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Esa Unggul, Indonesia

pebrinasara@gmail.com¹ isfan.fajar.sukarno@gmail.com² hanifah@ekuitas.ac.id³
yuyus.yudistria@esaunggul.ac.id⁴

Abstract

Used cooking oil from households and food businesses in Kalibaru Village, North Jakarta, is still partly discarded into drains or household waste. An initial assessment of the Pesona Betawi group showed that the participants' mean knowledge score was only 45 out of 100, none had ever converted used cooking oil into biodiesel, and no feedstock collection system existed. This community service program, supported by the CSR program of PT PLN Indonesia Power UBP Priok, aimed to improve the partners' knowledge and skills in converting used cooking oil into biodiesel through transesterification. The program was conducted from 1 to 10 February 2026 using a participatory approach consisting of a needs assessment, education, demonstration and hands-on conversion using a semi-pilot biodiesel reactor, mentoring, and evaluation through pre- and post-tests, observation, and production records. The mean knowledge score increased from 45 to 90 (N-gain of 0.82; high category). One batch formulated with 75 liters of used cooking oil, 15 liters of methanol, and 450 grams of NaOH produced 60 liters of biodiesel (volumetric yield of 80%) at a production cost of IDR 513,500 per batch (IDR 8,558 per liter) and a projected revenue of IDR 690,000. The 15 liters of crude glycerol residue were processed into 30 liters of liquid cleaning soap, so the process generated no new waste. The biodiesel remains a demonstration product because it has not been tested against the Indonesian National Standard SNI 7182:2015; therefore, program sustainability requires laboratory quality testing, continued mentoring, and a stronger collection system.

Keywords: *biodiesel, circular economy, community empowerment, corporate social responsibility, used cooking oil.*

Abstrak

Minyak jelantah dari rumah tangga dan usaha kuliner di Kelurahan Kalibaru, Jakarta Utara, sebagian masih dibuang ke saluran air atau tempat sampah. Asesmen awal pada Kelompok Pesona Betawi menunjukkan bahwa rata-rata skor pengetahuan peserta hanya 45 dari 100, peserta belum pernah mengolah minyak jelantah menjadi biodiesel, dan belum terdapat sistem pengumpulan bahan baku. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui program CSR PT PLN Indonesia Power UBP Priok ini bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mitra dalam mengonversi minyak jelantah menjadi biodiesel melalui reaksi transesterifikasi. Kegiatan dilaksanakan pada 1–10 Februari 2026 dengan pendekatan partisipatif yang meliputi asesmen kebutuhan, edukasi, demonstrasi dan praktik konversi menggunakan unit reaktor biodiesel skala semi-pilot, pendampingan, serta evaluasi melalui pre-test/post-test, observasi, dan pencatatan produksi. Rata-rata skor pengetahuan meningkat dari 45 menjadi 90 (N-gain 0,82; kategori tinggi). Satu batch produksi dengan formulasi 75 liter minyak jelantah, 15 liter metanol, dan 450 gram NaOH menghasilkan 60 liter biodiesel (rendemen volumetrik 80%) dengan biaya produksi Rp513.500 per batch (Rp8.558 per liter) dan proyeksi pendapatan

Rp690.000. Residu gliserol kasar sebanyak 15 liter diolah menjadi 30 liter sabun pembersih cair sehingga proses tidak menghasilkan limbah baru. Biodiesel yang dihasilkan masih berstatus produk demonstrasi karena belum diuji terhadap SNI 7182:2015, sehingga keberlanjutan program memerlukan uji mutu laboratorium, pendampingan lanjutan, dan penguatan sistem pengumpulan.

Kata kunci : biodiesel, ekonomi sirkular, pemberdayaan masyarakat, CSR, minyak jelantah.

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu konsumen minyak goreng terbesar di dunia, sehingga volume minyak jelantah yang dihasilkan rumah tangga dan usaha kuliner juga besar. Febijanto et al. (2023) dan Rahman et al. (2025) menunjukkan bahwa minyak jelantah di Indonesia berpotensi besar menjadi bahan baku biodiesel yang berkelanjutan, tetapi sebagian besar belum terkumpul secara resmi. Minyak jelantah tersebut masih dibuang ke lingkungan atau dijual kembali untuk dipakai memasak. Rahman et al. (2025) juga menegaskan bahwa pemanfaatannya memerlukan penguatan sistem pengumpulan, teknologi pengolahan, dan kesadaran masyarakat.

Pembuangan minyak jelantah secara tidak terkendali dapat menyumbat saluran pembuangan serta mencemari tanah dan badan air (Hosseinzadeh-Bandbafha et al., 2022). Selain itu, penggunaan minyak goreng secara berulang menurunkan kualitas minyak dan berisiko bagi kesehatan. Karena itu, minyak jelantah perlu dikelola dengan pendekatan ekonomi sirkular, yaitu sistem ekonomi yang mempertahankan nilai material selama mungkin melalui penggunaan kembali, daur ulang, dan pemulihan sumber daya (Kirchherr et al., 2017). Dalam kerangka ini dikenal istilah pemulihan sumber daya (*resource recovery*), yaitu upaya mengubah limbah menjadi bahan baku atau energi yang bernilai guna.

Salah satu bentuk pemulihan sumber daya yang paling banyak dikembangkan adalah konversi minyak jelantah menjadi biodiesel, yaitu bahan bakar berupa metil ester asam lemak yang dihasilkan melalui reaksi transesterifikasi antara minyak dan metanol dengan bantuan katalis (Leung et al., 2010). Minyak jelantah merupakan bahan baku yang relatif murah, meskipun kandungan asam lemak bebas dan air di dalamnya perlu dikendalikan melalui perlakuan awal (Kulkarni & Dalai, 2006; Lopresto et al., 2024). Minyak jelantah juga dapat diolah menjadi sabun dan produk lain (Kumar et al., 2025; Mannu et al., 2020). Namun, program ini memilih biodiesel karena mitra berada di wilayah pesisir yang banyak menggunakan mesin berbahan bakar diesel dan karena dukungan CSR memungkinkan penyediaan unit reaktor biodiesel skala komunitas.

Program *Corporate Social Responsibility* (CSR) memiliki posisi strategis dalam pemberdayaan tersebut. CSR mencakup tanggung jawab ekonomi, hukum, etika, dan filantropis perusahaan terhadap masyarakat (Carroll, 1991). Berbeda dengan model pemberdayaan yang hanya berupa pelatihan singkat, program CSR dalam kegiatan ini berkontribusi secara konkret melalui pendanaan, fasilitasi kegiatan, dan penyediaan unit reaktor biodiesel skala semi-pilot. Dukungan sarana tersebut penting karena konversi minyak jelantah menjadi biodiesel memerlukan peralatan dan bahan kimia yang sulit diadakan sendiri oleh kelompok masyarakat.

Kegiatan pengabdian sebelumnya menunjukkan bahwa pelatihan pengolahan minyak jelantah dapat meningkatkan pengetahuan peserta, misalnya sebesar 25% pada kegiatan di Kelurahan Pendrikan Kidul, Semarang (Hartini et al., 2025), serta memberikan manfaat bagi mayoritas peserta pada kegiatan transfer pengetahuan di Malaysia (Azme et al., 2023), serta dapat dipadukan dengan penguatan pemasaran digital (Rohmawati et al., 2025). Namun, sebagian besar kegiatan tersebut berfokus pada pembuatan sabun dan belum mengukur keterampilan konversi biodiesel, mutu produk, maupun keberlanjutan pengumpulan bahan baku. Kesenjangan inilah yang menjadi dasar program ini, yaitu mengembangkan pemberdayaan berbasis konversi biodiesel skala komunitas yang disertai pengukuran capaian secara kuantitatif.

Artikel ini bertujuan melaporkan pelaksanaan dan hasil program CSR konversi minyak jelantah menjadi biodiesel pada Kelompok Pesona Betawi di Kelurahan Kalibaru. Fokus capaian program adalah (1) peningkatan pengetahuan dan kesadaran mitra, (2) peningkatan keterampilan konversi

minyak jelantah menjadi biodiesel, dan (3) terbentuknya mekanisme pengumpulan bahan baku sebagai dasar keberlanjutan.

Permasalahan Mitra

Permasalahan mitra diidentifikasi melalui asesmen kebutuhan sebelum kegiatan dengan tiga teknik, yaitu (1) observasi lingkungan permukiman dan usaha kuliner di sekitar sekretariat kelompok, (2) wawancara dengan ketua dan pengurus Kelompok Pesona Betawi, serta (3) pre-test pengetahuan kepada peserta. Hasil identifikasi awal disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Identifikasi Awal (*Baseline*) Kondisi Mitra

Aspek	Indikator Awal	Hasil Identifikasi	Sumber Data
Karakteristik mitra	Unsur anggota kelompok	Ibu rumah tangga, kader PKK, pengelola lingkungan, dan pelaku usaha kuliner	Wawancara pengurus
Praktik pembuangan	Cara pembuangan minyak jelantah	Sebagian warga membuang minyak jelantah ke saluran rumah tangga dan tempat sampah	Observasi dan wawancara
Pengetahuan	Rata-rata skor pengetahuan awal (skala 0–100)	45	Pre-test
Keterampilan	Pengalaman mengolah minyak jelantah menjadi biodiesel	Belum pernah	Wawancara
Sistem pengumpulan	Keberadaan titik pengumpulan, pengelola, dan SOP	Belum ada	Observasi dan wawancara

Berdasarkan Tabel 1, program menetapkan tiga masalah prioritas. Pertama, rendahnya pengetahuan dan kesadaran mitra mengenai dampak pembuangan minyak jelantah, yang ditunjukkan oleh skor pengetahuan awal rata-rata 45 dan masih adanya praktik pembuangan langsung. Kedua, mitra belum memiliki keterampilan mengonversi minyak jelantah menjadi biodiesel. Ketiga, belum ada mekanisme pengumpulan bahan baku, pengelola, maupun SOP, sehingga minyak jelantah yang dihasilkan anggota tidak terhimpun.

Dampak yang ditemukan langsung pada mitra adalah minyak jelantah dibuang ke saluran rumah tangga dan tempat sampah. Adapun dampak berupa pencemaran tanah dan badan air merupakan potensi dampak yang didukung literatur (Hosseinzadeh-Bandbafha et al., 2022). Aspek ekonomi, seperti analisis biaya produksi biodiesel, dan penguatan kelembagaan ditempatkan sebagai masalah pendukung, karena mitra belum pernah memproduksi biodiesel sehingga belum memiliki data biaya maupun pengelola kegiatan.

Solusi yang Ditawarkan

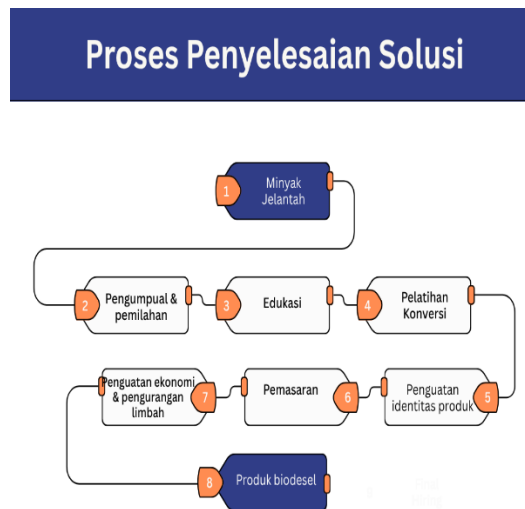
Program ini menjawab setiap masalah prioritas melalui intervensi yang spesifik dan terukur, dengan pola "masalah X diselesaikan melalui intervensi Y dengan target Z dan indikator keberhasilan A". Keterkaitan tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Keterkaitan Masalah, Penyebab, Intervensi, Target, dan Indikator

Masalah Prioritas	Penyebab	Intervensi	Target	Indikator Keberhasilan
Pengetahuan dan kesadaran rendah	Belum pernah memperoleh edukasi tentang dampak dan potensi minyak jelantah	Edukasi interaktif tentang dampak lingkungan, risiko pemakaian berulang, dan biodiesel	Skor post-test rata-rata ≥ 75 dan kenaikan ≥ 20 poin	Skor pre-test/post-test; N-gain

Masalah Prioritas	Penyebab	Intervensi	Target	Indikator Keberhasilan
Belum terampil konversi biodiesel	Belum ada pelatihan, peralatan, dan prosedur	Demonstrasi dan praktik transesterifikasi menggunakan reaktor biodiesel skala semi-pilot	Minimal 1 batch biodiesel berhasil diproduksi oleh peserta	Keberhasilan setiap tahapan; volume dan rendemen biodiesel
Belum ada mekanisme pengumpulan	Minyak jelantah dikelola sendiri-sendiri; tidak ada pengelola	Penyusunan SOP pengumpulan dan produksi serta perencanaan titik pengumpulan dan pengelola	SOP tersusun; rencana pengelolaan disepakati	Dokumen SOP; kesepakatan tindak lanjut
Belum ada data biaya (pendukung)	Belum pernah memproduksi biodiesel	Pendampingan perhitungan biaya produksi per liter	Perhitungan biaya per liter tersusun	Lembar perhitungan biaya

Tahapan penyelesaian solusi digambarkan pada Gambar 1, mulai dari pengumpulan dan pemilahan minyak jelantah, edukasi, pelatihan konversi, penguatan identitas produk, hingga dihasilkannya produk biodiesel.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Program Pengabdian

Keberlanjutan program tidak hanya dinyatakan sebagai harapan, tetapi dirancang melalui mekanisme konkret, yaitu penyusunan SOP pengumpulan dan produksi, perencanaan titik pengumpulan dan pengelola kegiatan, pencatatan volume minyak jelantah, serta pemantauan pascaprogram oleh tim PkM bersama pihak CSR. Titik pengumpulan berbasis komunitas dapat memperkuat rantai pasok balik dan partisipasi warga (Dos Santos Ferreira et al., 2018), sedangkan kebijakan pengumpulan yang konsisten penting bagi peningkatan tingkat daur ulang minyak jelantah (Tsai, 2019).

Target Luaran

Target luaran dibedakan menjadi output (hasil langsung kegiatan), outcome (perubahan pada peserta yang diukur di akhir kegiatan), dan dampak (perubahan jangka menengah yang dipantau setelah program). Setiap target dilengkapi baseline, instrumen, dan waktu pengukuran sebagaimana disajikan pada Tabel 3. Luaran akademik program berupa artikel ilmiah ini.

Tabel 3. Target Luaran, Baseline, Instrumen, dan Waktu Pengukuran

Jenis	Indikator	Baseline	Target	Instrumen	Waktu Ukur
Output	Biodiesel hasil praktik	0 liter	1 batch semi-pilot (75 liter bahan baku)	Catatan produksi	Hari ke-4 s.d. ke-7
Output	Pemanfaatan residu proses	Belum ada	Residu tidak dibuang sebagai limbah	Catatan produksi	Hari ke-8
Output	SOP pengumpulan dan produksi	Belum ada	1 dokumen SOP	Dokumen SOP	Hari ke-9
Outcome	Skor pengetahuan	45	≥ 75; kenaikan ≥ 20 poin	Pre-test/post-test	Hari ke-2 dan ke-9
Outcome	Keterampilan konversi	Belum pernah	Seluruh tahapan berhasil dijalankan peserta	Observasi fasilitator	Hari ke-4 s.d. ke-7
Dampak	Volume minyak jelantah terkumpul	Belum ada pengumpulan	Pengumpulan rutin	Catatan pengumpulan	Pascaprogram
Dampak	Perubahan praktik pembuangan minyak jelantah	Masih dibuang langsung	Berkurang	Kuesioner tindak lanjut	Pascaprogram

Dampak lingkungan dan ekonomi jangka menengah tidak diklaim sebagai hasil program, tetapi ditetapkan sebagai indikator yang dipantau setelah kegiatan berakhir.

2. Metode

Lokasi dan Waktu Pelaksanaan

Kegiatan dilaksanakan di Kelurahan Kalibaru, Kecamatan Cilincing, Jakarta Utara, DKI Jakarta, selama 10 hari pada 1–10 Februari 2026. Pembagian waktu setiap tahapan disajikan pada Tabel 5.

Kelurahan Kalibaru dipilih berdasarkan hasil asesmen kebutuhan (Tabel 1), yaitu masih adanya praktik pembuangan minyak jelantah secara langsung dan belum adanya sistem pengumpulan. Selain itu, sebagai wilayah pesisir, Kalibaru memiliki banyak pengguna mesin berbahan bakar diesel sehingga biodiesel relevan sebagai produk pemanfaatan.

Kegiatan didukung program CSR PT PLN Indonesia Power UBP Priok. Kontribusi CSR meliputi pendanaan, fasilitasi kegiatan, dan penyediaan unit reaktor biodiesel skala semi-pilot, sedangkan tim PkM bertanggung jawab atas perancangan materi, pelatihan, pendampingan, dan evaluasi. Kelompok Pesona Betawi berperan sebagai mitra pelaksana di lapangan.

Sasaran dan Partisipan Kegiatan

Mitra kegiatan adalah Kelompok Pesona Betawi, yaitu kelompok warga Kelurahan Kalibaru yang bergerak dalam kegiatan lingkungan dan ekonomi produktif. Peserta terdiri atas ibu rumah tangga, kader PKK, pengelola lingkungan, dan pelaku usaha kuliner. Kriteria pemilihan peserta adalah (1) menghasilkan atau dapat mengakses minyak jelantah secara rutin, (2) bersedia mengikuti seluruh rangkaian kegiatan, dan (3) bersedia terlibat dalam pengelolaan setelah program berakhir.

Peran peserta tidak terbatas sebagai penerima pelatihan. Peserta terlibat dalam seluruh rantai kegiatan, yaitu mengumpulkan dan membawa minyak jelantah dari rumah masing-masing, melakukan perlakuan awal dan proses konversi, mencatat hasil produksi, merumuskan SOP bersama, serta membentuk tim pengelola yang akan melanjutkan pengumpulan dan produksi setelah program berakhir.

Metode Pelaksanaan

Pelaksanaan kegiatan menggunakan pendekatan partisipatif yang terdiri atas lima tahap, yaitu (1) persiapan dan asesmen kebutuhan, (2) sosialisasi dan edukasi, (3) pelatihan dan praktik konversi biodiesel, (4) pendampingan, dan (5) evaluasi serta tindak lanjut. Kegiatan difasilitasi oleh tim PkM yang terdiri atas dosen dan teknisi. Rincian waktu, aktivitas, output, dan indikator setiap tahap disajikan pada Tabel 5.

Tahap Persiapan dan Identifikasi Kebutuhan

Tahap persiapan meliputi koordinasi dengan Kelurahan Kalibaru, pengurus Kelompok Pesona Betawi, dan pihak CSR untuk menetapkan peserta, jadwal, dan sarana. Asesmen kebutuhan dilakukan melalui observasi, wawancara pengurus, dan pre-test pengetahuan. Aspek yang diidentifikasi meliputi kebiasaan pembuangan minyak jelantah, pengalaman mengolah limbah, dan keberadaan sistem pengumpulan.

Hasil asesmen (Tabel 1) digunakan secara langsung untuk merancang intervensi. Rendahnya skor pengetahuan awal menjadi dasar materi edukasi, belum adanya pengalaman konversi menjadi dasar porsi praktik yang lebih besar, dan belum adanya sistem pengumpulan menjadi dasar penyusunan SOP serta pembentukan tim pengelola. Dengan demikian, alur program disusun sebagai baseline → intervensi → perubahan → evaluasi.

Tahap Sosialisasi dan Edukasi

Sosialisasi dan edukasi dilaksanakan pada hari ke-2 dan diikuti oleh seluruh peserta. Pre-test diberikan sebelum sesi dimulai. Media yang digunakan adalah presentasi, video singkat, dan sampel fisik minyak goreng baru, minyak jelantah, serta biodiesel.

Materi edukasi meliputi:

1. pengertian dan karakteristik minyak jelantah;
2. dampak pembuangan minyak jelantah terhadap lingkungan;
3. risiko penggunaan minyak goreng secara berulang terhadap kualitas minyak dan kesehatan;
4. konsep pemanfaatan kembali limbah melalui pendekatan ekonomi sirkular;
5. prinsip konversi minyak jelantah menjadi biodiesel melalui transesterifikasi serta pemanfaatannya; dan
6. pentingnya peran masyarakat dalam pengumpulan dan pengelolaan minyak jelantah.

Metode yang digunakan adalah ceramah interaktif, diskusi, dan tanya jawab. Peserta juga diminta menceritakan kebiasaan pengelolaan minyak jelantah di rumah masing-masing sebagai bahan diskusi. Keberhasilan tahap ini diukur dengan skor post-test (target rata-rata ≥ 75) yang diberikan pada hari ke-9.

Tahap Pelatihan dan Praktik Konversi Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel

Tahap inti dilaksanakan pada hari ke-3 sampai ke-7 dengan metode demonstrasi yang diikuti praktik langsung (*learning by doing*) secara berkelompok dengan pendampingan fasilitator. Transesterifikasi dipilih karena efektif menurunkan viskositas minyak nabati sehingga mendekati karakteristik bahan bakar mesin diesel. Prosedur konversi mengacu pada transesterifikasi berkatalis basa (Leung et al., 2010), dengan perlakuan awal untuk mengendalikan air dan asam lemak bebas (Lopresto et al., 2024). Formulasi, bahan, dan alat yang digunakan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Formulasi, Bahan, dan Alat Produksi Biodiesel Skala Semi-Pilot (per Batch)

Kategori	Nama	Jumlah/Spesifikasi
Bahan	Minyak jelantah (trigliserida) hasil pengumpulan warga	75 liter
Bahan	Metanol (CH_3OH)	15 liter (rasio volume metanol : minyak = 1 : 5)
Bahan	Natrium hidroksida (NaOH) sebagai katalis basa	450 gram
Bahan	Air bersih untuk pencucian	Secukupnya hingga air cucian jernih

Kategori	Nama	Jumlah/Spesifikasi
Alat	Unit reaktor biodiesel dengan pemanas dan pengaduk	Skala semi-pilot, untuk 75 liter bahan baku per batch
Alat	Saringan, jeriken, dan tangki pengendap	Untuk perlakuan awal dan pemisahan
Alat	Timbangan digital, gelas ukur, dan termometer	Untuk penakaran bahan dan kontrol suhu
APD	Sarung tangan nitril, kacamata pelindung, masker, apron	Satu set per peserta

Tahapan kerja praktik adalah sebagai berikut. (1) Perlakuan awal: minyak jelantah disaring untuk memisahkan residu makanan, lalu dipanaskan untuk menghilangkan kadar air yang dapat memicu reaksi penyabunan (saponifikasi). (2) Pembuatan natrium metoksida: 450 gram NaOH (sekitar 0,65% dari berat minyak) dilarutkan ke dalam 15 liter metanol hingga terbentuk larutan natrium metoksida. (3) Transesterifikasi: larutan metoksida direaksikan dengan 75 liter minyak jelantah di dalam reaktor pada suhu 60–65 °C selama 1–2 jam dengan pengadukan. (4) Pemisahan: campuran didiamkan hingga lapisan gliserol kasar mengendap di bagian bawah, lalu dipisahkan dari lapisan biodiesel. (5) Pencucian dan pengeringan: biodiesel dicuci dengan air hangat hingga air cucian jernih, kemudian dipanaskan untuk menghilangkan sisa air. (6) Pencatatan dan uji mutu dasar: volume dicatat dan rendemen dihitung. Residu gliserol kasar tidak dibuang, tetapi diolah lebih lanjut sebagaimana dijelaskan pada subbagian hasil.

Aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3) ditekankan sebelum praktik, karena metanol mudah terbakar dan beracun, sedangkan NaOH bersifat korosif. Peserta wajib menggunakan APD, praktik dilakukan di ruang berventilasi baik dan jauh dari sumber api, serta bahan kimia disimpan dalam wadah tertutup berlabel. Keterampilan peserta dinilai melalui observasi fasilitator terhadap keberhasilan kelompok dalam menjalankan setiap tahapan, yaitu perlakuan awal, pembuatan metoksida, pengendalian suhu reaksi, pemisahan gliserol, pencucian, dan penerapan K3, serta dari keberhasilan batch yang ditunjukkan oleh terbentuknya pemisahan fase, volume, dan rendemen biodiesel.

Tahap Pendampingan Pengembangan Produk

Pendampingan dilaksanakan pada hari ke-8 dan ke-9. Pendampingan tidak hanya berupa pemberian materi, tetapi diarahkan pada output yang dapat diverifikasi. Fokus pendampingan meliputi: Materi pendampingan meliputi:

1. standarisasi proses produksi menjadi SOP tertulis;
2. konsistensi kualitas biodiesel antar-batch melalui pencatatan suhu, waktu, dan takaran;
3. teknik penyimpanan biodiesel dalam wadah tertutup, kering, dan terhindar dari sinar matahari;
4. pelabelan wadah yang memuat tanggal produksi dan nomor batch;
5. perhitungan biaya produksi per liter;
6. perencanaan pemanfaatan biodiesel, termasuk batasan penggunaannya sebelum uji mutu lengkap; dan
7. perencanaan titik pengumpulan dan pembagian tugas pengumpulan, produksi, serta pencatatan.

Output tahap pendampingan adalah rancangan SOP pengumpulan dan produksi, lembar perhitungan biaya per liter, pengolahan residu gliserol menjadi sabun, serta rencana pengelolaan kegiatan pascaprogram.

Tahap Evaluasi dan Tindak Lanjut

Evaluasi dirancang untuk mengukur capaian terhadap target pada Tabel 3. Pengetahuan diukur dengan pre-test dan post-test (skor 0–100). Peningkatannya dianalisis menggunakan selisih rata-rata dan N-gain (Hake, 1998), dengan kategori rendah ($< 0,3$), sedang ($0,3–0,7$), dan tinggi ($> 0,7$). Keterampilan diukur melalui observasi fasilitator, sedangkan produk diukur melalui volume dan rendemen biodiesel. Parameter mutu biodiesel mengacu pada SNI 7182:2015 (Badan Standardisasi

Nasional, 2015). Karena pengujian laboratorium belum dilakukan, produk dinyatakan sebagai produk demonstrasi (prototipe).

Tindak lanjut diarahkan pada penguatan kelembagaan, yaitu penetapan pengelola, penerapan SOP pengumpulan, pencatatan volume minyak jelantah, penjadwalan pengumpulan dan produksi, serta pemantauan pascaprogram secara berkala oleh tim PkM bersama pihak CSR.

Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Ringkasan pelaksanaan setiap tahap selama periode 1–10 Februari 2026 disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rincian Pelaksanaan Kegiatan

Tahap (Waktu)	Peserta	Aktivitas dan Metode	Output	Outcome/Indikator
Persiapan dan asesmen (Hari ke-1)	Pengurus dan calon peserta	Koordinasi, observasi, wawancara	Data baseline (Tabel 1)	Masalah prioritas tervalidasi
Sosialisasi dan edukasi (Hari ke-2)	Seluruh peserta	Pre-test; ceramah interaktif; diskusi	Materi edukasi tersampaikan	Skor post-test ≥ 75
Demonstrasi (Hari ke-3)	Seluruh peserta	Demonstrasi konversi oleh fasilitator; pengenalan K3	Peserta mengenal urutan proses	Kesiapan praktik
Praktik (Hari ke-4 s.d. ke-7)	Kelompok praktik	Praktik konversi per kelompok; observasi fasilitator	1 batch semi-pilot: 60 liter biodiesel	Seluruh tahapan berhasil dijalankan
Pendampingan (Hari ke-8 s.d. ke-9)	Pengurus dan peserta	Penyusunan SOP, perhitungan biaya, pengolahan residu menjadi sabun	SOP, lembar biaya, 30 liter sabun cair	Rencana pengelolaan disepakati
Evaluasi dan tindak lanjut (Hari ke-9 s.d. ke-10)	Seluruh peserta	Post-test; refleksi; penyusunan rencana tindak lanjut	Data capaian; rencana tindak lanjut	Rencana pemantauan pascaprogram

Indikator Keberhasilan Kegiatan

Keberhasilan kegiatan diukur dengan indikator pada Tabel 3, yang dibedakan menjadi output, outcome, dan dampak. Program dinyatakan berhasil apabila (1) rata-rata skor post-test ≥ 75 dengan kenaikan ≥ 20 poin, (2) peserta berhasil menjalankan seluruh tahapan konversi, (3) biodiesel berhasil diproduksi dengan rendemen tercatat, serta (4) SOP pengumpulan dan produksi tersusun. Indikator dampak, yaitu volume minyak jelantah terkumpul dan perubahan praktik pembuangan, dipantau setelah program berakhir.

3. Hasil dan Pembahasan

Kegiatan dilaksanakan pada Kelompok Pesona Betawi di Kelurahan Kalibaru, Kecamatan Cilincing, Jakarta Utara, pada 1–10 Februari 2026. Hasil kegiatan disajikan mengikuti indikator keberhasilan pada Tabel 3, yaitu pengetahuan dan kesadaran, keterampilan, produk biodiesel, nilai ekonomi, pemanfaatan residu, serta keberlanjutan.

Pelaksanaan Program dan Partisipasi Mitra

Seluruh tahapan kegiatan, mulai dari edukasi, demonstrasi, praktik, pendampingan, hingga evaluasi, terlaksana sesuai jadwal pada Tabel 5. Partisipasi merupakan indikator proses, sehingga tidak digunakan sebagai bukti peningkatan pengetahuan maupun keterampilan.

Peserta terlibat aktif dalam kegiatan, antara lain dengan mengumpulkan minyak jelantah dari rumah tangga dan usaha kuliner di sekitarnya hingga mencapai 75 liter bahan baku untuk satu batch

produksi. Seluruh kelompok praktik juga melakukan sendiri tahapan konversi di bawah pendampingan fasilitator.

Peningkatan Pengetahuan dan Kesadaran Masyarakat

Hasil pre-test dan post-test disajikan pada Tabel 6. Rata-rata skor pengetahuan meningkat dari 45 menjadi 90, atau naik 45 poin. Nilai N-gain sebesar $(90 - 45) / (100 - 45) = 0,82$ termasuk kategori tinggi (Hake, 1998).

Tabel 6. Hasil Pre-test dan Post-test Pengetahuan Peserta

Indikator	Sebelum	Sesudah	Perubahan
Rata-rata skor pengetahuan (0–100)	45	90	+45 poin (naik 100%)
N-gain	–	–	0,82 (tinggi)
Pencapaian target (≥ 75 ; kenaikan ≥ 20 poin)	Belum tercapai	Tercapai	–

Peningkatan tersebut diduga dipengaruhi oleh penggunaan sampel fisik, kaitan langsung materi dengan kebiasaan peserta di rumah, dan praktik yang dilakukan setelah sesi edukasi. Temuan ini memiliki pola yang sejalan dengan Hartini et al. (2025), yang melaporkan peningkatan pengetahuan sebesar 25% setelah penyuluhan dan praktik pengolahan minyak jelantah. Peningkatan pada kegiatan ini lebih besar, yang kemungkinan disebabkan oleh skor awal yang rendah dan durasi pendampingan selama 10 hari. Perbedaan lainnya, kegiatan ini memfokuskan materi pada konversi biodiesel sehingga peserta juga memahami konsep reaksi kimia dan K3. Kesadaran dan perubahan perilaku belum diukur secara terpisah, sehingga perlu dibuktikan melalui pemantauan pascaprogram.



Gambar 2. Proses Edukasi Kelompok Pesona Betawi

Edukasi menjadi dasar bagi tahap praktik. Peserta yang belum memahami alasan pentingnya pengelolaan minyak jelantah cenderung kurang termotivasi untuk mengumpulkannya secara rutin. Oleh karena itu, pengukuran pengetahuan dipisahkan dari pengukuran keterampilan agar kontribusi masing-masing tahap dapat dinilai secara terpisah.

Peningkatan Keterampilan melalui Praktik Konversi Minyak Jelantah

Berdasarkan observasi fasilitator, peserta berhasil menjalankan seluruh tahapan konversi secara berkelompok, mulai dari penyaringan dan pemanasan awal, pembuatan natrium metoksida, pengendalian suhu reaksi pada 60–65 °C, hingga pemisahan gliserol dan pencucian. Keberhasilan ini

dibuktikan oleh terbentuknya pemisahan fase yang jelas antara biodiesel dan gliserol serta dihasilkannya 60 liter biodiesel dari satu batch produksi. Tahapan yang paling memerlukan pendampingan adalah penakaran NaOH dan pengendalian suhu reaksi, karena keduanya menentukan keberhasilan transesterifikasi.

Hasil ini menunjukkan bahwa praktik langsung dengan pendampingan fasilitator memungkinkan peserta menguasai tahapan dasar konversi dalam waktu singkat. Pola ini serupa dengan kegiatan pengolahan minyak jelantah menjadi sabun (Azme et al., 2023), tetapi konversi biodiesel menuntut ketelitian yang lebih tinggi pada takaran bahan kimia dan pengendalian suhu (Leung et al., 2010). Penilaian keterampilan dilakukan pada tingkat kelompok, belum pada tingkat individu. Karena kegiatan hanya berlangsung 10 hari, keterampilan yang terbentuk merupakan keterampilan awal yang perlu diperkuat melalui produksi berulang di bawah pendampingan.



Gambar 3. Alat Konversi Minyak Jelantah



Gambar 4. Pemberian Materi Konversi

Produk Biodiesel Hasil Konversi

Produksi skala semi-pilot memproses 75 liter minyak jelantah dalam satu batch dan menghasilkan 60 liter biodiesel. Rendemen volumetrik dihitung dengan rumus: $\text{rendemen} = (\text{volume biodiesel} / \text{volume minyak jelantah}) \times 100\% = (60 / 75) \times 100\% = 80\%$. Kehilangan volume sebesar 20% (15 liter) terutama berupa lapisan gliserol kasar dan residu penyabunan yang terpisah pada tahap pengendapan, ditambah susut selama pencucian. Rendemen ini menunjukkan bahwa teknologi tepat guna yang diterapkan berjalan efektif pada skala komunitas. Biodiesel yang dihasilkan berwarna kuning kecokelatan dan tampak jernih setelah pencucian (Gambar 5). Ringkasan hasil produksi disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Produksi Biodiesel per Batch

Parameter	Hasil	Keterangan
Volume minyak jelantah diproses	75 liter	1 batch semi-pilot
Volume biodiesel dihasilkan	60 liter	Rendemen volumetrik 80%
Residu gliserol kasar dan sabun	15 liter	Diolah menjadi sabun pembersih
Kenampakan	Kuning kecokelatan, jernih	Pengamatan visual
Parameter SNI 7182:2015 (densitas, viskositas, titik nyala, bilangan asam, kadar air)	Belum diuji	Direncanakan uji laboratorium

Parameter mutu sesuai SNI 7182:2015 belum diuji di laboratorium. Oleh karena itu, biodiesel hasil kegiatan ini dinyatakan sebagai produk demonstrasi dan belum diklaim memenuhi standar mutu. Sebelum dimanfaatkan pada mesin, biodiesel perlu diuji secara lengkap di laboratorium terakreditasi, karena mutu biodiesel dari minyak jelantah sangat dipengaruhi oleh kadar air dan asam lemak bebas bahan baku (Lopresto et al., 2024; Rutah et al., 2026).



Gambar 5. Sampel Biodiesel Hasil Praktik

Estimasi Nilai Ekonomi Biodiesel dan Penguatan Kelembagaan

Analisis ekonomi dirancang untuk menilai kelayakan finansial konversi minyak jelantah menjadi biodiesel berdasarkan satu siklus produksi (batch) dengan 75 liter bahan baku. Asumsi harga diperoleh dari harga pasar tingkat pengumpul dan toko kimia lokal. Minyak jelantah diasumsikan dibeli dari warga sebagai insentif ekonomi sirkular. Rincian biaya disajikan pada Tabel 8. Perhitungan ini tidak mencakup biaya investasi reaktor, yang disediakan melalui program CSR.

Tabel 8. Biaya Produksi dan Proyeksi Pendapatan Biodiesel per Batch

Komponen	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Minyak jelantah (dibeli dari warga)	75 liter	3.000	225.000
Metanol	15 liter	15.000	225.000
Natrium hidroksida (NaOH)	0,45 kg	30.000	13.500
Energi (gas/listrik) dan air pencuci	1 batch	Estimasi	50.000
Total biaya produksi per batch			513.500
Biaya produksi per liter (513.500 / 60 liter)			8.558
Proyeksi pendapatan (60 liter × Rp11.500)	60 liter	11.500	690.000
Proyeksi selisih pendapatan dan biaya per batch			176.500

Biaya produksi per liter sebesar Rp8.558. Harga jual biodiesel komunitas diproyeksikan sebesar Rp11.500 per liter, yaitu di bawah harga solar nonsubsidi (keekonomian) agar kompetitif. Dengan harga tersebut, proyeksi pendapatan per batch adalah Rp690.000 dan selisih terhadap biaya produksi sebesar Rp176.500 per batch (margin sekitar 25,6% dari pendapatan). Nilai ini masih merupakan **proyeksi**, bukan pendapatan yang telah terealisasi, karena biodiesel belum dijual dan masih memerlukan uji mutu lengkap sebelum digunakan pada mesin. Perhitungan juga belum memasukkan biaya tenaga kerja, penyusutan reaktor, dan kemasan.

Dari sisi kelembagaan, program menghasilkan rancangan SOP pengumpulan dan produksi serta kesepakatan tindak lanjut bersama pengurus Kelompok Pesona Betawi mengenai titik pengumpulan dan pembagian tugas pengelolaan. Keberadaan pengelola yang aktif, volume minyak jelantah yang terkumpul, dan frekuensi produksi setelah program belum dapat dilaporkan karena memerlukan pemantauan pascaprogram. Dengan demikian, output kelembagaan ini baru merupakan prasyarat keberlanjutan.

Pemanfaatan Residu Gliserol Menjadi Sabun Pembersih

Sisa proses sebesar 15 liter yang berupa gliserol kasar dan residu penyabunan tidak dibuang sebagai limbah baru. Residu tersebut dimurnikan secara sederhana dan diformulasikan menjadi sabun pembersih cair (sabun cuci piring atau sabun pembersih mekanik) untuk memberikan dampak ekonomi ganda (*double economic impact*). Pemanfaatan ini merupakan pengolahan produk samping dari proses biodiesel, bukan produk utama program. Formulasi dan hasilnya disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Formulasi dan Hasil Pengolahan Residu Gliserol Menjadi Sabun Pembersih Cair

Komponen		Jumlah/Spesifikasi	Fungsi
Residu gliserol kasar dan sabun	15 liter		Bahan utama
Texapon (sodium lauryl sulfate)	1,5 kg		Peningkat busa dan pengangkat noda minyak
Garam dapur (NaCl)	250 gram		Pengental
Pewarna dan minyak atsiri (jeruk nipis/serai)	Secukupnya		Warna dan aroma
Air bersih (akuades/air isi ulang)	15–20 liter		Pelarut
Peralatan	Wadah 50 liter, pengaduk, gelas ukur, kertas pH universal, botol 500 ml		—
Hasil akhir	30 liter sabun cair		Setara 60 botol 500 ml atau 30 kemasan 1 liter

Satu batch produksi biodiesel menghasilkan 30 liter sabun cair, yang dapat dikemas menjadi 60 botol berukuran 500 ml atau 30 botol/pouch berukuran 1 liter. Karena residu gliserol kasar masih dapat mengandung sisa metanol dan katalis, pemurnian perlu memastikan sisa metanol telah diuapkan dan pH produk berada pada rentang aman, yang diperiksa menggunakan kertas pH universal. Biaya aditif dan harga jual sabun belum dimasukkan ke dalam analisis ekonomi, sehingga nilai tambah dari sabun masih berupa potensi. Sebelum dipasarkan secara luas, produk ini juga memerlukan uji mutu dan izin edar sebagai perbekalan kesehatan rumah tangga (PKRT).

Faktor Pendorong Keberhasilan Program

Berdasarkan pengalaman selama pelaksanaan, keberhasilan program didukung oleh beberapa faktor yang dapat dikaitkan langsung dengan capaian indikator.

Partisipasi Aktif Masyarakat

Keterlibatan peserta dalam mengumpulkan 75 liter minyak jelantah dari lingkungan sendiri membuat praktik menggunakan bahan baku nyata. Hal ini berkontribusi pada keberhasilan praktik, karena peserta mengalami langsung pentingnya perlakuan awal terhadap minyak jelantah yang

kualitasnya beragam. Kesiapan pengurus untuk menindaklanjuti pengelolaan juga menjadi modal awal keberlanjutan.

Ketersediaan Bahan Baku

Minyak jelantah sebanyak 75 liter berhasil dihimpun dari rumah tangga dan usaha kuliner di sekitar lokasi mitra. Minyak jelantah dikumpulkan dalam jeriken tertutup, disaring, lalu dipanaskan sebelum diproses. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan bahan baku di tingkat komunitas cukup untuk produksi skala semi-pilot, tetapi perlu disertai kontrol kualitas sejak pengumpulan, terutama terhadap kadar air dan residu makanan (Lopresto et al., 2024).

Dukungan Program CSR dan Kolaborasi

Dukungan CSR berkontribusi secara konkret melalui pendanaan, fasilitasi kegiatan, dan penyediaan unit reaktor biodiesel skala semi-pilot. Tanpa unit reaktor, produksi 75 liter per batch tidak dapat dilakukan oleh kelompok masyarakat. Tim PkM berkontribusi pada perancangan materi, penyusunan SOP, dan evaluasi, sedangkan kelurahan dan pengurus kelompok memfasilitasi tempat serta mobilisasi peserta. Pembagian peran ini menjadi dasar mekanisme keberlanjutan, yaitu kelompok menjalankan pengumpulan dan produksi, sedangkan tim PkM dan pihak CSR melakukan pemantauan.

Faktor Penghambat dan Tantangan Pelaksanaan

Selama pelaksanaan ditemukan beberapa kendala. Pertama, terjadi kehilangan volume sebesar 20% (15 liter) yang berupa gliserol kasar dan residu penyabunan. Adanya residu penyabunan menunjukkan bahwa sebagian minyak jelantah masih mengandung air atau asam lemak bebas yang memicu saponifikasi. Kendala ini diatasi dengan mengolah residu menjadi sabun pembersih, dan untuk produksi berikutnya perlu disertai perlakuan awal yang lebih ketat. Kedua, keterbatasan waktu praktik membuat produksi baru dapat dilakukan dalam satu batch. Ketiga, belum tersedia fasilitas uji mutu di lokasi sehingga mutu biodiesel belum dapat dibandingkan dengan SNI 7182:2015. Adapun risiko keberlanjutan yang perlu diantisipasi meliputi konsistensi pengumpulan minyak jelantah, ketersediaan metanol dan NaOH, serta penyimpanan bahan kimia yang aman. Berdasarkan refleksi tersebut, kegiatan lanjutan direkomendasikan untuk berfokus pada produksi berulang, uji mutu laboratorium, dan penguatan pengelola, bukan pada peningkatan jumlah produksi.

Capaian Luaran dan Indikator Keberhasilan Program

Perbandingan target dan capaian program disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Target dan Capaian Program

Jenis	Indikator	Target	Capaian	Status
Output	Biodiesel hasil praktik	1 batch semi-pilot	60 liter dari 75 liter (rendemen 80%)	Tercapai
Output	Pemanfaatan residu proses	Residu tidak dibuang	30 liter sabun cair	Tercapai
Output	SOP pengumpulan dan produksi	1 dokumen SOP	Rancangan SOP tersusun	Tercapai
Outcome	Skor pengetahuan	≥ 75; naik ≥ 20 poin	90; naik 45 poin (N-gain 0,82)	Tercapai
Outcome	Keterampilan konversi	Seluruh tahapan dijalankan peserta	Seluruh tahapan berhasil dijalankan secara berkelompok	Tercapai
Dampak	Pengumpulan minyak jelantah rutin	Pengumpulan rutin	Dalam pemantauan	Belum dapat dinilai
Dampak	Mutu biodiesel sesuai SNI 7182:2015	Uji lengkap	Belum diuji	Belum tercapai

Tabel 10 menunjukkan bahwa seluruh target output dan outcome tercapai, sedangkan target dampak masih dalam tahap pemantauan dan uji mutu belum dilakukan. Dengan demikian, program telah menjawab tiga masalah prioritas mitra: pengetahuan meningkat secara terukur, peserta memperoleh keterampilan awal konversi biodiesel, dan landasan sistem pengumpulan telah disusun.

Hasil ini sejalan dengan kajian yang menempatkan sistem pengumpulan dan kontrol kualitas bahan baku sebagai kunci pemanfaatan minyak jelantah untuk biodiesel (Lopresto et al., 2024; Rahman et al., 2025).

Program CSR dalam kegiatan ini berperan sebagai penyedia sarana yang memungkinkan transfer teknologi konversi biodiesel ke tingkat komunitas. Namun, klaim keberlanjutan dan dampak lingkungan maupun ekonomi masih perlu dibuktikan melalui data pemantauan pascaprogram, antara lain volume pengumpulan bulanan, jumlah produksi, dan hasil uji mutu laboratorium.

4. Simpulan

Program CSR konversi minyak jelantah menjadi biodiesel pada Kelompok Pesona Betawi, Kelurahan Kalibaru, telah menjawab tiga masalah prioritas mitra. Rata-rata skor pengetahuan peserta meningkat dari 45 menjadi 90 (N-gain 0,82). Peserta berhasil menjalankan seluruh tahapan konversi, dan satu batch produksi semi-pilot menghasilkan 60 liter biodiesel dari 75 liter minyak jelantah (rendemen 80%) dengan biaya produksi Rp8.558 per liter serta proyeksi selisih pendapatan Rp176.500 per batch. Residu gliserol sebanyak 15 liter juga diolah menjadi 30 liter sabun pembersih cair sehingga proses tidak menghasilkan limbah baru.

Kegiatan ini memiliki keterbatasan. Durasi program yang hanya 10 hari belum memungkinkan pengukuran perubahan perilaku dan keberlanjutan jangka panjang. Keterampilan dinilai pada tingkat kelompok, bukan individu. Biodiesel belum diuji terhadap SNI 7182:2015 sehingga masih berstatus produk demonstrasi, dan nilai ekonomi yang dilaporkan masih berupa proyeksi yang belum memasukkan biaya tenaga kerja, penyusutan, serta biaya aditif sabun.

Kegiatan lanjutan direkomendasikan untuk (1) melakukan uji mutu biodiesel di laboratorium terakreditasi, (2) mendampingi produksi berulang agar keterampilan dan mutu produk stabil, (3) memantau volume pengumpulan dan praktik pembuangan minyak jelantah secara berkala, serta (4) menjajaki pemanfaatan biodiesel dan kerja sama pengumpulan dengan pihak CSR maupun pengepul resmi.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih dan apresiasi kepada PT PLN Indonesia Power UBP Priok atas dukungan pendanaan dan fasilitasi melalui program *Corporate Social Responsibility* (CSR). Apresiasi juga disampaikan kepada Pemerintah Kelurahan Kalibaru, Kecamatan Cilincing, Jakarta Utara, Kelompok Pesona Betawi, serta seluruh peserta dan pihak terkait yang telah berpartisipasi aktif sehingga kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dapat terlaksana dengan baik.

6. Referensi

- 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., Yury, N., Hum, N. N. F., Latif, F. A., & Zain, Z. M. (2023). Recycling waste cooking oil into soap: Knowledge transfer through community service learning. *Cleaner Waste Systems*, 4, 100084. <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2023.100084>
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *SNI 7182:2015 Biodiesel*. Badan Standardisasi Nasional.
- Carroll, A. B. (1991). The pyramid of corporate social responsibility: Toward the moral management of organizational stakeholders. *Business Horizons*, 34(4), 39–48. [https://doi.org/10.1016/0007-6813\(91\)90005-G](https://doi.org/10.1016/0007-6813(91)90005-G)
- Dos Santos Ferreira, L., Da Silva César, A., Conejero, M. A., & César Da Silva Guabiroba, R. (2018). A voluntary delivery point in reverse supply chain for waste cooking oil: An action plan for participation of a public school in the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Recycling*, 3(4), 48. <https://doi.org/10.3390/recycling3040048>
- Febijanto, I., Ulfah, F., Kusrestwardhani, Siswanto, & Yuwono Trihadi, S. E. (2023). A review on used cooking oil as a sustainable biodiesel feedstock in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1187(1), 012011. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1187/1/012011>

- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- 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), 253–260. <https://doi.org/10.31603/ce.12265>
- Hosseinzadeh-Bandbafha, H., Nizami, A.-S., Kalogirou, S. A., Gupta, V. K., Park, Y.-K., Fallahi, A., Sulaiman, A., Ranjbari, M., Rahnema, H., Aghbashlo, M., Peng, W., & Tabatabaei, M. (2022). Environmental life cycle assessment of biodiesel production from waste cooking oil: A systematic review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 161, 112411. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112411>
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Kulkarni, M. G., & Dalai, A. K. (2006). Waste cooking oil—An economical source for biodiesel: A review. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 45(9), 2901–2913. <https://doi.org/10.1021/ie0510526>
- 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), 119. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-00905-7>
- Leung, D. Y. C., Wu, X., & Leung, M. K. H. (2010). A review on biodiesel production using catalyzed transesterification. *Applied Energy*, 87(4), 1083–1095. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.10.006>
- Lopresto, C. G., De Paola, M. G., & Calabrò, V. (2024). Importance of the properties, collection, and storage of waste cooking oils to produce high-quality biodiesel – An overview. *Biomass and Bioenergy*, 189, 107363. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2024.107363>
- Mannu, A., Garroni, S., Ibanez Porras, J., & Mele, A. (2020). Available technologies and materials for waste cooking oil recycling. *Processes*, 8(3), 366. <https://doi.org/10.3390/pr8030366>
- Rahman, A., Oktaufik, M. A. M., Sasongko, T. W., Guntoro, I., Soedjati, D., Abbas, N., Rahman, A., Ulfah, F., Widiarto, A., Siswanto, Dharmawan, Trihadi, S. E. Y., Kusrestuwardani, Prihatin, A. L., Hadi, A., Indrijarso, S., Rahardjo, P., Barkah, A., Febijanto, I., & Sasongko, N. A. (2025). Current scenario and potential of waste cooking oil as a feedstock for biodiesel production in Indonesia: Life cycle sustainability assessment (LCSA) review. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 11, 101067. <https://doi.org/10.1016/j.csee.2024.101067>
- Rohmawati, T., Riyanti, S., Hartono, T., & Sitanggang, A. S. (2025). Implementing used cooking oil to soap conversion and digital marketing in PKK RW 14 Sekeloa Bandung Indonesia. *ABDIMAS: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 8(4). <https://doi.org/10.35568/abdimas.v8i4.7256>
- Rutah, D. F., Mudhoo, A., & Surroop, D. (2026). Effects of process parameters on transesterification of waste cooking oil for biodiesel production: A review. *Chemical Papers*, 80(7), 7105–7135. <https://doi.org/10.1007/s11696-026-04742-4>
- Tsai, W.-T. (2019). Mandatory recycling of waste cooking oil from residential and commercial sectors in Taiwan. *Resources*, 8(1), 38. <https://doi.org/10.3390/resources8010038>