

## **Pemanfaatan Potensi Minyak Goreng Bekas (Jelantah) sebagai Biodiesel**

**Kadek Yuniari Suryatini<sup>a,\*</sup> Ni Made Milati<sup>b</sup>**

<sup>a,b</sup> Universitas PGRI Mahadewa Indonesia

\*Pos-el: [yuniarisuryatini@gmail.com](mailto:yuniarisuryatini@gmail.com)

**Abstrak.** Peningkatan penggunaan minyak solar yang bersumber dari energi fosil dan terbatasnya cadangan minyak menyebabkan peningkatan impor minyak solar setiap tahunnya. Hal ini merupakan permasalahan yang nyata dan memerlukan solusi yang relevan. Berdasarkan hal tersebut, dalam upaya meningkatkan kemandirian energi dan keamanan energi nasional, Indonesia perlu mengembangkan bahan bakar pengganti yang bersifat terbarukan, lebih ramah lingkungan, dan harganya terjangkau oleh masyarakat. Salah satu energi terbarukan yang potensial untuk dikembangkan adalah biodiesel. Biodiesel merupakan salah satu jalur produksi *biofuel* potensial di Indonesia. Salah satu bahan baku biodiesel yang melimpah sehingga potensial untuk dikembangkan adalah minyak goreng bekas atau yang lebih dikenal dengan jelantah (*Used Cooking Oil /UCO*). Teknologi proses produksi biodiesel dari jelantah menggunakan tahap esterifikasi-transesterifikasi karena jelantah memiliki asam lemak bebas di atas 1%. Pemanfaatan potensi minyak goreng bekas (jelantah) untuk diolah menjadi biodiesel dapat menjadi salah satu solusi alternatif permasalahan energi saat ini di Indonesia.

**Kata-kata Kunci:** minyak goreng bekas, jelantah, biodiesel, minyak solar

### **PENDAHULUAN**

Penggunaan bahan bakar minyak berbasis fosil saat ini telah menjadi penyebab utama perubahan iklim dunia. Bahan bakar fosil meliputi minyak bumi, batu bara, dan gas alam, yang biasa digunakan manusia sebagai sumber energi untuk transportasi, industri, dan rumah tangga. Di seluruh dunia, minyak bumi, batu bara, dan gas alam memasok 88% dari kebutuhan energi global (Tim Nasional Pengembangan BBM, 2007). Dari berbagai macam produk olahan minyak bumi yang digunakan sebagai bahan bakar, maka yang paling banyak pemakaiannya adalah minyak solar. Kebutuhan minyak solar dari tahun ke tahun semakin meningkat karena minyak solar banyak digunakan sebagai bahan bakar berbagai jenis transportasi yang menggunakan mesin diesel (mobil dan kapal laut), bahan bakar berbagai jenis peralatan berat dan pesawat pengangkat (*excavator, crane* dll.), bahan bakar berbagai jenis peralatan bengkel, dan sebagai bahan bakar penggerak generator pembangkit tenaga listrik (Prasetyo, 2018). Hal ini menjadi permasalahan yang nyata dan memerlukan solusi

yang relevan mengingat kebutuhan bahan bakar yang terus meningkat dari tahun ke tahun (Wahyudi *et al.*, 2018).

Melihat kondisi tersebut, pemerintah telah memberikan perhatian serius untuk pengembangan bahan bakar nabati yang disebut sebagai *biofuel* yang terdiri dari biodiesel, bioetanol, dan *pure plant oil* dengan menerbitkan Instruksi Presiden Nomor 1 Tahun 2006 tanggal 25 Januari 2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati sebagai bahan bakar alternatif (Wangi, 2013). Kementerian ESDM juga telah menetapkan arah kebijakan di sektor energi yang mengedepankan pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan, salah satunya melalui pemanfaatan bahan bakar nabati (*biofuel*). *Biofuel* merupakan salah satu jenis bioenergi yang dinilai paling mudah dikonversi menjadi energi bahan bakar maupun listrik dan memiliki keunggulan dalam kualitas lingkungan (Andani *et al.*, 2019). Biodiesel merupakan salah satu jalur produksi *biofuel* potensial di Indonesia (Kristiana dan Baldino, 2021). Biodiesel adalah bahan bakar alternatif yang menjanjikan, bersifat ramah lingkungan, tidak mempunyai efek terhadap kesehatan, dapat dipakai sebagai bahan bakar kendaraan bermotor yang dapat menurunkan emisi dibandingkan dengan minyak diesel. Biodiesel dapat digunakan secara murni maupun dicampur dan dikhususkan untuk mesin jenis diesel (Devita, 2015).

Berdasarkan evaluasi kelayakan beberapa bahan baku biodiesel didapatkan bahwa jenis minyak nabati yang paling layak digunakan sebagai bahan baku biodiesel adalah minyak goreng bekas atau yang dikenal dengan jelantah (*Used Cooking Oil /UCO*) (Ruhayat dan Firdaus, 2006). Jelantah adalah limbah minyak yang berasal dari jenis minyak goreng seperti minyak jagung, minyak samin, minyak sayur (Setyawardhani & Wahyuni, 2009), minyak kelapa serta dari minyak kelapa sawit (Lubis, 1992). Berdasarkan riset yang dilakukan oleh *International Council on Clean Transportation (ICCT)*, Indonesia memiliki potensi menghasilkan jelantah 157 juta liter dari restoran, hotel, dan sekolah dari wilayah perkotaan. Untuk skala rumah tangga bisa mencapai 1.638 juta liter. Hal tersebut dikarenakan adanya peningkatan jumlah penduduk sehingga menyebabkan peningkatan konsumsi minyak goreng yang pada akhirnya berpotensi menghasilkan jelantah yang tinggi (Rahayu *et al.*, 2020). Berdasarkan uraian diatas penulis tertarik mengkaji pemanfaatan potensi minyak goreng bekas (jelantah) sebagai biodiesel.

## **PEMBAHASAN**

### **Biodiesel dari Jelantah**

Biodiesel adalah suatu nama generik untuk bahan bakar setara bahan bakar minyak solar yang diperoleh dari sumber yang dapat diperbaharui (*renewable sources*), minyak nabati, dan lemak hewan (Sidjabat, 2004). Secara kimia biodiesel termasuk dalam golongan mono alkil ester atau metil ester dengan panjang rantai antara 12-20. Hal ini yang membedakannya dengan petroleum diesel (minyak solar) yang komponen utamanya adalah

hidrokarbon (Nasution *et al.*, 2007). Proses pembuatan biodiesel dari jelantah melalui tahap berikut (Firdaus, 2009) : (1) proses pemurnian jelantah dari pengotor dan *water content*; (2) esterifikasi dari asam lemak bebas yang terdapat di dalam jelantah; (3) transesterifikasi molekul trigliserida ke dalam bentuk metil ester; dan (4) pemisahan dan pemurnian.

Teknologi proses produksi biodiesel yang berkembang saat ini dikelompokkan menjadi proses satu tahap (transesterifikasi) dan proses dua tahap (esterifikasi-transesterifikasi) (Hadrach *et al.*, 2018). Pembuatan biodiesel dari jelantah sebaiknya menggunakan proses dua tahap (esterifikasi-transesterifikasi) karena jelantah memiliki asam lemak bebas (*Free Fatty Acid/FFA*) di atas 1%. Esterifikasi adalah tahap konversi dari asam lemak bebas menjadi ester. Esterifikasi mereaksikan asam lemak dengan alkohol (Soerawidjaja, 2006) dan bersifat reversibel (Loterio *et al.*, 2005). Katalis-katalis yang cocok adalah zat berkarakter asam kuat seperti asam sulfat, asam sulfonat, asam sulfonat organik atau resin penukar kation asam kuat. Asam-asam tersebut biasa dipilih dalam praktek industrial (Soerawidjaja, 2006).

Pada proses produksi biodiesel dari jelantah, tahap esterifikasi diperlukan untuk mengesterifikasi asam lemak bebas dalam jelantah agar jumlahnya tidak terlalu banyak. Minyak yang mengandung asam lemak bebas lebih dari 1% akan membentuk formasi emulsi sabun yang menyulitkan pada saat pemisahan biodiesel (Hadrach *et al.*, 2018) serta mengurangi produksi biodiesel (Julianus, 2006). Tahap transesterifikasi merupakan reaksi antara trigliserida dengan alkohol membentuk metil ester asam lemak dan gliserol sebagai produk samping (Harold, 2003). Ketika konsentrasi asam lemak bebas dalam minyak tinggi, seperti dalam jelantah, produksi biodiesel melalui tahap esterifikasi dan transesterifikasi dengan katalis asam berpotensi mendapatkan konversi biodiesel yang hampir sempurna (Loterio *et al.*, 2005).

Berbagai penelitian tentang biodiesel telah dilakukan: Wang (2007) telah mensintesis biodiesel menggunakan proses katalisis dua tahap yaitu proses esterifikasi dengan katalis feri sulfat dan katalis basa potasium hidroksida. Proses pengolahan biodiesel yang menggunakan dua tahap yaitu esterifikasi dan transesterifikasi memerlukan konsumsi metanol dua kali lipat, rendemen biodiesel juga menurun sebesar 20-30% dan memerlukan waktu reaksi lebih lama; Saifudin *et al.*, (2009) telah mengembangkan teknik pengolahan biodiesel dari jelantah menggunakan proses enzimatis; dan Efendi *et al.*, (2018) meneliti sintesis biodiesel menggunakan metode esterifikasi-transesterifikasi berdasarkan jumlah pemakaian jelantah dan diperoleh reaksi esterifikasi-transesterifikasi mampu menghasilkan biodiesel dengan karakteristik yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk biodiesel yang dikeluarkan oleh BSN dengan nomor SNI 7182:2015.

Biodiesel memiliki beberapa keunggulan antara lain: (1) angka cetane tinggi ( $> 50$ ), makin tinggi bilangan cetane makin cepat pembakaran dan makin baik efisiensi termodinamisnya; (2) titik kilatnya tinggi, yakni suhu terendah yang dapat menyebabkan uap biodiesel menyala sehingga biodiesel lebih aman dari bahaya kebakaran pada saat disimpan maupun didistribusikan daripada minyak solar; (3) tidak mengandung sulfur dan benzena yang mempunyai sifat karsinogenik serta dapat diuraikan secara alami; (4) menambah

pelumasan mesin yang lebih baik daripada minyak solar sehingga memperpanjang umur pemakaian mesin; (5) mudah dicampur dengan minyak solar biasa dalam berbagai komposisi dan tidak memerlukan modifikasi mesin apapun; dan (6) mengurangi secara signifikan asap hitam dari gas buang mesin diesel, walaupun penambahan biodiesel ke dalam minyak solar hanya 5-10% (Kementerian Negara Riset dan Teknologi, 2006 *dalam* Bustaman, 2009).

Biodiesel selain memiliki keunggulan juga terdapat kelemahan. Minyak nabati mempunyai viskositas (kekentalan) 20 kali lebih tinggi dari bahan bakar diesel fosil sehingga mempengaruhi atomisasi bahan bakar dalam ruang bakar motor diesel. Atomisasi yang kurang baik akan menurunkan daya (tenaga) mesin dan pembakaran mesin menjadi tidak sempurna. Karena itu, viskositas minyak nabati perlu diturunkan melalui proses transesterifikasi metil ester nabati atau FAME. Proses ini menghasilkan bahan bakar yang sesuai dengan sifat dan kinerja diesel fosil. Selain itu, metanol yang digunakan juga masih menggunakan metanol impor (Bustaman, 2009).

### **Potensi Jelantah sebagai Biodiesel**

Semakin meningkatnya penggunaan minyak solar yang berasal dari sumber energi fosil atau sumber energi yang tak terbarukan dan semakin terbatasnya cadangan minyak telah menyebabkan peningkatan impor minyak solar yang semakin meningkat setiap tahunnya (Sugiyono, 2006). Oleh karena itu, untuk membantu meningkatkan kemandirian energi dan keamanan energi nasional, Indonesia perlu memanfaatkan bahan bakar pengganti yang bersifat terbarukan, lebih ramah lingkungan, dan harganya terjangkau oleh masyarakat (Ahmad *et al.*, 2016). Salah satu energi terbarukan yang potensial untuk dikembangkan adalah biodiesel. Salah satu bahan baku biodiesel yang cukup melimpah sehingga potensial untuk dimanfaatkan adalah jelantah (Kristiana dan Baldino, 2021).

Minyak goreng adalah minyak yang berasal dari lemak tumbuhan atau hewan yang dimurnikan dan berbentuk cair dalam suhu kamar dan biasanya digunakan untuk menggoreng makanan. Di Indonesia, sebagian besar minyak goreng diproduksi dari minyak kelapa sawit. Produksi minyak sawit hingga tahun 2010 mencapai 3 juta ton per tahun (Noriko *et al.*, 2012). Konsumsi per kapita minyak goreng di Indonesia mengalami peningkatan lebih dari 4 kali lipat yakni dari sekitar 5,2 kg/kapita tahun 1980 menjadi 10,7 kg/kapita tahun 2000 dan terus meningkat menjadi 19,7 kg/kapita tahun 2020 (PASPI-Monitor, 2021).

Fenomena meningkatnya konsumsi minyak goreng berpotensi menghasilkan jelantah yang jumlahnya semakin banyak juga (Mahreni, 2010). Jelantah mengandung senyawa-senyawa yang bersifat karsinogenik sehingga penggunaan jelantah yang berkelanjutan berdampak negatif pada kesehatan manusia (Chai *et al.*, 2014). Umumnya masyarakat menggunakan minyak goreng sebanyak dua kali kemudian sisanya dibuang ke tanah atau selokan sehingga berpotensi mencemari lingkungan berupa naiknya kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan BOD (*Biology Oxygen Demand*) dalam perairan, selain itu

menimbulkan bau busuk akibat degradasi biologi. Sebagai salah satu limbah cair yang bersifat organik, jelantah dapat dimanfaatkan atau diolah menjadi bentuk lain yang bernilai ekonomis dan tidak mencemari lingkungan. Jelantah saat ini juga dapat diperoleh secara gratis karena merupakan limbah yang sudah tidak digunakan lagi (Prasetyo, 2018). Pengolahan biodiesel dari jelantah merupakan langkah yang efektif untuk mengurangi dampak buruk jelantah terhadap manusia dan lingkungan, menurunkan harga bahan mentah biodiesel, serta dapat meningkatkan sustainabilitas produksi biodiesel (Chai *et al.*, 2014).

Biodiesel dari jelantah merupakan alternatif bahan bakar yang ramah lingkungan sebagaimana biodiesel dari minyak nabati lainnya. Hasil uji gas buang menunjukkan keunggulan jelantah dibandingkan dengan minyak solar terutama penurunan partikulat/debu sebanyak 65% (Kahar, 2009). Perbandingan tingkat emisi biodiesel dan minyak solar yaitu biodiesel menghasilkan tingkat emisi hidrokarbon yang lebih kecil sekitar 30% dibandingkan dengan minyak solar; emisi CO<sub>2</sub> juga lebih rendah sekitar 18%, emisi molekul partikulat lebih rendah 17%, sedangkan untuk emisi NO<sub>x</sub> lebih tinggi sekitar 10% sehingga secara keseluruhan tingkat emisi biodiesel lebih rendah dibandingkan dengan minyak solar sehingga penggunaannya lebih ramah lingkungan (Pramitha *et al.*, 2016). Perbandingan emisi biodiesel dari jelantah dan minyak solar dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Perbandingan Emisi Biodiesel dari Jelantah dan Minyak Solar

Hal	Jelantah	Minyak Solar
Emisi NO	1005,8 ppm	1070 ppm
Emisi CO	209 ppm	184 ppm
Emisi CH	13,7 ppm	18,4 ppm
Emisi partikulat/debu	0,5	0,93
Emisi SO <sub>2</sub>	tidak ada	ada

Sumber : Kahar (2009)

Menurut Sidjabat (2004), secara umum spesifikasi biodiesel masih masuk dalam ukuran standar bahan bakar solar. Dalam hal ini, bahan bakar biodiesel hasil pengolahan dari jelantah layak digunakan untuk mesin berbahan bakar diesel seperti halnya bahan bakar solar. Untuk mengetahui persyaratan standar mutu biodiesel dapat digunakan Standar Nasional Indonesia SNI 04-7182-2006 yang diukur dari berbagai parameter seperti kekentalan, massa jenis, titik nyala, dan lain-lain. Perbandingan karakteristik produk biodiesel dari jelantah dengan spesifikasi solar dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Perbandingan Biodiesel dari Jelantah dengan Minyak Solar

No	Karakteristik	Hasil Penelitian	Spesifikasi Solar	
			Minimal	Maksimal

1	Spesifik Gravity (gr/ml)	0,848	0,82	0,87
2	Viskositas kinematic (cP)	4,64	4,5	5,8
3	Indeks Bias	1,42	1,3	1,45
4	Nilai Kalor (MJ/Kg)	37,46	35	-

Sumber : Sidjabat (2004)

Pemanfaatan jelantah sebagai bahan bakar motor diesel merupakan suatu cara penanggulangan limbah jelantah yang menghasilkan nilai ekonomis serta menciptakan bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar solar yang bersifat ekonomis sekaligus ekologis (Kahar, 2009). Pemanfaatan kembali jelantah menjadi suatu bahan yang bermanfaat juga merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi tingkat pencemaran lingkungan (Inayanti & Dhanti, 2021). Pengolahan biodiesel dari jelantah juga merupakan cara yang efektif untuk menurunkan harga jual biodiesel karena murahnya biaya bahan baku (Zhang *et al.*, 2003).

Beberapa perusahaan otomotif di dunia telah menggunakan biodiesel tanpa melakukan modifikasi mesin. Biodiesel dapat digunakan secara murni atau disebut B100 dan dapat juga penggunaannya dicampur dengan solar. B20 berarti campuran biodiesel 20% dan solar 80%. Masing-masing negara menggunakan campuran yang berbeda (Hambali, 2006). Inovasi penggunaan biodiesel dari jelantah di Indonesia telah dilakukan. Prabasena (2016) menyatakan bahwa jelantah yang diproduksi dari restoran cepat saji dan perusahaan katering digunakan sebagai bahan baku untuk diolah menjadi biodiesel. Produk biodiesel ini digunakan sebagai campuran bahan bakar dengan minyak solar bagi *shuttle bus* di Bandara Internasional Soekarno-Hatta. Demikian juga Yandri (2012) mengemukakan jelantah sebagai limbah rumah tangga, restoran, dan pengusaha makanan telah diolah menjadi biodiesel dan digunakan untuk bus kampus Universitas Andalas (Unand) di Padang.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

1. Minyak goreng bekas (jelantah) mempunyai potensi yang besar sebagai bahan baku biodiesel karena ketersediaannya yang melimpah dan harganya relatif murah.
2. Pemanfaatan jelantah sebagai bahan baku biodiesel bersifat ekonomis dan ramah lingkungan.
3. Pemanfaatan jelantah untuk diolah menjadi biodiesel dapat menjadi salah satu solusi alternatif permasalahan energi saat ini di Indonesia.

### Saran

1. Masyarakat diharapkan ikut berperan aktif dalam pemanfaatan minyak goreng bekas (jelantah) dengan mengolahnya kembali menjadi berbagai produk yang bermanfaat sebagai salah satu upaya mengurangi pencemaran lingkungan.
2. Perencanaan pengelolaan limbah cair khususnya yang berasal dari limbah minyak goreng bekas (jelantah) perlu mendapatkan perhatian dari semua pihak sehingga mampu memberikan keuntungan ekonomis sekaligus ekologis.

### DAFTAR RUJUKAN

- Ahmad, H. S., Bialangi, N., & Salami, Y. K. (2016). Pengolahan Minyak Jelantah menjadi Biodiesel. *Jurnal Entropi* 11(2), 204-214.
- Andani, F. M., Nasution, A. H., & Ardiantoro, D. S. (2019). Analisis *Critical Succes Factor* Implementasi Program B20 untuk Pengembangan Berkelanjutan Industri Bahan Bakar Nabati. *Jurnal Sains dan Seni ITS* 8(2), 296-301.
- Bustaman, S. (2009). Strategi Pengembangan Industri Biodiesel Berbasis Kelapa di Maluku. *Jurnal Litbang Pertanian*, 28(2), 46-53.
- Chai, M., Tu, Q., Lu, M., & Yang, Y. J. (2014). Esterification Pretreatment of Free Fatty Acid in Biodiesel Production from Laboratory to Industry. *Fuel Processing Technology* 12, 106-113.
- Devita, L. (2015). Biodiesel sebagai Bioenergi Alternatif dan Prospektif. *Jurnal Agrica Ekstensia* 9(2), 23-26.
- Efendi, S., Hamzah, F. H., & Ali, A. (2018). Konsentrasi Katalis CaO dari Cangkang Telur Ayam pada Proses Transesterifikasi Biodiesel Minyak Biji Pangi. *Jurnal JOM FAPERTA* 5 (1), 1-12.
- Firdaus. (2009). Kimia Organik Fisis I. Program Studi Kimia. FMIPA. Universitas Hasanuddin.
- Hadrah, Kasman, M., & Sari, F. M. (2018). Analisis Minyak Jelantah sebagai Bahan Bakar Biodiesel dengan Proses Transesterifikasi. *Jurnal Daur Lingkungan* 1(1), 16-21.
- Hambali, E. 2006. Partisipasi Perguruan Tinggi dalam Pengembangan Biodiesel dan Bioethanol di Indonesia. *Prosiding Work*.

Harold, H., Craine, L. E., & David, J. H. (2003). *Kimia Organik*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Inayati, N. I. & Dhanti, K. R. (2021). Pemanfaatan Minyak Jelantah sebagai Bahan Dasar Pembuatan Lilin Aromaterapi sebagai Alternatif Tambahan Penghasilan pada Anggota Aisyiyah Desa Kebanggan Kec Subang. *Jurnal Budimas 3(1)*, 160-166.

Julianus, D. (2006). *Optimasi Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah*. Teknik Kimia UKI PAULUS. Makasar.

Kahar, A. (2009). Kinetika Metanolisis Berkatalisis Asam pada *Pre-treatment* Biodiesel dari Minyak Jelantah Berkadar Asam Lemak Bebas (ALB) Tinggi. FTU Rumul Keahlian Energi dan Sistem Proses Teknologi Kimia.

Kristiana, T. & Baldino, C. (2021). Jalur Produksi Bahan Bakar Nabati (Biofuel) Potensial di Indonesia: Gambaran Umum tentang Proses, Bahan Baku, dan Jenis Bahan Bakar. *International Council on Clean Transportation (ICCT)*.

Lubis, A. U. (1992). *Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq) di Indonesia*. PPP MARIHAT Bandar Kuala. Sumatra Utara.

Lotero, E., Liu, Y., Lopez, D. E., Suwannakarn, K., Bruce, D. A., & Goodwin Jr., J. G. (2005). *Synthesis of Biodiesel via Acid Catalysis. Industrial & Engineering Chemistry Research, 44*, 5353-5363.

Mahreni, M. (2010). Peluang dan Tantangan Komersialisasi Biodiesel. *Jurnal Eksergi 10(2)*, 15-26.

Nasution, M. A., Herawan, T., & Darmoko, D. (2009). Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Biodiesel Sawit terhadap Konsumsi dan Emisi Mobil Diesel Tipe *Common Rail*. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit 15(2)*, 91-102.

Noriko, N., Elfidasari, D., Perdana, A.T., Wulandari, N., & Wijayanti, W. (2012). Penggunaan dan Syarat Mutu Minyak Goreng pada Penjaja Makanan di *Food Court* di UAI. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi 1(3)*, 147-154.

PASPI-Monitor. (2021). Minyak Goreng Sawit dalam Perubahan Konsumsi Minyak Goreng di Indonesia. *Palm Oil Journal 2(25)*, 433-438.

Prabasena, B. (2016). Inovasi Penggunaan Biodiesel dari Minyak Jelantah Limbah Restoran pada *Shuttle Bus* antar Terminal di Bandara Soekarno-Hatta. *Warta Penelitian Perhubungan 28(5)*, 348-355.



- Pramitha, R. I., Haryanto, A., & Triyono, S. (2016). Pengaruh Perbandingan Molar dan Durasi Reaksi terhadap Rendemen Biodiesel dari Minyak Kelapa (*Coconut oil*). *Jurnal Teknik Pertanian* 5(3), 157-166.
- Prasetyo, J. (2018). Studi Pemanfaatan Minyak Jelantah sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia* 2 (2), 1-10.
- Rahayu, S., Aliyah, H. & Tukasmo. (2020). Pemanfaatan Minyak Jelantah dan Arang Kayu untuk Membuat Sabun Daur Ulang. *Jurnal Pengabdian KITA* 3(1).
- Ruhyat, N. & Firdaus, A. (2006). Analisis Pemilihan Bahan Baku Biodiesel di DKI Jakarta. Universitas Mercu Buana. Jakarta.
- Saifudin, N., Raziah A. Z., & Farah, H. N. (2009). *Production of Biodiesel from High Value Cooking Oil Using an Optimized Lipase Enzyme/Acid - Catalyzed Hybrid Process*, *E-Journal of Chemistry* 6(S1), 485-495.
- Sidjabat, O. (2004). Pengolahan Minyak Goreng Bekas (Jelantah) menjadi Bahan Bakar setara Solar dengan Proses Transesterifikasi. *Lembaran Publikasi LEMIGAS* 38(2), 27-31.
- Sugiyono, A. 2006. Peluang Pemanfaatan Biodiesel dari Kelapa Sawit sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Solar di Indonesia. PTPSE-BPPT. Jakarta.
- Setyawardhani, D. A. & Wahyuni, M. (2009). Pengaruh Rasio Metanol atau Minyak terhadap Parameter Kecepatan Reaksi Metanolisis Minyak Jelantah dan Angka Setana Biodiesel. Teknik Fakultas Teknik UNS.
- Soerawidjaja, T. H. (2006). Biodiesel sebagai Energi Alternatif Masa Depan. Seminar Nasional Fondasi-fondasi Ilmiah dan Keteknikan dari Teknologi Pembuatan Biodiesel. UGM. Yogyakarta.
- Tim Nasional Pengembangan BBN. (2007). BBN: Bakar Bakar Nabati. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Wahyudi, D. A., Ranto, & Basori. (2018). Analisis Perbandingan Biodiesel Minyak Sawit, Minyak Biji Kepuh, dan Minyak Jelantah terhadap Emisi Gas Buang dan Opasitas pada Mesin Diesel. *JIPTEL* 11(01), 22-26.
- Wang, Y., Ou, S., Liu, P. and Zhang, Z. (2007) *Preparation of Biodiesel from Waste Cooking Oil via Two Step Catalysed Process*. *Energy Conversion and Management* 48,

184-188.

Wangi, A. P. (2013). Pemanfaatan Limbah *Sludge* CPO menjadi Biodiesel sebagai Alternatif Energi Terbarukan (EBT). Seminar Nasional Sains dan Teknologi. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Lampung.

Yandri, V. R. (2012). Pemanfaatan Minyak Jelantah sebagai Biodiesel untuk Bahan Bakar Bus Kampus UNAND di Padang. *Jurnal Aplikasi IPTEK untuk Masyarakat 1(2)*, 119-125.

Zhang, Y., M. A., Dube, D. D. McLean, & M, Kates. (2003). *Biodiesel Production from Waste Cooking Oil: 1. Process Design and Technological Assessment, Bioresource Technology. Elsevier 89(1), 1-16.*