

PENGOLAHAN MINYAK GORENG BEKAS (JELANTAH) MENJADI BIODIESEL DENGAN KATALIS ENZIM DI KOTA DENPASAR

I Nyoman Tika¹, Kadek Wimardiyanti²

^{1,2}Jurusan Kimia, Universitas Pendidikan Ganesha
JI Udayana No 11 Singaraja-Bali Indonesia

e-mail: nyoman.tika@undiksha.ac.id

Abstrak

Limbah minyak goreng (*cooking oil*) telah dapat diolah menjadi biodiesel dengan katalis kimia, namun masalah yang muncul adalah banyak terbentuk endapan (sabun) dan gliserin, yang sudah dipisahkan. Tujuan kegiatan ini adalah untuk mentransfer teknik pengolahan limbah minyak goreng (minyak jelantah) menjadi biodiesel dengan menggunakan katalis enzim. Masalah masyarakat sasaran adalah produksi biodiesel menggunakan katalis basa, (NaOH dan KOH) sehingga terjadi penyabunan dan gliserida yang sulit dipisahkan. Mitra dalam kegiatan ini adalah salah satu dunia usaha yang bergerak dalam pengolahan minyak jelantah di Kota Denpasar yaitu CV Caritas yang berlokasi Ubung Kaja Denpasar, Dalam kegiatan ini melibatkan karyawan sebanyak 10 orang sebagai tenaga yang bekerja untuk memproduksi biodiesel. Metode pelaksanaan pengabdian masyarakat ini adalah metode PALS (*participatory action learning system*), yakni model pemberdayaan masyarakat dengan tahapan-tahapan kegiatan, (1) penyadaran, (2) pengkapisitasan dan (3) pendampingan. Kegiatan telah berlangsung dengan baik, dan mitra telah mendapat pengalaman langsung dalam teknologi produksi pengolahan minyak jelantah menjadi biodiesel dengan bantuan enzim dengan kualitas yang baik, Tingkat kepuasan khalayak sasaran dalam hal produk biodiesel yang dihasilkan dan proses pembuatannya sebesar 85%, cukup puas 14 % dan 1% biasa saja.

Kata kunci: minyak jelantah, biodiesel, enzim

Abstract

Residual product of cooking oil can be processed into biodiesel with a chemical catalyst, but the problem that arises is that a lot of sediment (soap) and glycerin are formed, which have been separated. The purpose of this activity is to transfer cooking oil waste processing techniques into biodiesel using an enzyme catalyst. The target community problem is the production of biodiesel using alkaline catalysts, (NaOH and KOH) so that saponification and glycerides occur which are difficult to separate. The partner in this activity is one of the businesses engaged in processing used cooking oil in Denpasar City, namely CV Caritas which is located in Ubung Kaja Denpasar. This activity involves 10 employees as workers who work to produce biodiesel. The method of

implementing this community service is the PALS (participatory action learning system) method, namely a community empowerment model with the stages of activities, (1) awareness, (2) capacity building and (3) mentoring. The results show that the activity has been going well, and partners have got direct experience in the production technology of processing used cooking oil into biodiesel with the help of enzymes with good quality. Level of satisfaction in terms of biodiesel products produced and manufacturing process is about 85%.

Keywords : cooking oil, biodiesel, enzymes

Pendahuluan

Limbah minyak goreng (jelantah) merupakan minyak bekas pakai, selama ini terbuang, namun pengolahan untuk bahan bakar belum banyak dilakukan (Chen et al. 2017). Di Bali semakin meningkat jumlahnya, seiring berkembangnya industry Pariwisata. Pariwisata membutuhkan sarana penunjang, seperti oleh-oleh khas Bali, seperti kacang kace, dan kacang kapri, industri rumah tangga, makanan cepat saji, sehingga industry itu menghasilkan limbah minyak goreng yang melimpah. Penanganan terhadap limbah ini harus terus diupayakan. Namun, hanya beberapa komponen masyarakat yang sadar bahwa limbah minyak goreng ini dapat dimanfaatkan menjadi produk olahan yang memiliki nilai ekonomi tinggi (Bezergianni et al. 2010)

Salah satu industry itu adalah CV Caritas yang berlokasi di jalan Ubung kaja 8 X Kodya Denpasar. CV ini telah mengusahakan mengolah minyak jelantah (bekas minyak goreng menjadi Biodiesel, kapasitas yang mampu diolah 1000 liter per hari. Dengan menggunakan katalis basa (kalium metilat dan metanol) mampu menghasilkan 250 liter /hari, sekitar 25% dari minyak jelantah awal. Sisanya yang 750 liter sisa pengolahan yang

masih heterogen, dalam bentuk gliserin. Gliserin yang jumlah sangat besar ini belum mampu dipisahkan karena teknologi penyaringan nya kurang baik, sehingga selama ini, gliserin yang merupakan hasil samping itu di kirim ke Jawa, tepatnya ke Sidoarjo, dengan harga Rp 3000/liter. Kondisi ini telah berlangsung kurang lebih 3 tahun.

Padahal gliserin memiliki aspek ekonomi yang tinggi banyak digunakan untuk keperluan berbagai industry yakni kosmetika, obat-obatan, industry makanan dan lain-lain (Kim and Han 2021) CV Caritas belum mampu melakukan pemisahan.

Biodiesel yang dihasilkan oleh CV Caritas ini, kualitasnya cukup, namun demikian produk biodiesel nya mampu dijual kembali ke Hotel-hotel dengan harga Rp 10.000,-. Produksinya sudah mencapai 400-500 liter biodiesel per hari

Biodiesel yang dijual Pertamina dan juga hanya menjualnya kepada Hotel dan restaurant saja, seperti yang dikatakan Pak Muhammad Saleh, yang mengelola CV Caritas ini. Biodiesel hasil CV Caritas ini, memang banyak diminati hotel-hotel besar, karena merupakan hasil barter pihak hotel. Image tentang Pengusaha hotel menggunakan biodiesel berbahan

baku minyak nabati, menunjukkan bahwa pihak hotel telah mengelola perusahaan dengan konsep ramah lingkungan (Tika et al. 2022).

Biodiesel digunakan oleh hotel dan restoran adalah untuk mesin pencukur rumput, dan mesin genset bila terjadi pemadaman listrik, sehingga tidak menimbulkan polusi udara.

Kemampuan produksi CV Caritas ini, sesungguhnya bisa dimaksimalkan menjadi 2000 liter minyak bekas sehari, namun karena penggunaan katalis NaOCH_3 (Natrium metoksida) dan methanol maka proses transesterifikasi menjadi lambat berlangsung, yakni kira-kira 12-18 jam untuk menghasilkan biodiesel.

Kelambatan ini dipengaruhi oleh jenis minyak jelantah dari berbagai sumber kondisinya sangat bervariasi baik dari segi warna, bau dan viskositas. (gambar 1), untuk menyeragamkannya maka dilakukan perlakuan awal dengan proses penyaringan.

Persiapan awal terhadap minyak jelantah itu, dilakukan dengan penyaringan yang menggunakan resin. Selama ini resin yang dipakai tidak diaktivasi, dan tidak pernah dilakukan regenerasi resin sehingga hasil penyaringan tidak konsisten, akibat kemampuan absorpsi telah mengalami titik jenuh. Banyaknya kontaminan dan beragamnya penyusun minyak jelantah itu, menyebabkan proses transesterifikasi dalam pembentukan biodiesel menjadi tidak sempurna. Kondisi ini mengakibatkan produksinya biodiesel dalam kategori cukup dan limbah gliserol yang dihasilkan masih sangat dominan dan heterogen.

CV. Caritas mendapatkan minyak bekas ini dari industri hotel, dan industri makanan dan rumah tangga yang berlokasi di kabupaten Badung, Kodya Denpasar dan Gianyar. Ada beberapa hotel dan restaurant di Denpasar yang mau menjual minyak jelantahnya ke CV Caritas dengan harga Rp.2.000/liter, diantaranya McDonald dan beberapa restaurant lainnya. Beberapa pengelola restoran biasanya memasok ke pengepul liar dengan harga Rp.3.500, - per liter, kemudian di jual kembali ke masyarakat luas dengan harga Rp 5000- 7000/liternya. Kondisi ini harus segera dicarikan jalan keluar mengingat kesehatan warga masyarakat taruhannya.

Produksi biodiesel dengan katalis enzim belum dilakukan oleh pengolahan CV.Caritas, selama ini menggunakan katalis KOH. Walaupun penggunaan enzim masih tahap awal penjajagan namun menarik untuk mengetahui kendala-dan respon sebagai bentuk temuan baru menggunakan enzim termostabil.

Oleh karena itu, pelaksanaan Pengabdian ini sangat berarti bagi para industri khususnya CV Caritas. Dengan (2), penggunaan katalis enzim pada proses transesterifikasi untuk menghasilkan biodiesel. Program ini sangat penting untuk (1) meningkatkan nilai ekonomi limbah minyak jelantah, (2) menekan penggunaan energi fosil, dengan mengonversi minyak jelantah menjadi biodiesel, (3) meningkatkan pendapatan industri pengolahan limbah minyak jelantah (4) meningkatkan harmonisasi masyarakat, (5) membangun jaringan pemasaran minyak jelantah ke Industri biodiesel.

Semua itu pada akhirnya dapat meningkatkan pendapatan masyarakat dan menimbulkan harmonisasi masyarakat luas.



Gambar 1. Permasalahan Masyarakat Sasaran

METODE

Masyarakat dan kelompok sasaran adalah pengusaha yang bergerak dalam industry pengolahan minyak jelantah menjadi biodiesel, yaitu CV Caritas, yang berlokasi di Jl. Ubung Kaja 8 Kodya Denpasar,

Kegiatan ini telah dilakukan pada semester ganjil 2019/2020, CV. Caritas sebagai penampung dan pengolahan minyak jelantah menjadi biodiesel, sehingga memiliki nilai tambah di kota Denpasar. Telah terjadi hubungan mutualisme itu dapat dijelaskan sebagai berikut, pertama UD Dewa-Dewi yang berada di Desa Nyanglan Kelod, sebagai produsen kacang kace, yang memiliki limbah minyak jelantah, sedangkan CV Caritas di Kodya Denpasar. Hubungan ini dapat meningkatkan nilai tambah secara

ekonomi, dan menjaga lingkungan, karena biodiesel merupakan produk yang ramah lingkungan.

Metode Pelaksanaan Kegiatan

Transfer teknologi produksi biodiesel dengan menggunakan katalis enzim. Metode PALS, prinsip dasar dari metode PALS (Participatory Action Learning System) yaitu dengan 3 tahap, yaitu penyadaran, peningkatan kapasitas, pendampingan dan evaluasi. (Tika, Ayu, and Agustiana 2020). Penyadaran dalam hal pemanfaatan limbah minyak goreng (jelantah) melalui pelibatan kelompok sasaran dalam proses pembelajaran partisipasi aktif dalam program aksi penerapan kepada mitra, sehingga dapat meningkatkan keterampilan mitra (pihak CV Caritas). Langkah ini dilakukan dengan cara pengenalan teknologi proses pengolahan limbah minyak jelantah menjadi biodiesel dengan menggunakan katalis enzim.

Kapasitasi masyarakat sasaran adalah untuk menjawab permasalahan yang dikemukakan di awal, maka perlu dilakukan usaha-usaha yang terpadu sebagai solusi untuk meningkatkan keterampilan dan teknologi masyarakat sasaran (pihak CV Caritas), tentang produksi biodiesel dari bahan baku minyak jelantah menjadi biodiesel.

Dalam kapasitasi dilakukan pelatihan pada masyarakat sasaran pada poses pembuatan biodiesel dengan katalis enzim sesuai dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Dibuat dulu bahan pelarutnya, bahan pelarutnya itu sering kita sebut Methoxide, cara membuatnya sangat mudah yakni dengan cara mencampurkan 900 ml methanol

dengan 21 gram soda api, diamkan selam kurang lebih 15 menit. Kalau sudah 15 menit berarti bahan pelarut yang disebut Methoxide sudah jadi, sekarang melangkah ke langkah selanjutnya.

- 2) Tambahkan enzim sebagai sebanyak 300 Unit dengan 3 liter minyak jelantah, dicampur dalam ember plastik, sambil diaduk. Kalau kedua bahan tadi sudah bercampur (methoxide dengan jelantah) sudah tertuang di dalam ember , lalu aduk pelah-pelan menggunakan sendok plastik selama 30 menit.
- 3) Kalau sudah diaduk selama 30 menit. Didiamkan selama 4-12 jam sampai terjadi pengendapan.
- 4) Kalau sudah 12 jam nanti akan terjadi endapan, ini ditandai dengan adanya 2 lapisan, yakni lapisan yang paling bawah warnanya agak gelap,(Crude Gliserin , dan lapisan yang paling atas warnanya agak bening , (Crude Biodiesel)
- 5) Langkah selanjutnya adalah memisahkan kedua bahan tersebut, ambil yang lapisan atas (Crude biodiesel) lalu dicuci.
- 6) Dilakukan aerasi dengan menggunakan pompa udara sampai muncul larutan menjadi putih susu.
- 7) Tak berapa lama kemudian akan terjadi 2 lapisan cairan yakni biodiesel dengan warna kekuningan dan air warna putih.
- 8) Pisahkan kedua lapisan cairan diatas, ambil crude biodiesel dengan menggunakan selang plastik lalu tampung di dalam ember plastik.
- 9) Biodiesel yang telah kita ambil , lalu panaskan dengan panci sampai 100 derajat celcius, biarkan agak

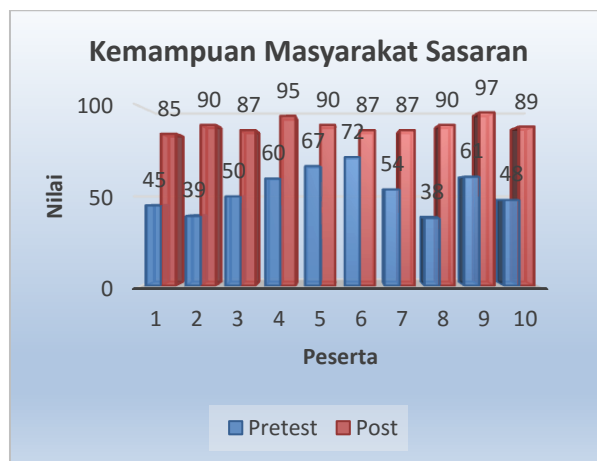
lama sampai sisa air dan metanol yang tersisa menguap.

- 10) Setelah yakin tidak ada sisa air dan sisa metanol, angkat lalu diinginkan, dan setelah dingin maka biodiesel, siap digunakan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi Biodiesel dengan katalis Enzim

Pelatihan diawali dengan memberikan pretest dengan materi biodiesel, peran katalis dalam produksi biodiesel dan proses penggunaan katalis enzim. Setelah diberikan pelatihan dilakukan post test, selanjutnya



Gambar 2. Kemampuan masyarakat sasaran selama pelatihan

Nilai rata-rata pretest kemampuan peserta pelatihan yakni sebesar 53.4 dan setelah pelatihan meningkat menjadi 89.7. Artinya dengan pelatihan yang dilakukan telah mampu meningkatkan kemampuan penguasaan pengetahuan tentang biodiesel, proses pembuatannya, serta peran katalis. Serta manfaat katalis

enzim terhadap produksi biodiesel. Berdasarkan gambaran ini maka perlu dilakukan penyegaran terhadap petugas yang bekerja berkaitan tentang produksi biodiesel, bila melakukan perekrutan pekerja baru.



Gambar 3. Nara sumber tim Pengabdian saat memberikan penjelasan tentang pembuatan biodiesel dengan Pengabdian di CV Caritas



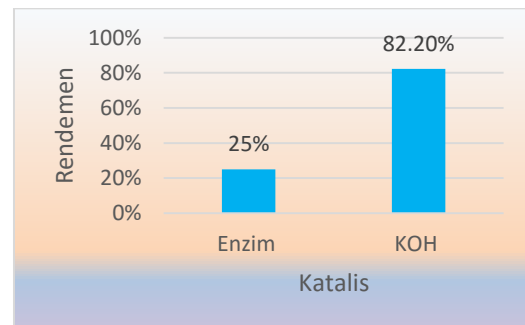
Gambar 4. Proses Pembuatan biodiesel dengan katalis Enzim.



Gambar 5. Proses Penyaringan minyak jelantah sebagai bahan baku untuk produksi biodiesel.

Kualitas biodiesel yang dihasilkan dari pelatihan ini telah menunjukkan hasil maksimal dengan kondisi yang sesungguhnya berdasarkan parameter sebagai berikut

Rendemen hasil pelatihan biodiesel dengan menggunakan kimia (KOH) dibandingkan dengan menggunakan katalis enzim. Adalah enzim 25% dan 82,20%, hasil dengan 25% sesungguhnya tinggi karena enzim mudah rusak, namun dalam pelatihan menggunakan enzim yang thermostable.



Gambar 6. Rendemen biodiesel dengan katalis enzim dibandingkan dengan katalis kimia (KOH).

Tabel 1. Karakteristik Biodiesel hasil pelatihan

Sample	Rendemen (%)	FFA (%)	Density (g/mL)	Flash Point (°C)
Standar	-	Max 0,5	0,85-0,89	Min 100
KOH	82,20	0,62	0,89	182,1
Enzim	25,0	0,52	0,85	173,2

Hasil pengolahan minyak jelantah selama pelatihan cukup baik. Namun masih menyisakan banyak endapan selama produksi. Endapan yang terbentuk bersifat organik karena enzim yang digunakan bisa menggumpal. Sedangkan kalau menggunakan katalis kimia seperti KOH akan menghasilkan gliserin, Kondisi ini disebabkan minyak jelantah tidak murni dan sangat heterogen (Enguilo Gonzaga et al. 2021).

Oleh karena minyak yang digunakan belum murni. Gliserin yang dihasilkan terus diupayakan untuk dilakukan pemisahan sehingga dihasilkan biodiesel yang baik.



Gambar 7. Produk Biodiesel selama pelatihan

Pembahasan

Dalam pembahasan ini akan diulas tentang kegiatan pengabdian ini, pada garis besarnya kegiatan ini menurut peserta dari pihak pihak CV Caritas sangat baik, karena kegiatan ini dapat meningkatkan beberapa hal antara lain: (a) metode pembuatan biodiesel dengan menggunakan enzim. Selama ini yang mereka ketahui adalah metode kimia, yang menggunakan NaOH dan KOH. (b) Efisiensi, pada aspek efisiensi ternyata baik dari sisi lingkungan, karena limbah berbahan kimia tidak digunakan, sehingga proses ini termasuk proses yang ramah lingkungan, walaupun proses pengadaan enzim relative masih diperlukan dari luar negeri.

Dari sisi produk biodiesel, kualitas yang dihasilkan relative lebih baik. Biodiesel yang baik adalah Biodiesel yang secara umum didefinisikan sebagai ester mono alkil dari tanaman dan lemak hewan merupakan bahan bakar alternatif yang sangat potensial digunakan sebagai pengganti solar karena kemiripan karakteristiknya.

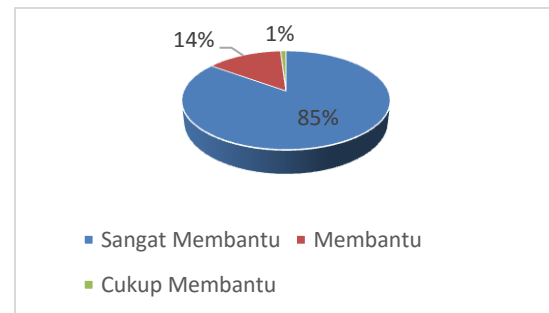
Selain itu biodiesel yang berasal dari minyak nabati merupakan bahan bakar yang dapat diperbaharui (renewable), mudah diproses, harganya relatif stabil, tidak menghasilkan cemaran yang berbahaya bagi lingkungan (non toksik) serta mudah terurai secara alami. (Kaushik, Kumar, and Kumar 2008) (Chen et al. 2013) Untuk mengatasi kelemahan minyak sawit, maka minyak sawit itu harus dikonversi terlebih dahulu menjadi bentuk metil atau etil esternya (biodiesel) (Venkata Subhash and Venkata Mohan 2011).

Bentuk metil atau etil ester ini relatif lebih ramah lingkungan namun juga kurang ekonomis (Pikula et al. 2019), karena menggunakan bahan baku minyak sawit goreng. Sementara itu, minyak goreng bekas atau jelantah dari industri pangan dan rumah tangga cukup banyak tersedia di Indonesia. Minyak jelantah ini tidak baik jika digunakan kembali untuk memasak karena banyak mengandung asam lemak bebas dan radikal yang dapat membahayakan kesehatan (Hu et al. 2021). Sebenarnya konversi langsung minyak jelantah atau minyak goreng bekas menjadi biodiesel sudah cukup lama dilakukan oleh para peneliti biodiesel namun beberapa mengalami kegagalan, karena minyak goreng bekas mengandung asam lemak bebas dengan konsentrasi cukup tinggi (Enguilo Gonzaga et al. 2021). Kandungan asam lemak bebas dapat dikurangi dengan cara mengesterkan asam lemak bebas dengan katalis asam homogen, seperti asam sulfat atau katalis asam heterogen seperti zeolit atau lempung teraktivasi asam (Erchamo et al. 2021).

Respon Masyarakat Sasaran

Respon masyarakat menunjukkan bahwa Kegiatan ini berkaitan dengan transfer teknologi kepada masyarakat sangat mereka butuhkan. Masyarakat biasanya memiliki system nilai yang sulit ditembus, sehingga bisa jadi melakukan resistensi pada difusi teknologi. Pada kegiatan ini, menunjukkan bahwa respon masyarakat terhadap kegiatan ini sangat antusias data diperoleh berdasarkan observasi dan wawancara

dengan respon para peserta karyawan dan pemilik usaha CV Caritas adalah 85 % sangat membantu, 14% cukup membantu dan 1 % biasa, Artinya masyarakat sasaran sangat antusias terhadap kegiatan transfer teknologi ini, sehingga perlu dilanjutkan.



Gambar 6. Tingkat kepuasan dalam hal produk biodiesel yang dihasilkan, proses pembuatannya masyarakat sasaran

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Kegiatan P2M ini telah berlangsung dengan baik, dan mitra telah mendapat pengalaman langsung dalam teknologi produksi pengolahan limbah jelantah diolah menjadi biodiesel dengan bantuan enzim.
2. P2M ini telah mampu memberikan sistem teknik pengolahan limbah minyak goreng (minyak jelantah) menjadi biodiesel dengan menggunakan katalis enzim pada proses trans-esterifikasi.
3. Tingkat kepuasan masyarakat sasaran sebesar 85%, cukup 14 % dan 1% biasa saja.

DAFTAR PUSTAKA

- Bezergianni, Stella, Athanasios Dimitriadis, Aggeliki Kalogianni, and Petros A. Pilavachi. 2010. "Hydrotreating of Waste Cooking Oil for Biodiesel Production. Part I: Effect of Temperature on Product Yields and Heteroatom Removal." *Bioresource Technology* 101(17):6651–56. doi: 10.1016/j.biortech.2010.03.081
- Chen, Chun Yen, Xin Qing Zhao, Hong Wei Yen, Shih Hsin Ho, Chieh Lun Cheng, Duu Jong Lee, Feng Wu Bai, and Jo Shu Chang. 2013. "Microalgae-Based Carbohydrates for Biofuel Production." *Biochemical Engineering Journal* 78:1–10. doi: 10.1016/j.bej.2013.03.006.
- Chen, Guanyi, Jing Liu, Jingang Yao, Yun Qi, and Beibei Yan. 2017. "Biodiesel Production from Waste Cooking Oil in a Magnetically Fluidized Bed Reactor Using Whole-Cell Biocatalysts." *Energy Conversion and Management* 138:556–64. doi: 10.1016/j.enconman.2017.02.036.
- Enguilo Gonzaga, Vania, Rubi Romero, Rosa María Gómez-Espinosa, Amaya Romero, Sandra Luz Martínez, and Reyna Natividad. 2021. "Biodiesel Production from Waste Cooking Oil Catalyzed by a Bifunctional Catalyst." *ACS Omega* 6(37):24092–105. doi: 10.1021/acsomega.1c03586.
- Erchamo, Yeshimebet Simeon, Tadios Tesfaye Mamo, Getachew Adam Workneh, and Yedilfana Setarge Mekonnen. 2021. "Improved Biodiesel Production from Waste Cooking Oil with Mixed Methanol–Ethanol Using Enhanced Eggshell-Derived CaO Nano-Catalyst." *Scientific Reports* 11(1):1–12. doi: 10.1038/s41598-021-86062-z.
- Hu, Zhi Yuan, Jun Luo, Zhang Ying Lu, Zhuo Wang, Pi Qiang Tan, and Di Ming Lou. 2021. "Interactions between Used Cooking Oil Biodiesel Blends and Elastomer Materials in the Diesel Engine." *ACS Omega* 6(7):5046–55. doi: 10.1021/acsomega.0c06254.
- Kaushik, N., Krishan Kumar, and Sushil Kumar. 2008. "Potential of *Jatropha Curcas* for Biofuels." *Journal of Biobased Materials and Bioenergy* 1(3):301–14. doi: 10.1166/jbmb.2007.002.
- Kim, Han-sook, and Sien-ho Han. 2021. "Improving the Skin Penetration of Cosmetics Containing Omega 3 Fatty Acids." 4(4):15–25.
- Pikula, K. S., A. M. Zakharenko, V. V. Chaika, A. K. Stratidakis, M. Kokkinakis, G. Waissi, V. N. Rakitskii, D. A. Sarigiannis, A. W. Hayes, M. D. Coleman, A. Tsatsakis, and K. S. Golokhvast. 2019. "Toxicity Bioassay of Waste Cooking Oil-Based Biodiesel on Marine Microalgae." *Toxicology Reports* 6(December 2018):111–17. doi: 10.1016/j.toxrep.2018.12.007.
- Tika, I. Nyoman, I. Gusti Ayu, and Tri Agustiana. 2020. "Pelatihan Pembuatan Kopi Fermentasi Pada Kelompok Wanita Tani Di

- Desa Wanagiri.” 1395–1400.
- Tika, I. Nyoman, I. Gusti Ayu, Tri Agustiana, and I. Nyoman Sukarta. 2022. “Biodiesel Production Using Mixture Immobilized Lipase from Bacillus BYW2 Thermophilic Bacteria with Rhizophus Isolat Local Singaraja (ILS).” 12(1):742–48.
- Venkata Subhash, G., and S. Venkata Mohan. 2011. “Biodiesel Production from Isolated Oleaginous Fungi Aspergillus Sp. Using Corncob Waste Liquor as a Substrate.” *Bioresource Technology* 102(19):9286–90. doi: 10.1016/j.biortech.2011.06.084.