

DISEMINASI TEKNOLOGI TEPAT GUNA ALAT PENGOLAH MINYAK JELANTAH MENJADI BIODIESEL BAGI MASYARAKAT KECAMATAN JAMBANGAN SURABAYA

Ery Susiany Retnoningtyas¹, Ivan Gunawan², Jindrayani Nyoo Putro³,
Nathania Puspitasari⁴, Andrew Joewono⁵, Adriana Anteng Anggorowati⁶,
L.M. Hadi Santoso⁷, Maria Yuliana⁸, Theresia Laurensia Yunita⁹

^{1,3,8}Program Studi Magister Teknik Kimia, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Indonesia

^{4,9}Program Studi Teknik Kimia, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Indonesia

^{2,5,6,7}Program Studi Profesi Insinyur, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Indonesia

ery@ukwms.ac.id¹, ivangunawan@ukwms.ac.id², jindrayani@ukwms.ac.id³,

nathania.puspita@ukwms.ac.id⁴, andrew_sby@ukwms.ac.id⁵, adrianaanteng@ukwms.ac.id⁶,

hadi-s@ukwms.ac.id⁷, mariayuliana@ukwms.ac.id⁸, chemeng.theresia.l.21@ukwms.ac.id⁹

ABSTRAK

Abstrak: Minyak goreng bekas pakai atau minyak jelantah merupakan salah satu limbah rumah tangga terbesar di Indonesia. Minyak jelantah yang dibuang sembarangan dapat mencemari lingkungan. Masyarakat di kecamatan Jambangan, kota Surabaya sangat menyadari dampak buruk dari pencemaran minyak jelantah terhadap lingkungan. Karena itulah diinginkan mengolah minyak jelantah yang telah dikumpulkan sebagai bahan bakar biodiesel. Tujuan pengabdian masyarakat ini adalah untuk meningkatkan kesadaran masyarakat Jambangan agar tidak membuang secara sembarangan limbah minyak jelantah sehingga dapat menurunkan jumlah limbah minyak jelantah yang dibuang ke lingkungan. Metode kegiatan yang dilaksanakan adalah melakukan edukasi berupa pemberian materi dan praktek cara mengubah limbah minyak jelantah menjadi biodiesel menggunakan alat pengolah minyak jelantah. Untuk memudahkan pengoperasian alat pengolah minyak jelantah ini, didampingi dengan manual penggunaannya yang disusun menggunakan bahasa yang mudah dipahami oleh masyarakat sehingga dapat belajar secara mandiri. Mitra yang terlibat dalam kegiatan ini adalah Ikatan Pekerja Sosial Masyarakat (IPSM) Jambangan dan masyarakat kelurahan Karah, kecamatan Jambangan. Hasil dari aktivitas ini, masyarakat kecamatan Jambangan Surabaya dapat mempraktekkan langsung proses pengolahan minyak jelantah menjadi biodiesel. Bahkan dalam hasil evaluasi kuesionernya, mayoritas yaitu sebanyak 72% ingin mengikuti kompetisi di wilayahnya dengan memanfaatkan alat pengolah minyak jelantah ini. Hal ini tentunya menunjukkan apresiasi yang luarbiasa terhadap kegiatan abdimas ini.

Kata Kunci: Biodiesel; Minyak Jelantah.

Abstract: Used cooking oil residue or known as 'jelantah' oil is one of the largest household wastes in Indonesia. Used cooking oil residue that is thrown away carelessly can pollute the environment. People in Jambangan sub-district, Surabaya city are very aware of the negative impact of used cooking oil pollution on the environment. That's why it is desirable to process the collected 'jelantah' oil as biodiesel fuel. The aim of this community service is to increase awareness of the Jambangan community not to carelessly dispose of used cooking oil waste so that it can reduce the amount of used cooking oil waste that is thrown into the environment. The method of activity is to provide education in the form of providing material and practice on how to convert used cooking oil waste into biodiesel using used cooking oil processing equipment. To make it easier to operate this used cooking oil processing tool, it is accompanied by a manual for its use which is prepared using language that is easy for the public to understand so that they can learn independently. The partners involved in this activity are the Jambangan Community Social Workers Association (IPSM) and the community of Karah - Jambangan sub-district. As a result of this activity, the people of Jambangan Surabaya sub-district can directly practice the process of 'jelantah' oil into biodiesel. Even in the results of the questionnaire evaluation, the majority, namely 72%, wanted to take part in competitions in their area using this used 'jelantah' oil processing equipment. This certainly shows extraordinary appreciation for this community service activity.

Keywords: Biodiesel; Used Cooking Oil.



Article History:

Received : 20-11-2023

Revised : 09-01-2024

Accepted : 12-01-2024

Online : 09-02-2024



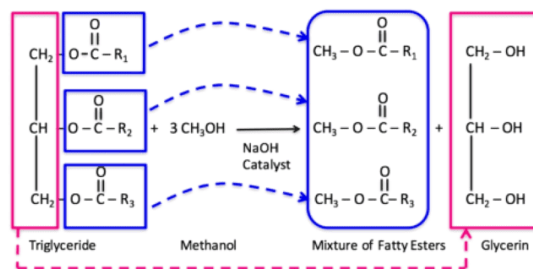
This is an open access article under the
CC-BY-SA license

A. LATAR BELAKANG

Limbah rumah tangga yang paling umum ditemukan di berbagai daerah di Indonesia adalah limbah minyak goreng bekas pakai karena Indonesia merupakan salah satu konsumen minyak goreng terbesar di dunia (Perdana, 2021; USDA, 2019). Daerah perkotaan merupakan salah satu potensi terbesar sumber minyak goreng bekas. Limbah minyak goreng bekas dari restoran, hotel, sekolah, dan rumah tangga di perkotaan menyumbang 1.638 juta liter (Ali, 2021). Pembuangan minyak goreng bekas secara sembarangan akan berdampak sangat buruk untuk lingkungan, dengan demikian, tidak heran apabila di daerah pemukiman padat penduduk sering kali menemui masalah lingkungan diakibatkan oleh pembuangan minyak goreng bekas yang tidak benar.

Salah satu daerah pemukiman padat penduduk di kota Surabaya yaitu Kecamatan Jambangan memiliki limbah dari minyak goreng bekas pakai yang sangat banyak. Kesadaran para pemimpin masyarakat di kecamatan Jambangan terhadap kelestarian lingkungan semakin meningkat. Isu mengenai limbah minyak goreng bekas pakai atau yang juga dikenal sebagai minyak jelantah menjadi salah satu isu yang ingin segera diselesaikan oleh para pemimpin masyarakat. Minyak jelantah yang dibuang sembarangan seperti melalui saluran air dapat menimbulkan masalah seperti tersumbatnya saluran air dan mencemari lingkungan karena merusak ekosistem perairan (Hosseinzadeh-Bandbafha et al., 2022). Limbah minyak jelantah ingin dikelola secara serius oleh masyarakat di kecamatan Jambangan menjadi produk yang bermanfaat.

Masyarakat kecamatan Jambangan yang diwakili oleh ketua paguyuban bentor mengharapkan minyak goreng bekas (atau juga dikenal dengan nama minyak jelantah) dapat diolah menjadi biodiesel untuk bahan bakar bentor. Bentor merupakan salah satu kendaraan tradisional roda tiga yang dikenal dengan nama becak dengan tenaga penggerak motor. Bentor sendiri banyak digunakan untuk transportasi umum di permukiman penduduk. Ongkos angkut yang dikenakan pengemudi bentor pada penumpang dinilai sangat murah sehingga pengemudi seringkali kesulitan menebus bahan bakar minyak yang dijual oleh Pertamina. Jika pengemudi bentor menaikkan ongkos angkut, akan kalah bersaing dengan ojek online yang memberikan banyak diskon dan kemudahan. Dengan demikian, pengemudi bentor yang merupakan bagian dari masyarakat kecamatan Jambangan ingin meningkatkan penghasilan dengan menggunakan biodiesel yang berasal dari minyak jelantah yang dikumpulkan oleh masyarakat. Limbah minyak jelantah yang diolah menjadi bahan bakar ini akan menjadi kegiatan *circular economy* bagi Masyarakat (Zhao et al., 2021). Selain itu, pemanfaatan minyak goreng bekas ini juga akan berdampak baik terhadap siklus hidup masyarakat baik dalam faktor lingkungan maupun ekonomi (Zhou et al., 2021), seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema reaksi transesterifikasi minyak goreng bekas

Minyak jelantah memiliki kandungan asam lemak yang dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku untuk pembuatan biodiesel dengan reaksi transesterifikasi. Proses transesterifikasi ini secara umum dilakukan dengan pelarut metanol dan katalis basa, skema reaksi transesterifikasi dapat dideskripsikan pada Gambar 1. Minyak jelantah direpresentasikan sebagai trigliserida, bereaksi dengan methanol dan katalis basa yaitu NaOH menjadi biodiesel (campuran *Fatty Esters*) dan gliserin (Ulukardesler, 2023). Reaksi ini biasanya berlangsung pada kisaran suhu 60°C - 80°C dan waktu yang relatif singkat (Ruhaiya et al., 2020). Penelitian mengenai transesterifikasi biodiesel dengan katalis basa telah dilakukan oleh beberapa peneliti (Chinglenthoba et al., 2020; Hidayati et al., 2017; Miyuranga et al., 2022; Reyero et al., 2015).

Dengan adanya pemanfaatan minyak jelantah menjadi biodiesel, hal ini sebenarnya mendukung program pemerintah yaitu program mandatori biodiesel 30 persen atau lebih dikenal dengan B30 (Tribunnews, 2022). Penggunaan minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel akan membantu negara menghemat pemakaian minyak kelapa sawit, dan hal ini akan berdampak pada subsidi negara terhadap biodiesel (EBTKE, 2021). Tujuan pengabdian masyarakat ini adalah untuk meningkatkan kesadaran masyarakat Jambangan agar tidak membuang secara sembarangan limbah minyak jelantah, dengan melakukan edukasi teknologi alat pengolah minyak jelantah menjadi biodiesel. Diharapkan masyarakat Jambangan dapat secara mandiri mengumpulkan minyak jelantah dalam lingkungan rumah tangga sekitar untuk diolah menjadi biodiesel dengan alat pengolah minyak jelantah yang diberikan dari pihak Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya (UKWMS).

B. METODE PELAKSANAAN

Profil mitra kegiatan abdimas ini adalah masyarakat Kecamatan Jambangan, kota Surabaya. Kecamatan Jambangan memiliki 26 RW dan 138 RT dengan 4 kelurahan yaitu Pagesangan, Kebonsari, Jambangan dan Karah. Mitra yang berasal dari Kecamatan Jambangan diwakili oleh Ikatan Pekerja Sosial Masyarakat (IPSM) Jambangan sebanyak 4 orang sedangkan mitra dari kelurahan diwakili warga Karah sebanyak 6 orang. Metode kegiatan yang digunakan adalah edukasi masyarakat dengan pemberian materi, dan

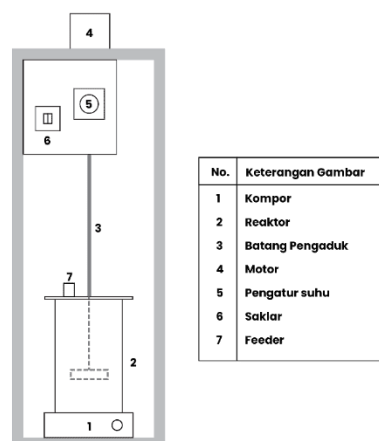
praktek pengolahan minyak jelantah menjadi biodiesel dengan menggunakan alat pengolah minyak jelantah. Alat ini dibuat dan dirancang oleh Tim abdimas setelah diskusi dengan mitra. Langkah-langkah pelaksanaan kegiatan dimulai dari:

1. Pra-kegiatan

Pada tahap ini dilakukan diskusi dengan pemangku kepentingan yang ada di Kecamatan Jambangan, kota Surabaya. Hasil diskusi ditindaklanjuti dengan melakukan analisa sampel minyak jelantah yang dikumpulkan oleh warga di Kecamatan Jambangan. Sampel ini digunakan untuk eksperimen di skala laboratorium guna menentukan proses pengolahan minyak jelantah menjadi biodiesel. Hasil eksperimen digunakan untuk merancang alat teknologi tepat guna yang dibutuhkan untuk mengolah minyak jelantah menjadi biodiesel.

2. Pelaksanaan

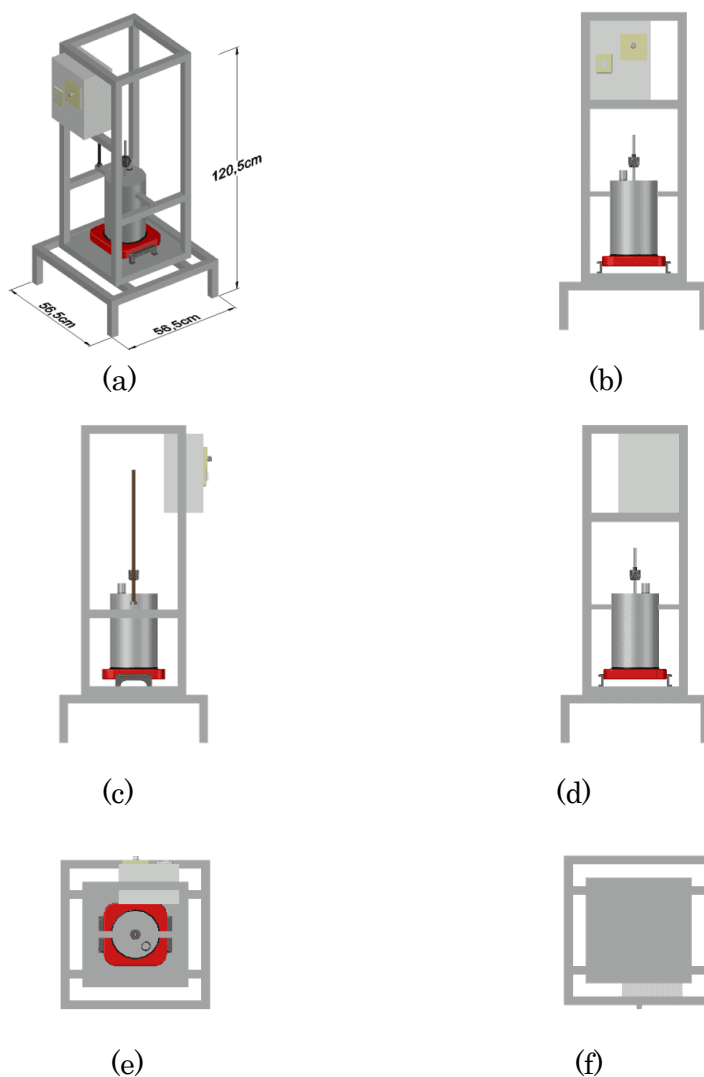
Pelaksanaan kegiatan diawali pembuatan skema alat pengolah minyak jelantah dapat dilihat pada Gambar 2 dan dilanjutkan dengan merancang bentuk 3 dimensi dari alat tersebut (dapat dilihat pada Gambar 3). Hasil rancang bangun 3 dimensi ini digunakan untuk membuat alat pengolah minyak jelantah, mulai dari pemilihan material, jenis pemanas, jenis sensor suhu serta jenis pengaduk beserta motornya. Setelah alat pengolah minyak jelantah dibuat, maka perlu dilakukan uji kerja alat agar dapat diketahui performa dari alat. Setelah dilakukan pengujian terhadap unjuk kerja alat, dilanjutkan dengan diseminasi produk teknologi tersebut, berupa praktek pelatihan ke masyarakat Kecamatan Jambangan, kota Surabaya, seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema dan susunan alat pengolah minyak jelantah

3. Evaluasi

Evaluasi kegiatan abdimas ini dilakukan dengan pengisian kuesioner. Kuesioner berisi tentang pengetahuan masyarakat seputar minyak jelantah, biodiesel serta pendapat masyarakat terhadap manfaat diseminasi alat pengolah minyak jelantah menjadi biodiesel, seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. (a) Desain reaktor keseluruhan (b) Tampak depan (c) Tampak Samping (d) Tampak belakang (e) Tampak atas (f) Tampak bawah

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan abdimas ini merupakan aktivitas tim dosen dan mahasiswa dengan latar belakang beberapa bidang ilmu yaitu Teknik Elektro, Teknik Kimia dan Teknik Industri, yang satu rumpun dalam bidang *engineering* (keteknikan). Penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk menyelesaikan permasalahan yang ada di masyarakat, diimplementasikan pada abdimas ini. Kegiatan ini terdiri dari 3 tahap yaitu persiapan (pra kegiatan), kegiatan dan evaluasi.

1. Tahap Persiapan (Pra kegiatan)

Agar dapat merancang alat teknologi yang sesuai dengan kebutuhan khalayak sasaran dalam hal ini adalah mitra masyarakat Kecamatan Jambangan, Kota Surabaya, maka perlu dilakukan forum diskusi antara pemangku kepentingan yang ada di Kecamatan Jambangan dan tim abdimas, untuk mencari solusi dari permasalahan yang ada di masyarakat (dapat dilihat Gambar 4). Masyarakat Kecamatan Jambangan mengalami kesulitan dalam mengolah limbah minyak jelantah yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga maupun usaha kecil menengah yang ada di lingkungan masyarakat sekitar seperti rumah makan, usaha *catering*, warung nasi, dan penjual gorengan yang banyak sekali dijumpai di Kecamatan Jambangan tersebut, seperti terlihat pada Gambar 4.

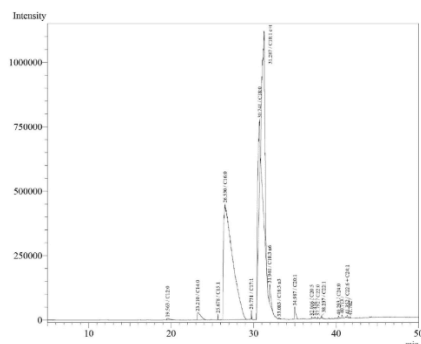


Gambar 4. Forum diskusi antara mitra dan tim abdimas

Hasil dari forum diskusi adalah kesepakatan solusi dari permasalahan mitra, yaitu pembuatan alat pengolah minyak jelantah menjadi biodiesel. Adapun untuk dapat merancang alat dengan baik maka diperlukan data hasil eksperimen di laboratorium. Sampel minyak jelantah dari mitra diuji kualitasnya agar dapat dirancang perlakuan awal (*pretreatment*) sebelum digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Eksperimen skala lab dilakukan di laboratorium Program Studi Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Alat yang digunakan adalah gelas beaker, pipet, corong filter kaca, corong pemisah, termometer, indikator pH universal, gelas ukur, pemanas berpengaduk, pengaduk magnet, sendok, dan kertas saring. Bahan-bahan yang digunakan dalam eksperimen ini yaitu minyak jelantah, metanol, Natrium Hidroksida (NaOH), dan akuades. Prosedur pembuatan biodiesel dari minyak jelantah dalam skala laboratorium mengikuti langkah-langkah berikut: (a) memasukkan metanol dan larutan NaOH (48% berat) ke minyak jelantah (bebas dari remah-remah/kotoran) yang sudah dituangkan ke gelas beaker; (b) minyak jelantah dipanaskan dan diaduk di atas pemanas berpengaduk magnet; (c) setelah suhu mencapai 80°C selama 6 menit, akan terdapat dua lapisan dalam gelas beaker, dimana lapisan atas merupakan biodiesel dan lapisan bawah adalah gliserol; (d) menuang dua lapisan ke dalam corong pemisah, mendinginkan sebentar hingga batas kedua lapisan

tersebut jelas. Selanjutnya mengeluarkan lapisan bawah dari corong; (e) mengukur pH biodiesel dan mengatur pH hingga pH 6-7. Selanjutnya kandungan air dalam biodiesel dihilangkan dengan cara pemanasan dan diaduk pada suhu 105°C; dan (f) analisa hasil transesterifikasi dengan instrumen Gas Kromatografi untuk memastikan terbentuknya biodiesel (Suryajaya et al., 2021). Standar campuran *fatty esters* mengacu pada Supelco 37 (Funk, 2019).

Dapat dilihat pada Gambar 5, bahwa proses transesterifikasi berjalan dengan baik. Hal ini merujuk pada hasil analisa gas kromatografi yang mengidentifikasi *fatty esters*, secara mayoritas kandungan minyak jelantah terdiri atas asam palmitat (C16:0), asam stearate (C18:0), asam oleat (C18:1), asam linoleat (C18:3), dan asam eikosenoat (C20:1), seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil analisis gas kromatografi biodiesel dari minyak jelantah

2. Tahap Pelaksanaan

Data yang diperoleh dari eksperimen di laboratorium digunakan untuk membuat rekacipta alat pengolah minyak jelantah. Alat ini memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 1 sedangkan gambar rangkaian alat pengolah minyak jelantah menjadi biodiesel dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Alat pengolah minyak jelantah

Pelaksanaan kegiatan abdimas dihadiri oleh perwakilan masyarakat kecamatan Jambangan, kota Surabaya yaitu dari IPSM Jambangan dan warga dari kelurahan Karah. Kegiatan edukasi ini terbagi dalam 2 bagian yaitu (1) pengenalan bahan kimia dan (2) penggunaan alat pengolah minyak jelantah menjadi biodiesel, seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi rangkaian alat pengolah minyak jelantah

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	Diameter tangki/reaktor	17 cm
2	Tinggi tangki/reaktor	26 cm
3	Bahan tangki/reaktor	stainless steel
4	Penggerak utama	motor listrik, 24 V
5	Putaran motor dengan beban	550 rpm
6	Putaran motor kosong	570 rpm
7	Type pengaduk	paddle
8	Pemanas	kompor listrik, 800 W
9	Bahan rangka	besi hollow, 4x4 cm
10	Pengatur suhu	sensor, thermo kopel

Pelaksanaan kegiatan abdimas dihadiri oleh perwakilan masyarakat kecamatan Jambangan, kota Surabaya yaitu dari IPSM Jambangan dan warga dari kelurahan Karah. Kegiatan edukasi ini terbagi dalam 2 bagian yaitu (1) pengenalan bahan kimia; dan (2) penggunaan alat pengolah minyak jelantah menjadi biodiesel. Edukasi masyarakat diawali dengan pengenalan bahan-bahan kimia yang digunakan untuk mengolah minyak jelantah, yaitu soda api (NaOH) dan metanol. Cara penggunaan kedua bahan kimia ini sangat perlu diinformasikan kepada masyarakat karena penggunaan dan penanganan yang salah dapat membahayakan diri sendiri dan lingkungan. Untuk soda api dapat menimbulkan iritasi sedangkan untuk metanol dapat menimbulkan kebutaan bahkan kematian jika sampai tertelan. Kegiatan edukasi terhadap bahan kimia ini dapat dilihat pada Gambar 7.



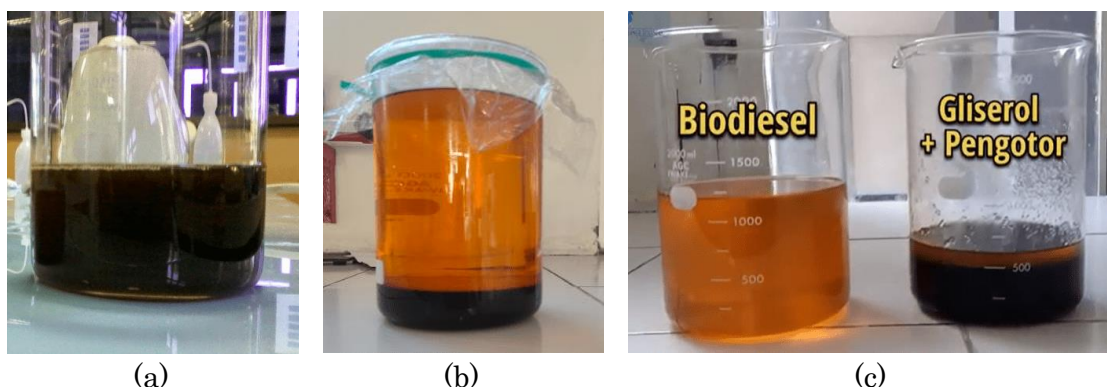
Gambar 7. Edukasi kepada masyarakat terkait penggunaan bahan kimia yang benar dan aman, pada pembuatan biodiesel dari minyak jelantah

Edukasi ke masyarakat tentang penggunaan alat pengolah minyak jelantah menjadi biodiesel dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. (a) Penjelasan tentang bahan kimia soda api yang telah dicampur ke dalam metanol, (b) Campuran soda api dan metanol dituang sedikit demi sedikit ke dalam tangki alat pengolah yang didalamnya sudah dimasukkan minyak jelantah.

Minyak jelantah (Gambar 9a) yang digunakan sebagai bahan baku biodiesel harus sudah dipisahkan dari sisa remah-remah penggorengan. Setelah minyak jelantah direaksikan dengan campuran soda api dan metanol pada suhu 80°C maka akan terbentuk biodiesel, gliserol dan pengotor (dapat dilihat pada Gambar 9b dan 9c). Setelah dipisahkan dari gliserol dan pengotor serta dipanaskan 100°C untuk menghilangkan kandungan air, maka biodiesel siap diuji dengan uji nyala (dapat dilihat pada Gambar 10).



Gambar 9. (a) Minyak jelantah yang digunakan sebagai bahan baku biodiesel, (b) Hasil biodiesel dari alat pengolah minyak jelantah, (c) Biodiesel yang sudah dipisahkan dari gliserol dan pengotor



Gambar 10. Uji nyala biodiesel yang dihasilkan dari alat pengolah minyak jelantah

Antusias masyarakat Jambangan terhadap pelatihan pembuatan biodiesel dari minyak jelantah ini menimbulkan ide dari ibu-ibu warga Jambangan untuk membuat bank minyak jelantah. Ide ini tercetus untuk menjaga kontinuitas ketersediaan bahan baku minyak jelantah untuk dibuat biodiesel.

3. Evaluasi

Evaluasi terhadap keberhasilan kegiatan abdimas dilakukan melalui pengisian kuesioner. Hasil evaluasi terhadap kuesioner ini menunjukkan keberhasilan edukasi pemanfaatan minyak jelantah menjadi biodiesel. Mitra yang berprofesi sebagai pendidik sangat antusias untuk mengembangkan pelatihan ini menjadi edukasi bagi anak-anak sekolah, sedangkan mitra yang kebetulan mempunyai bengkel, siap untuk menjadi tempat uji coba biodiesel ini untuk dijadikan bahan bakar bentor. Bahkan mayoritas mitra yaitu sebesar 72%, antusias untuk mengikuti kompetisi di wilayahnya dengan menggunakan alat pengolah minyak jelantah ini.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Hasil dari diseminasi alat pengolah minyak jelantah menjadi biodiesel ini mendapatkan respon yang sangat baik dari warga masyarakat. Evaluasi kuesioner pasca dilakukan edukasi tentang penggunaan bahan kimia dengan baik dan aman, serta edukasi penggunaan alat pengolah minyak jelantah, mengalami peningkatan *skill* sebesar 43% dari mula-mula 35% menjadi 78%. Saran terhadap kegiatan diseminasi rekapipta teknologi yang diimplementasi dari hasil penelitian di laboratorium, dapat berlanjut sesuai dengan permasalahan yang ada di masyarakat. Mitra harus berperan aktif dan berinovasi dalam pemanfaatan biodiesel dari minyak jelantah ini, salah satunya adalah ide untuk dibuat lilin aromaterapi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Pengabdian Pada Masyarakat (LPPM) Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya yang telah mendanai kegiatan pengabdian ini sehingga terlaksana dengan baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Ali, Z. (2021). *Pemanfaatan Minyak Jelantah untuk Biodiesel*. <https://www.astra-agro.co.id/2021/08/07/pemanfaatan-minyak-jelantah-untuk-biodiesel/>
- Chinglenthoba, C., Das, A., & Vandana, S. (2020). Enhanced biodiesel production from waste cooking palm oil, with NaOH-loaded Calcined fish bones as the catalyst. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(13), 15925–15930. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08249-7>
- EBTKE, H. (2021). *Peluang dan Tantangan Pemanfaatan Biodiesel Berbasis Minyak Jelantah*. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2021/03/09/2824/peluang.dan.tantangan.pemanfaatan.biodiesel.berbasis.minyak.jelantah>.
- Funk, D. (2019). *Certificate of Analysis SUPELCO 37 Component FAME Mix*.

- Hidayati, N., Ariyanto, T. S., & Septiawan, H. (2017). Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas menjadi Biodiesel dengan Katalis Kalsium Oksida. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, *1*(1), 1–5.
- Hosseinzadeh-Bandbafha, H., Li, C., Chen, X., Peng, W., Aghbashlo, M., Lam, S. S., & Tabatabaei, M. (2022). Managing the hazardous waste cooking oil by conversion into bioenergy through the application of waste-derived green catalysts: A review. *Journal of Hazardous Materials*, *424*(PC), 127636. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.127636>
- Miyuranga, K. A. V., Balasuriya, B. M. C. M., Arachchige, U. S. P. R., Jayasinghe, R. A., & Weerasekara, N. A. (2022). Comparison of Performance of Various Homogeneous Alkali Catalysts in Transesterification of Waste Cooking Oil. *Asian Journal of Chemistry*, *34*(12), 3157–3161. <https://doi.org/10.14233/ajchem.2022.23849>
- Perdana, B. E. G. (2021). Circular Economy of Used Cooking Oil in Indonesia: Current Practices and Development in Special Region of Yogyakarta. *Journal of World Trade Studies*, *6*(1) 28–39.
- Reyero, I., Arzamendi, G., Zabala, S., & Gandía, L. M. (2015). Kinetics of the NaOH-catalyzed transesterification of sunflower oil with ethanol to produce biodiesel. *Fuel Processing Technology*, *129*(1), 147–155. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2014.09.008>
- Ruhaiya, F., Choirun Nisa, H., Hafidh, M., & Kurniasih, E. (2020). Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit pada Produksi Biodiesel dengan Katalis Heterogen CaO. *Jurnal Teknik Dan Teknologi*, *15*(30), 23–29.
- Suryajaya, S. K., Mulyono, Y. R., Santoso, S. P., Yuliana, M., Kurniawan, A., Ayucitra, A., Sun, Y., Hartono, S. B., Soetaredjo, F. E., & Ismadji, S. (2021). Iron (II) impregnated double-shelled hollow mesoporous silica as acid-base bifunctional catalyst for the conversion of low-quality oil to methyl esters. *Renewable Energy*, *169*(1), 1166–1174. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.01.107>
- Tribunnews. (2022). *Pemerintah perlu Serius Memaksimalkan Minyak Jelantah sebagai Biodiesel*. <https://www.aprobi.or.id/pemerintah-perlu-serius-memaksimalkan-minyak-jelantah-sebagai-biodiesel/>
- Ulukardesler, A. H. (2023). Biodiesel Production from Waste Cooking Oil Using Different Types of Catalysts. *Processes*, *11*(7), 1-11. <https://doi.org/10.3390/pr11072035>
- USDA. (2019). *Indonesia Oilseeds and Products Annual 2019*. In *Global Agricultural Information Network*. [https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Oilseeds and Products Annual_Jakarta_Indonesia_3-15-2019.pdf](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Oilseeds%20and%20Products%20Annual%20Jakarta%20Indonesia%203-15-2019.pdf)
- Zhao, Y., Wang, C., Zhang, L., Chang, Y., & Hao, Y. (2021). Converting waste cooking oil to biodiesel in China: Environmental impacts and economic feasibility. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *140*. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110661>
- Zhou, X., Yan, H., Sun, Z., Feng, X., Zhao, H., Liu, Y., Chen, X., & Yang, C. (2021). Opportunities for utilizing waste cooking oil in crude to petrochemical process: Novel process design, optimal strategy, techno-economic analysis and life cycle society-environment assessment. *Energy*, *237*, 121530. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121530>