

## Pemanfaatan Limbah Minyak Goreng Dari Hasil Kuliner Pecel Lele Menjadi Biodiesel

Indah Sukria<sup>1</sup>, Andi Arif Setiawan<sup>2</sup>, Rahmawati<sup>3\*</sup>, M. Hapiz Hermansyah<sup>4</sup>  
\*e-mail: [rahmawati.mipa@univpgri-palembang.ac.id](mailto:rahmawati.mipa@univpgri-palembang.ac.id)

<sup>1,3</sup>*Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas PGRI Palembang*

<sup>2,4</sup>*Program Studi Sains Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi  
Universiti PGRI Palembang*

### ABSTRACT

The activity of making biodiesel from waste oil from pecel catfish is useful for reducing environmental pollution due to waste disposal, and reducing damage to the human body due to repeated consumption of oil. This study aims to analyze the quality of biodiesel from waste oil using a NaOH catalyst and with different variations of methanol content of 75%, 80%, 85% and 95%. The method used is an experiment in the laboratory. The addition of methanol with different levels of variation was measured for viscosity, density, moisture content and flash point with three repetitions. The results of these measurements indicate that the use of methanol with a level of 95% that meets the SNI standard with the results of an average viscosity of 5.1 cSt, an average density of 0.87 g/cm<sup>3</sup>, water content shows an average of 0.37% and average flash point 350°C.

**Keywords:** Biodiesel, Viscosity, Density, Moisture Content, Flash Point.

### ABSTRAK

Kegiatan pembuatan biodiesel dari limbah minyak hasil kuliner pecel lele bermanfaat untuk mengurangi pencemaran lingkungan akibat pembuangan limbah, dan mengurangi kerusakan tubuh manusia akibat mengkonsumsi minyak yang berulang kali. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas biodiesel dari limbah minyak menggunakan katalis NaOH dan dengan variasi kadar metanol yang berbeda 75%, 80%, 85% dan 95%. Metode yang digunakan yaitu eksperimen di laboratorium. Penambahan metanol dengan variasi kadar yang berbeda dilakukan pengukuran viskositas, densitas, kadar air dan titik nyala dengan tiga kali pengulangan. Hasil dari pengukuran tersebut menunjukkan bahwa penggunaan metanol dengan kadar 95% yang memenuhi standar SNI dengan hasil viskositas rata-rata 5,1 cSt, densitas dengan rata-rata 0,87 g/cm<sup>3</sup>, kadar air menunjukkan rata-rata 0,37% dan titik nyala rata-rata 350°C.

**Kata Kunci:** Biodiesel, Viskositas, Densitas, Kadar Air, Titik Nyala.

## PENDAHULUAN

Minyak goreng adalah minyak yang berasal dari nabati yang telah dimurnikan. Penggunaan minyak goreng yang terus menerus akan menghasilkan limbah minyak atau yang sering kita sebut minyak jelantah.

Minyak jelantah adalah limbah sisa penggorengan yang diendapkan dan kemudian dipakai kembali. Minyak jelantah mengandung asam lemak jenuh yang tinggi. Selama penggorengan minyak akan mengalami panas pada suhu yang tertinggi  $170^{\circ} - 180^{\circ}\text{C}$  memerlukan waktu yang lama, dalam pemanasan ini akan terjadinya proses oksidasi, polimerisasi dan hidrolisis yang akan menghasilkan senyawa hasil dari degradasi minyak seperti keton, aldehyd, dan polimer yang akan merusak kesehatan manusia (Lestari, 2010).

Minyak jelantah mengandung asam lemak jenuh yang sangat tinggi akibat proses pemanasan. Jenis asam lemak bebas yang berada di dalam minyak jelantah adalah asam lurik, asam misistat, asam palmitoleat, asam palmitat, stearat, dan asam oleat (Mukminin dkk, 2022). Pemakaian minyak jelantah umumnya hanya boleh dilakukan tiga kali pemakaian, maksud dari tiga kali pemakaian ialah minyak goreng telah dilakukan tiga kali proses pemanasan dan pendinginan, dikarenakan setelah melakukan tiga kali pemanasan dan tiga kali pendinginan kandungan nutrisi pada minyak hampir hilang atau tidak layak di konsumsi bagi tubuh lagi (Nurfadillah, 2011).

Proses daur ulang minyak jelantah agar bisa bermanfaat bagi manusia dan tidak merusak tubuh manusia ialah di produksi menjadi (Sinaga dkk, 2014). Minyak jelantah dapat bermanfaat jika dapat diolah dengan tepat. Salah satu proses penanganan terhadap minyak jelantah adalah mengolahnya menjadi biodiesel (Satriana dkk, 2012). Hal ini

dapat dilakukan karena minyak jelantah juga merupakan minyak nabati. Menurut (Siswani dkk 2012) Pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan bakar motor diesel merupakan suatu cara pengurangan limbah (minyak jelantah) yang menghasilkan nilai ekonomis serta menciptakan bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar solar

Selain itu, sebagai sumber pembuatan biodiesel yang murah dan banyak terdapat di sekitar masyarakat minyak jelantah merupakan limbah yang banyak mengandung senyawa senyawa yang bersifat karsinogenik. Mengingat hal tersebut maka biodiesel dapat saja dibuat dari minyak nabati yang tidak harus baru, seperti minyak jelantah (Setiawati dan Fatmir, 2012).

Biodiesel adalah senyawa metil yang telah didapatkan dari proses esterifikasi asam lemak yang berasal dari minyak hewani maupun minyak nabati dengan memiliki alkohol rantai pendek (Kapuji dkk, 2021). Biodiesel merupakan bahan bakar yang tersusun dari *mono-alkyl ester* yang datang dari asam lemak dengan rantai panjang, yang sumbernya bisa diperbaharui dari alam. Biodiesel juga dikenal dengan bahan bakar yang sangat ramah dengan lingkungan karena biodiesel menghasilkan emisi gas buang yang lebih bersih dibandingkan dengan solar (Efendi dkk, 2018). Biodiesel juga diartikan ester monokail yang berasal dari rantai panjang asam lemak yang berasal dari bahan yang terbarukan disaat biodiesel menggantikan solar sebagai bahan bakar, hal ini juga bisa menyebabkan pemanasan global. Biodiesel juga aromatik, yang mempunyai kandungan di dalamnya yang hampir tidak mempunyai sulfur dan biodiesel memiliki 11% oksigen yang berat (Ainy, 2015). Menurut Prasetyo (2018), biodiesel ini bisa dijadikan salah satu bahan bakar pengganti solar karena komposisi kimia-fisika antara solar dan

biodiesel tidak jauh berbeda. Pembakaran dari bahan bakar fosil dapat menghasilkan sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ) yang bisa menyebabkan polusi udara. Selain berfungsi sebagai energi terbarukan biodiesel juga memiliki keunggulan dibandingkan dengan bahan bakar yang lainnya karena biodiesel menghasilkan emisi yang lebih baik, ramah lingkungan, limbah asap dari pembuangan biodiesel tidak hitam dan asap buangnya berkurang 75% dibandingkan dengan asap pembuangan solar biasa, biodiesel ini bersifat *biodegradable*, karena lebih dari 90% biodiesel bisa terurai dalam waktu 21 hari.

#### 1) Viskositas

Viskositas merupakan tumbukan yang terjadi disekitar lapisan-lapisan yang bersampingan di dalam fluida (Damayanti dkk, 2018).

Viskositas adalah karakteristik sifat dari biodiesel yang diuji. Semakin besar viskositas biodiesel, maka akan semakin lambat aliran kecepatan, sehingga akan mempengaruhi proses otomasi bahan bakar menjadi terlambat (Efendi dkk, 2018).

Viskositas yang ditetapkan SNI lebih rendah yakni 2,3 – 6,0  $\text{mm}^2/\text{s}$ . Viskositas yang lebih rendah akan membuat *spray* yang terlalu halus dan tidak bisa masuk ke silinder pembakaran dan Sebaliknya (Gapur, 2014). Pengukuran viskositas menggunakan metode bola jatuh dengan cara :

- Siapkan alat dan bahan
- Timbang dan ukur diameter kelereng
- Masukkan biodiesel ke gelas ukur
- Ukur ketinggian biodiesel
- Jatuhkan kelereng dari permukaan atas biodiesel
- Hitung waktu saat kelereng jatuh ke bawah
- Catat hasil pengukuran
- Hitung viskositas biodiesel menggunakan rumus :

$$v = \frac{\mu}{\rho_{fluida}}$$

Dimana :

V = Viskositas Kinematik,  
cSt ( $\text{mm}^2/\text{detik}$ )

$\mu$  = viskositas dinamis  
(poise)

$\rho_{fluida}$  = masa jenis fluida

#### 2) Densitas

Densitas adalah masa jenis yang menunjukkan perbandingan massa persatuan volume. Hasil penurunan densitas dipengaruhi oleh tahap pemurnian yang kurang maksimal maka akan menghasilkan densitas yang bervariasi (Shintawati dan Sukaryo, 2018). Pengukuran densitas menggunakan piknometer dengan cara :

- Timbang massa dari piknometer kosong
- Tekan tare
- Masukan biodiesel kedalam piknometer
- Timbang piknometer yang telah berisi biodiesel
- Hitung densitas dengan rumus

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Dimana :

$\rho$  = massa jenis ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

m = massa (kg)

v = Volume ( $\text{m}^3$ )

#### 3) Kadar air

Kadar air yang berada di dalam minyak biodiesel adalah salah satu karakteristik untuk pengecekan mutu penentu kualitas biodiesel. Semakin sedikit kadar air yang tercampur di dalam minyak biodiesel maka semakin rendah kadar asam bebas yang berada di dalam minyak biodiesel (Efendi dkk, 2018). Kadar air akan membuat kualitas minyak menurun, jadi semakin sedikit kadar air di

dalam minyak maka semakin besar kualitas minyak yang dihasilkan dan sebaliknya (Handayani, 2015). Untuk menentukan kadar air memakai rumus :

$$ka = \frac{ba - bs}{ba} \times 100\%$$

keterangan :

Ka = Kadar air (%)

ba = Bobot awal sampel beserta cawan sebelum di lakukan pemanasan (gram).

bs = Bobot akhir yang telah di lakukan pemanasan (gram).

### Karakteristik Biodiesel

Indonesia melalui badan Standarisasi Nasional sudah menetapkan SNI untuk produk biodiesel yang sebagian parameteranya tercantum dalam tabel 1.

Tabel 1. Standar dan mutu biodiesel

No	Parameter	Satuan	Nilai	Motod e uji
1.	Massa jenis	kg/m <sup>3</sup>	0,85 - 0,89	ASTM D 1298
2.	Viskositas kinematik	mm <sup>2</sup> /s (cSt)	2,3 - 6,0	ASTM D 445
3.	Angka setana		Min 5	ASTM D 613
4.	Titik nyala	°C	Min 100	ASTM D 93
5.	Air dan sendimen	%	Maks 0,5	ASTM D 2709
6.	Titik kabut	°C	Maks 18	ASTM D 2500
7.	Angka setana	Mg-KOH/g	Maks 0,8	AOCS Cd 3D-63 astm d-664

Sumber : Aziz dkk, 2011

#### 4) Titik Nyala

Titik nyala adalah suhu terbawah yang berasal dari bahan bakar minyak, penyalaan akan

timbul jika pada permukaan minyak di dekatkan dengan api yang menyala (Riyanti dkk, 2012). Titik nyala yang tinggi pada suatu bahan, maka bahan tersebut akan susah terbakar, dan sebaliknya.

Titik nyala terkecil yang berada di biodiesel adalah 100°C yang bertujuan mengeliminasi kontaminasi metanol yang di akibatkan oleh proses konversi minyak nabati yang bekerja tidak sempurna (Gapur, 2014).

### BAHAN DAN METODE

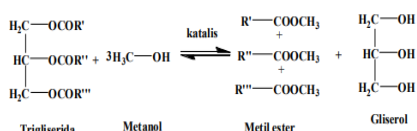
Alat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu pemanas, termometer, neraca, panci, gelas ukur, batang pengaduk, pipet tetes, botol air minum, piknometer, termogan, kelereng, korek api, mikrometer sekrup, stopwatch. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak jelantah, katalis NaOH, metanol dengan kadar 75%, 80%, 85%, 95%, air, dan masker lima lapis.

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dimana bahan baku pembuatan biodiesel adalah minyak jelantah yang dihasilkan dari kuliner pecel lele yang di saring dan sebanyak 1 liter lalu dilakukan proses transesterifikasi dicampur dengan katalis basa homogen dan variasi kadar metano; 80%, 85%, 90%, 95% dan dilanjutkan dengan pengukuran kualitas biodiesel

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun transesterifikasi adalah salah satu tipe reaksi dalam kimia organik, yaitu reaksi untuk mengubah senyawa ester menjadi bentuk ester lainnya melalui pertukaran gugus alkoksi. Bila ester direaksikan dengan suatu alkohol, maka proses transesterifikasi ini disebut

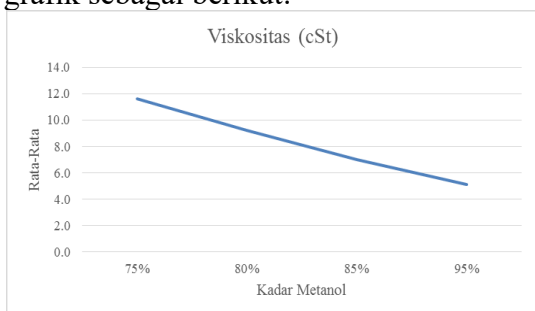
dengan alkoholisis. Alkohol rantai pendek yang dapat digunakan untuk reaksi esterifikasi adalah metanol dan etanol. Metanol lebih disukai karena murah dan memiliki reaktivitas lebih tinggi dari pada etanol. Hasil dari reaksi transesterifikasi antara trigliserida dengan metanol ini adalah senyawa fatty acid methyl ester (FAME) atau dikenal juga sebagai biodiesel.



Bagan 2. Reaksi Transesterifikasi

Hasil dari pengukuran viskositas Biodiesel dengan menggunakan variasi kadar metanol yang berbeda, yaitu 75%, 80%, 85% dan 95% dilakukan 3 kali pengulangan didapatkan Gambar 1.

Analog data yang sama didapatkan grafik sebagai berikut:

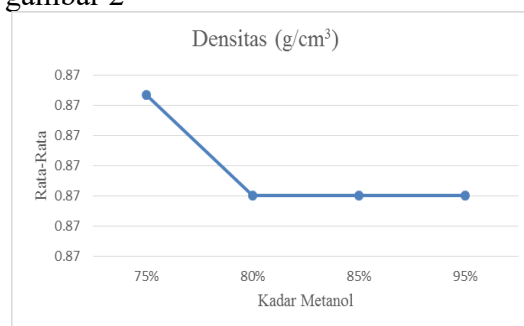


Gambar 1 Grafik Viskositas Biodiesel

Gambar 1 diatas terlihat bahwa pengukuran viskositas biodiesel mengalami penurunan. Kadar metanol yang paling tinggi viskositasnya adalah kadar metanol 75% mendapatkan hasil dengan rata-rata 11,6 cSt dan viskositas terendah ada pada kadar metanol 95% dengan hasil 5,1 Cst. Maka, bisa disimpulkan semakin besar kadar metanol yang dipakai maka semakin rendah viskositasnya, hal ini terjadi karena kadar metanol 75%, 80%, dan 85% memiliki kadar air yang tinggi maka, tidak bisa mengikat asam lemak yang tinggi dari minyak jelantah.

Menurut Aini dkk, 2020 nilai viskositas yang rendah dapat memudahkan aliran pada mesin, sebaliknya jika viskositas terlalu tinggi atau terlalu kental akan menyulitkan aliran pada mesin. Hasil pengukuran viskositas yang sesuai dengan standar SNI, yaitu penggunaan kadar metanol 95%.

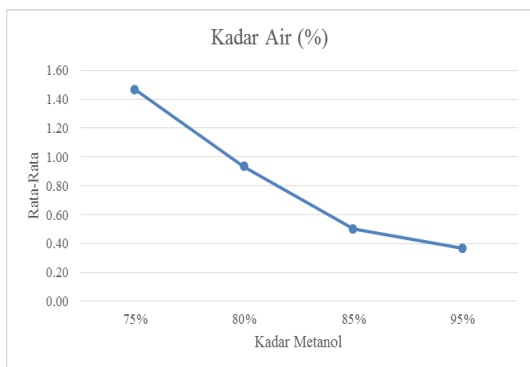
Hasil dari pengukuran densitas Biodiesel dengan menggunakan variasi kadar metanol yang berbeda, yaitu 75%, 80%, 85% dan 95% dilakukan 3 kali pengulangan di dapatkan Gambar 4.2. Mengukur masa jenis (densitas) biodiesel Analog data diatas didapatkan grafik gambar 2



Gambar 2 Grafik Densitas Biodiesel

Grafik 2 menunjukkan bahwasanya pengukuran densitas biodiesel dengan kadar metanol 75% mendapatkan hasil dengan rata-rata 0,87 g/cm<sup>3</sup>, selanjutnya kadar metanol 80% mendapatkan hasil dengan rata-rata 0,87 g/cm<sup>3</sup>, volume metanol 85% hasil rata-ratanya 0,87 g/cm<sup>3</sup> dan hasil dari volume metanol 95% adalah 0,87 g/cm<sup>3</sup>. Jadi bisa disimpulkan bahwasannya pengukuran densitas biodiesel memenuhi standar SNI Biodiesel, dengan rata-rata 0,85 – 0,89 g/cm<sup>3</sup>.

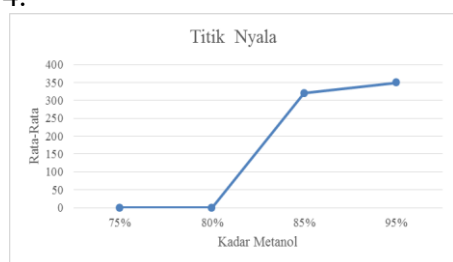
Hasil dari pengukuran Kadar air Biodiesel dengan menggunakan variasi kadar metanol yang berbeda, yaitu 75%, 80%, 85% dan 95% dilakukan 3 kali pengulangan didapatkan Gambar 4.2.



Gambar 3 Grafik Kadar Air biodiesel

Grafik 3 diatas bisa dilihat bahwasannya penurunan dari kadar air biodiesel yang dihasilkan berdasarkan kadar metanol yang dipakai mengalami penurunan. Kadar air terbesar terdapat pada kadar metanol 75% dengan rata-rata 1,47%, dan kadar air terendah penggunaan kadar metanol 95% dengan rata rata 0.37. Jadi dapat disimpulkan bahwasannya semakin besar volume metanol yang di pakai maka akan semakin rendah kadar airnya. Pengukuran kadar air yang sesuai dengan SNI yaitu penggunaan metanol 95% , dengan rata-rata SNI biodiesel yaitu <0,5%. Aini dkk, 2020 berpendapat semakin kecil kadar air yang diperoleh maka akan menghasilkan kualitas biodiesel yang baik.

Hasil dari pengukuran titik nyala Biodiesel dengan menggunakan variasi kadar metanol yang berbeda, yaitu 75%, 80%, 85% dan 95% dilakukan 3 kali pengulangan di dapatkan Gambar 4.



Gambar 4 Grafik Titik Nyala Biodiesel

Gambar 4 terlihat bahwa grafik menunjukkan bahwasannya semakin besar volume metanol yang dipakai, maka semakin tinggi hasil titik nyalanya. Titik nyala yang sesuai dengan standar SNI sebesar minimal 100<sup>0</sup>C. Kadar metanol 75% dan 80% tidak mendapatkan titik nyala, hal ini dikarenakan kadar metanol 75% dan 80% mempunyai kadar air yang relatif tinggi, sehingga titik nyalanya relatif lebih rendah di mandingkan kadar metanol 85% dan 95%. maka bisa di definisikan bahwasannya penggunaan metanol 75% dan 85% tidak masuk di dalam standar SNI. Penggunaan kadar metanol 85% dan 95% mendapatkan hasil titik nyala dengan rata-rata 320<sup>0</sup>C untuk kadar metanol 85% dan untuk kadar metanol 95% mendapatkan hasil rata-rata 350<sup>0</sup>C, maka bisa di artikan volume metanol 85% dan 95% termasuk standar SNI biodiesel.

Penelitian ini menggunakan metanol yang merupakan bahan utama pembuatan biodiesel dengan pemanasan biodiesel pada suhu 50<sup>0</sup>C. Menurut Proses pemanasan minyak jelantah 50<sup>0</sup>C agar katalis yang akan di campurkan tidak mengalami kerusakan akibat panas dari minyak jelantah (Elma, dkk 2016).

Penelitian ini mendapatkan hasil biodiesel yang memenuhi parameter uji biodisel adalah dengan menggunakan kadar metanol 95% dan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI 04-7128: 2006). Sejalan dengan penelitian Demirbas (2007), katalis homogen NaOH yang paling optimum menggunakan katalis 95% sampai 98%.

## KESIMPULAN

Kualitas biodiesel yang di hasilkan dari limbah minyak jelantah

dengan pemakaian variasi kadar metanol yang sesuai dengan ketentuan SNI yaitu memakai kadar metanol 95% dengan hasil viskositas sebesar 5,1 Cst, dan 0,87 g/cm<sup>3</sup> hasil densitas dan kadar air sebesar 0.37%.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada rektor universitas PGRI Palembang yang telah memfasilitasi studi ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ainy, Z. (2015). Pengaruh Konsentrasi Aktivator Arang Aktif Serbuk Kayu Terhadap Karakteristik Biodiesel Minyak Jelantah. *Skripsi*. Program Sarjana Teknik Fisika Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya. Diperoleh dari <https://repository.its.ac.id/75516/>
- Aini, Z., Yahdi., Sulistiyana. (2020). Kualitas Biodiesel dari Minyak Jelantah Menggunakan Katalis Cangkang Telur Ayam Ras dengan Perlakuan Suhu yang Berbeda. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*, 2(2): 98-115. <https://journal.uinmataram.ac.id/index.php/spin/article/view/2723>
- Damayanti, Y., A. D. Lesmono, dan T. Prihandono. (2018). Kajian Pengaruh Suhu Terhadap Viskositas Minyak Goreng Sebagai Rancangan Bahan Ajar Petunjuk Praktikum Fisika. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(3): 307-314. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JPF/article/download/8606/5862#:~:text=Berdasarkan%20hasil%20analisis%20data%20yang,viskositas%20minyak%20goreng%20semakin%20rendah>
- Demirbas, A. (2007). Biodiesel dari Minyak Bunga Matahari dalam Metanol Superkritis dengan Kalsium Oksida. *Jurnal enconman*, 48(3): 937-941. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196890406002378>
- Efendi, R., H. A. N. Faiz, dan E. R. Firdaus. (2018). Pembuatan Biodiesel Minyak Jelantah Menggunakan Metode Esterifikasi Berdasarkan Jumlah Pemakaian Minyak Jelantah. *Jurnal Polban*, 09(2):402-409. <https://jurnal.polban.ac.id/ojs-3.1.2/proceeding/article/view/1129>
- Elma, M., S. A. Suhendra, dan Wahyuuddin. (2016). Proses Pembuatan Biodiesel dari Campuran Minyak Kelapa Dan Minyak Jelantah. *Jurnal Konversi*, 5(1): 8-17 <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/konversi/article/viewFile/4772/4155>
- Gapur, A. (2014). Pemanfaatan Cangkang Kerang Hijau, Kerang Darah, Dan Remis Sebagai Katalis Heterogen Untuk Produksi Biodiesel. *Prosiding Seminar Literatur*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau. Pekanbaru.
- Kapuji, A., S. Hadi, dan Z. Arifi. (2021) . Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak jelantah. *Jurnal Chemtech*, 7(1): 1-6. <https://ejournal.lppmunsera.org/index.php/Chemtech/article/view/3375>

- Lestari, P. P. (2010). Pemanfaatan Minyak Goreng Jelantah Pada Pembuatan Sabun Cuci Piring Cair. *Disertasi*. Program Magister Teknik Program Pascasarjana Universitas Sumatera Utara (dipublikasikan). Diterima dari <https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/36794>
- Mukminin, A., E. Megawati., K. Warsa., Yuniarti, dan W. Azizul. (2022). Analisis Kandungan Biodiesel Hasil Reaksi Transesterifikasi Minyak Jelantah Berdasarkan Perbedaan Konsentrasi Katalis NaOH Menggunakan GC-MS. *Jurnal Ilmiah Universitas Muhammadiyah Buton*, 8(1):146-158. <https://jurnal-umbuton.ac.id/index.php/Pencerah/article/view/1897>
- Nurfadillah. (2011). Pemanfaatan dan Uji Kualitas Biodiesel Dari Minyak Jelantah . *Skripsi*. Program Sarjana Universitas Islam Negeri Alauddin (dipublikasikan). Diterima dari <http://repositori.uin-alauddin.ac.id>
- Riyanti, F., Poedji L.h., dan Catur D. L. (2012). Pengaruh Variasi Konsentrasi Katalis KOH pada Pembuatan Metil Ester dari Minyak Biji Ketapang (*terminlia catappa Lin*). *Jurnal Penelitian Sains*, 15(2):74-78.
- Satriana., Elhusna, N., Desrina., Supardan, D. (2012). Karakteristik Biodiesel Hasil Transesterifikasi Minyak Jelantah Menggunakan Teknik Kavitas Hidrodinamik. *Jurnal Jurusan Teknik Kimia* Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh
- Setiawati, E., Edwar, F. (2012). Teknologi Pengolahan Biodiesel Dari Minyak Goreng Dengan Teknik Mikrofiltrasi dan transesterifikasi Sebagai Alternatif Bahan Bakar Mesin Diesel. Balai Riset dan standarisasi Industri Banjarbaru.
- Shintawati, D. P., dan Sukaryo. (2018). Uji Karakteristik Biodiesel Berbahan Dasar Limbah Jeroan Ikan Diproses Menggunakan Mikrogelombang. *Jurnal Metana*, 14(2): 37-42.
- Sinaga, S. V., A. Haryanto, dan S. Triyono. (2014). Pengaruh Suhu dan Waktu Reaksi Pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 3(1): 27-34. <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP/article/view/379>
- Siswani, E D., Susila Kristianingrum., Suwardi. (2012). Sintesis dan Karakterisasi Biodiesel dari Minyak Jelantah Pada Berbagai Waktu dan Suhu. *Jurnal FMIPA. UNY*