

Uji Karakteristik Hasil Transesterifikasi Dari Minyak Jelantah Kelapa Terhadap Pengaruh Variasi Konsentrasi Katalis KOH Dengan Pelarut Metanol

Debora Ariyani¹⁾, Eka Megawati²⁾, Yuniarti³⁾
¹⁻³⁾Sekolah Tinggi Teknologi Migas, Balikpapan
Email : debora.ariyani88@gmail.com

Abstrak

Minyak jelantah kelapa merupakan minyak goreng yang digunakan dalam beberapa kali penggorengan, maka tidak aman bagi kesehatan dan cukup berbahaya bagi ekosistem. Salah satu pemanfaatan minyak jelantah kelapa yakni diolah sebagai bahan baku produksi biodiesel melalui proses transesterifikasi dan pengujian karakteristik untuk mengetahui kualitas minyak yang dihasilkan. Pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan baku pembuatan biodiesel dapat mengurangi pencemaran lingkungan air. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi katalis terhadap % yield metil ester yang dihasilkan dan mengetahui hasil uji karakteristik pada % FFA, % Yield, Angka Asam, menggunakan katalis KOH dan membandingkan hasil uji % yield. Metode yang digunakan sederhana yakni metode refluks pada proses esterifikasi dengan perbandingan 5:2:1 (sampel: methanol: katalis) dan proses transesterifikasi dengan memvariasikan konsentrasi katalis KOH 0,2%, 0,4% dan 0,6%. Hasil Penelitian pada pengujian awal diperoleh nilai % FFA sebesar 3,9% dan dilanjutkan dengan proses esterifikasi diperoleh nilai % FFA sebesar 0,9%. Setelah itu dilanjutkan keproses transesterifikasi diperoleh hasil ujikarakteristik dengan pH 7 dan didapatkan nilai rata-rata % FFA 0,6 %, nilai massa jenis diperoleh 839Kg/m³, 850 Kg/m³, dan 846 Kg/m³, nilai angka asam sebesar 1, 1,2, 1,4 dan nilai % yield sebesar 63 %, 56 % dan 55%. Variasi konsentrasi katalis yang digunakan dalam reaksi transesterifikasi mempengaruhi produk biodiesel (metil ester) yang dihasilkan dimana diperoleh % yield terbaik pada variasi konsentrasi katalis terendah 0,2 %, maka semakin rendah konsentrasi katalis KOH yang digunakan maka semakin tinggi nilai % yield yang dihasilkan. Dan hasil perbandingan uji karakteristik pada % yield Penulis (2022) diperoleh sebesar 63 %, 56% dan 55% dimana nilai % yield optimum sebesar 63%.

Kata Kunci: biodiesel, minyak jelantah kelapa, katalis KOH.

Abstract

Coconut cooking oil is a cooking oil that is used in several frying pans, so it is not safe for health and quite dangerous for the ecosystem. One use of used coconut oil is processing it as raw material for biodiesel production through a transesterification process and characteristic testing to determine the quality of the oil produced. Utilizing used cooking oil as raw material for making biodiesel can reduce environmental pollution. The research aims to determine the effect of variations in catalyst concentration on the % yield of methyl ester produced and determine the results of characteristic tests on % FFA, % Yield, Acid Number, using the KOH catalyst and compare the results of the % yield test. . The method used is simple, namely the reflux method in the esterification process with a ratio of 5:2:1 (sample: methanol: catalyst) and the transesterification process by varying the KOH catalyst concentration of 0.2%, 0.4% and 0.6%. Research results in the initial test obtained a %FFA value of 3.9% and continued with the esterification process obtained a %FFA value of 0.9%. After that, proceed to the transesterification process, characteristic test results were obtained with a pH of 7 and an average % FFA value of 0.6% was obtained, the density value was 839Kg/m³, 850 Kg/m³, and 846 Kg/m³, the acid number value was 1, 1.2, 1.4 and % yield values of 63%, 56% and 55%. Variations in catalyst concentration used in the transesterification reaction affect the biodiesel (methyl ester) product produced where the best % yield is obtained at the lowest catalyst concentration variation of 0.2%, so the lower the KOH catalyst concentration used, the higher

the % yield value produced. And the results of the comparison of characteristic tests on the Author's % yield (2022) were 63%, 56% and 55%, where the optimum % yield value was 63%.

Keywords: biodiesel, coconut waste cooking oil, KOH catalyst.

Pendahuluan

Dilihat dari kondisi kebutuhan dunia akan bahan bakar semakin meningkat membuat pemerintah memberikan perhatian serius untuk melakukan pengembangan bahan bakar nabati yang terdiri dari biodiesel, bioetanol dan pure plant oil dengan menerbitkan Instruksi Presiden nomor 1 tahun 2006 tanggal 26 Januari 2016 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati. Oleh karena itu program energi dunia kini berfokus pada pengembangan sumber energi alternatif dengan karakteristik ramah lingkungan, energi hijau, dan lingkungan bersih. (Trisnaliani Lety, dkk, 2017). Salah satu bahan bakar alternatif yang berpotensi mengatasi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak bumi adalah biodiesel. Biodiesel merupakan suatu bahan bakar karbon netral yang terbuat dari sumber yang dapat diperbaharui seperti minyak nabati dari tumbuh-tumbuhan dan lemak yang berasal dari hewani dimana bahan bakunya masih sangat besar untuk dikembangkan (Kapuji Andri, dkk, 2021). Biodiesel juga bahan bakar yang ramah lingkungan karena menghasilkan emisi gas buang yang relatif lebih bersih. Bahan baku yang berpotensi besar dalam pembuatan biodiesel di Indonesia adalah minyak kelapa, minyak kelapa memiliki potensi untuk menghasilkan *Coco methyl ester* yang dapat digunakan sebagai bahan baku biodiesel karena minyak kelapa memiliki kandungan ester sangat tinggi. Minyak kelapa biasa diolah menjadi minyak goreng yang berbentuk cair dalam suhu kamar dan digunakan untuk menggoreng makanan. Minyak goreng dapat digunakan dalam beberapa kali penggorengan. Selama penggorengan, minyak goreng akan mengalami pemanasan pada suhu tinggi. Dan menyebabkan perubahan warna dan berbahaya bagi kesehatan manusia sehingga minyak goreng tersebut dibuang menjadi limbah. Maka minyak tersebut dapat dikatakan telah rusak atau dapat disebut minyak jelantah (Nur Hidayanti, dkk 2017).

Berdasarkan hasil evaluasi, bahan baku paling layak untuk biodiesel adalah minyak jelantah (Kapuji Andri, dkk, 2021). Minyak jelantah memiliki potensi yang cukup besar untuk dikembangkan menjadi bahan bakar biodiesel karena memiliki asam lemak tinggi yang berasal dari minyak kelapa, karena mempunyai kandungan ester yang tinggi dan ramah lingkungan dan tidak merusak mesin, tetapi perlu dilakukan upaya untuk

menstabilkan molekul dalam minyak kelapa terhadap pengaruh temperatur dan mengurangi tingginya nilai kekentalan, dengan cara mengolahnya melalui 2 proses yakni esterifikasi (menurunkan kadar FFA pada bahan baku) dan transesterifikasi (konversi trigliserida menjadi metil ester) dengan bantuan katalis untuk mempercepat reaksi (Wiyata I. Y. P. dan, Broto R. TD. W, 2021).

Metode yang digunakan pada penelitian ini sederhana yakni proses esterifikasi dan transesterifikasi dengan melakukan variasi konsentrasi katalis KOH 0,2%, 0,4%, dan 0,6%. Penggunaan variasi konsentrasi katalis tersebut untuk mengetahui bagaimana pengaruh penggunaan konsentrasi yang lebih rendah pada katalis KOH.

Metode

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental di Laboratorium Kimia dan Pengolahan Migas, Sekolah Tinggi Teknologi Minyak dan Gas Bumi Balikpapan.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah Labu leher tiga, Kondensor, *Hotplate*, Seperangkat alat titrasi, Selang, Termometer, Gelas *beaker*, Pipet tetes, Corong, Kertas saring, Piknometer, Pompa air, Blender, Aluminium foil, Botol kaca, Spatula, Kaca arloji, Neraca analitik, Statif, Buret, Erlenmeyer, Gelas ukur, Seperangkat alat destilasi. Bahan Baku yang digunakan diambil dari tanaman Ketapang di Balikpapan, Ekstrak minyak biji Ketapang, Kertas pH, Metanol, NaOH, Indikator *fenolftalein*, Aquades, H₂SO₄, Heksana, Etanol, KOH.

A. Tahapan Penelitian

1. Proses Tahap Penelitian

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah yang pertama mengumpulkan minyak kelapa jelantah, selanjutnya menganalisa %FFA beserta PH awalnya.

2. Tahap – Tahap Penelitian

a. % FFA

Pengujian FFA (*free fatty acid*) dilakukan untuk mengetahui kandungan asam lemak bebas yang terkandung didalam minyak. Nilai FFA yang tinggi menunjukkan minyak mengalami kerusakan akibat hidrolisa. Semakin tinggi nilai FFA dalam minyak maka kualitas minyak rendah dan sebaliknya semakin rendah nilai FFA dalam minyak maka

kualitas minyak bagus. Untuk mengetahui nilai % FFA maka dilakukan dengan titrasi, adapun langkah-langkah yang dilakukan pada saat titrasi adalah sebagai berikut:

- 1) Dihitung massa sampel minyak masing-masing yang akan digunakan dengan menggunakan neraca digital sebanyak 2 sampel lalu dimasukkan ke dalam Erlenmeyer.
- 2) Dipanaskan sampel minyak
- 3) Ditambahkan indikator PP sebanyak 1 tetes, lalu membuka sedikit demi sedikit *valve* pada buret, hingga warna pada larutan berubah.
- 4) Setelah itu, diukur berapa volume NaOH yang telah digunakan, kemudian catat hasilnya.
- 5) Lalu dihitung persen kadar FFA dengan menggunakan rumus perhitungan :

Rumus perhitungan Kadar FFA :

$$\% FFA = \frac{V_{NaOH} \times N_{NaOH} \times BM_{Minyak}}{m_{sample} \times 1000} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- FFA : Kadar Asam Lemak Bebas (*Free Fatty Acid*)
 (%) $V_{Titration}$: Volume Titrasi (ml)
 N_{NaOH} : Normalitas NaOH (mol/liter)
 BM_{Minyak} : Berat Molekul Relatif (gram/mol)
 m_{Sample} : Berat Sample (gr) mol

(Busyairi, dkk, 2020)

b. Angka Asam

Perhitungan angka asam dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$Angka\ asam = \%FFA \times \frac{BM\ NaOH}{BM\ Asam\ Lemak/10} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

- BM_{NaOH} : Berat Molekul Relatif NaOH
 $BM_{Asam\ Lemak}$: Berat Molekul Relatif Asam Lemak
 (Suroso, 2013)

c. Massa Jenis

Pengujian massa jenis dengan menggunakan piknometer. Massa jenis dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{\text{Pikno Isi} - \text{Pikno Kosong}}{V \text{ (ml)}} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

- P = massa jenis
M = massa
V = volume

(Sarungu, dkk, 2021)

d. Perhitungan % Yield

$$\% \text{ yield} = \frac{\text{Berat hasil transesterifikasi}}{\text{Berat awal}} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan :

Berat hasil transesterifikasi (ml)

Berat sampel awal (ml)

(Mawarni dan Suryanto, 2018)

e. Esterifikasi

Dalam melakukan esterifikasi ada beberapa tahap diantaranya :

1. Disiapkan alat dan bahan
2. Dirangkai alat yang akan digunakan
3. Di masukkan sampel minyak kedalam labu leher 3
4. Di tambahkan metanol sebagai pelarut
5. Sampel yang telah dicampur dengan metanol direflux selama ± 60 menit dengan suhu 60°C - 65°C .
6. Di tambahkan H_2SO_4 sebanyak 4 %
7. Hasil esterifikasi disaring kemudian dimasukkan kedalam corong pisah dan di diamkan selama 24 jam.
8. Memisahkan hasil ester dengan membuka sedikit demi sedikit valve corong pisah.

f. Transesterifikasi

Dalam melakukan transesterifikasi ada beberapa tahap sebagai berikut:

1. Mencampurkan 0,2%, 0,4%, 0,6%, katalis KOH dengan metanol pada gelas

beaker ukuran 250 ml, kemudian diaduk hingga homogen

2. Di campurkan larutan A ke dalam sampel minyak pada gelas beaker 500 ml.
3. Di masukkan larutan B kedalam labu leher 3 ukuran 500 ml, kemudian dipanaskan dengan *heating mantle* selama 30 menit dengan suhu 60°- 65°C
4. Campuran hasil transesterifikasi didiamkan selama 24 jam didalam corong pisah.
5. Dipisahkan biodiesel dengan gliserol, dengan membuka sedikit demi sedikit valve corong pisah

g. Pencucian

Dalam melakukan pencucian ada beberapa proses seperti :

1. Di campurkan metil ester dengan larutan asam asetat dan aquades dengan perhitungan 1:1, diaduk hingga homogen.
2. Didiamkan selama 1 jam.
3. Dipisahkan kembali antara metil ester dengan air.
4. Di ukur pH hingga sampel netral

Hasil dan Pembahasan

a. Proses Esterifikasi Minyak Jelantah Kelapa

Esterifikasi adalah tahap konversi dari asam lemak bebas menjadi ester. Esterifikasi mereaksikan minyak lemak dengan alkohol dengan bantuan katalis asam kuat (Soerawidjaja, 2006). Pada pengujian awal nilai %FFA yang diperoleh >2%. Maka Esterifikasi dengan katalis asam mengkonversi FFA menjadi ester alkil. Hasil samping dari reaksi ini terbentuk air. Pada penelitian ini dilakukan proses refluks. Menurut Suratno, dkk (2007) tujuan proses refluks ini yakni mempertahankan suhu reaksi pada kondisi tertentu kemudian pengadukan isi labu reaksi dengan bantuan gelembung-gelembung uap yang timbul. Pada proses ini digunakan perhitungan dengan perbandingan 5:2:1 (sampel: metanol: katalis) karena menurut Pontoh (2011) pembuatan metil ester asam lemak bebas dapat dilakukan dengan proses esterifikasi dan metode yang digunakan harus sesuai dengan karakteristik asam-asam lemak. Maka penggunaan perbandingan metanol yang lebih rendah diperlukan karena asam lemak rantai pendek harus mendapat perlakuan khusus karena mudah menguap selama proses esterifikasi dan mudah larut dalam air, sehingga pada perbandingan ini diharapkan metanol dapat mengkonversi

trigliserida menjadi metil ester dan mempengaruhi metil ester yang akan dihasilkan. Volume yang akan dibuat sebanyak 400 ml digunakan sampel minyak jelantah kelapa sebanyak 286 ml dan metanol 114 ml kemudian minyak dimasukkan kedalam labu leher tiga yang sudah tersambung dengan kondensor dan telah dimasukkan *magnetic stirrer* setelah minyak dimasukkan metanol lalu direflux dengan menambahkan katalis H_2SO_4 4% secara bertahap setiap 30 menit sebanyak 1 ml dengan suhu $60^\circ C - 65^\circ C$ selama 2 jam dijaga kestabilannya agar metanol tidak menguap karena suhu tersebut mendekati titik didih metanol yaitu $67^\circ C$. Hasil dari esterifikasi dimasukkan dalam corong pisah dan didiamkan selama ± 24 jam agar terbentuk 2 fase lapisan dan dapat dipisahkan antara ester dan gliserolnya.

Tabel 1. Hasil Analisa Esterifikasi Sampel Minyak Jelantah Kelapa

Refluks	Volume Minyak Jelantah	Volume Metanol (ml)	Volume H_2SO_4 (ml)	Volume Hasil Esterifikasi	pH	FFA(%)
1	286	114	4	350 ml	5	0,9%

b. Proses Transesterifikasi

Pada proses transesterifikasi dilakukan pada sebuah labu leher tiga pada suhu $60-65^\circ C$ dengan kapasitas 500 ml. Jumlah Larutan yang dibuat sebanyak 100 ml. Pada proses transesterifikasi ini digunakan perhitungan dengan perbandingan 5:2:0,2%, 0,4% dan 0,6% (sampel: metanol: variasi konsentrasi katalis). Tujuan memvariasikan konsentrasi katalis ini untuk mengetahui pengaruh terhadap hasil akhir produksi biodiesel dan mengetahui perbandingan hasil terbaik dari variasi konsentrasi katalis terhadap karakteristik biodiesel yang diperoleh. Selanjutnya KOH dalam bentuk padatan ditimbang sesuai dengan konsentrasi katalis sebanyak 3 variasi mulai dari 0,2 gr, 0,4 gr dan 0,6 gr kemudian dilarutkan dengan metanol sehingga homogen menjadi larutan *kalium metoksida*. Kemudian sampel hasil esterifikasi diukur sebanyak 71 ml dan metanol 29 ml beserta dengan katalis KOH sebanyak 0,2 gram dimasukkan kedalam labu leher tiga yang sudah berisi *magnetic stirrer*. Metanol dalam bentuk ion metoksida bereaksi dengan trigliserida menghasilkan metil ester. Setelah itu dilakukan proses transesterifikasi selama 30 menit dengan interval konsentrasi katalis 0,2% dijaga suhunya $60-65^\circ C$ dan kestabilan putaran. Hasil proses transesterifikasi dimasukkan kedalam corong pisah dan

didiamkan selama ± 24 jam. Kemudian akan terbentuk 2 lapisan yakni lapisan atas metil ester dan lapisan bawah merupakan gliserol kemudian metil ester dan gliserol dipisahkan. Setelah itu dilakukan pencucian pada sampel yang memiliki pH belum netral. Dalam pencucian ditambahkan asam asetat dan aquades dengan perbandingan 1: 1 yang berfungsi menetralkan pH minyak jelantah kelapa, setelah dicuciminyak jelantah kelapa tersebut dihitung volumenya kemudian nilai % yield, pH, % FFA, angka asam dan massa jenisnya.

Tabel 2. Hasil Transesterifikasi sampel minyak jelantah kelapa

Variasi Konsentrasi Katalis KOH	Volume Hasil Esterifikasi (ml)	Volume Metanol (ml)	Volume Metil Ester Hasil Transesterifikasi (ml)	%FFA	pH
0,2	71	29	68	0,5	10
0,4	71	29	73	0,6	10
0,6	71	29	73	0,7	10

C. Uji Karakteristik

Berikut hasil analisa uji karakteristik Untuk nilai metil ester yang didapat :

Tabel 3. Hasil Uji Karakteristik Hasil Sampel

No	Sampel Variasi Konsentrasi Katalis KOH	Warna	% FFA	Angka Asam (mg/gr)	Massa Jenis (Kg/m^3)	% Yield	pH
1	0,2%	Bening	0,5	1	839 Kg/m^3	63 %	7
2	0,4%	Bening	0,6	1,2	850 Kg/m^3	56%	7
3	0,6%	Bening	0,7	1,4	846 Kg/m^3	55%	7
	Rata- Rata		0,6	1,2	845 Kg/m^3	58%	7

Dari tabel 3 terdapat data hasil uji karakteristik pada sampel nilai dari % yield didapatkan setelah dilakukan pencucian pada minyak diukur menggunakan gelas ukur yaitu sampel pertama sebanyak 63%, sampel kedua sebanyak 56%, dan sampel ketiga sebanyak 55%. Berdasarkan hasil yang diperoleh hasil terbaik didapatkan pada sampel pertama dengan nilai % yield sebesar 63 % pada variasi konsentrasi katalis rendah 0,2%. Maka semakin tinggi konsentrasi katalis maka semakin rendah nilai % yield hasil transesterifikasi yang dihasilkan. Berdasarkan hasil penelitian Aziz (2007) penggunaan jumlah katalis mempengaruhi hasil dari metil ester yang menyebabkan reaksi saponifikasi dan menyebabkan banyak terbentuk gliserol.

Pada saat mengukur pH dan % FFA yaitu mengukur menggunakan kertas pH dengan cara dicelupkan kedalam minyak bahanbaku biodiesel untuk mengetahui berapa konsentrasi asam yang terdapatdalam larutan, kemudian untuk uji % FFA sampel metil ester yang telah dicuci ditimbang terlebih dahulu dengan berat 1 gram kemudian dimasukkan kedalam erlenmeyer dan dipanaskan dalam air mendidih (*water bath*) sebanyak 600 ml, selanjutnya diteteskan indikator *fenolftalein* sebanyak satu tetes dan kemudian di titrasi menggunakan NaOH hingga terjadi perubahan warna dan kemudian dilakukan perhitungan %FFA. Diperoleh hasil %FFA mengalami penurunan pada ketiga sampel yang divariasikan.

Simpulan dan Saran

Nilai analisa karakteristik hasil transesterifikasi pada sampel dengan variasi katalis 0,2 % diperoleh % FFA sebesar 0,5 %, nilai angka asam sebesar 1, nilai massa jenis sebesar 839 Kg/m³, dan nilai %yield sebesar 63 %. Pada sampel E variasi konsentrasi katalis 0,4 % diperoleh nilai % FFA sebesar 0,6 %, nilai angka asam 1,2, nilai massa jenis 850 Kg/m³, dan nilai % yield sebesar 56 %. Pada sampel E variasi konsentrasi katalis 0,6 % diperoleh nilai % FFA sebesar 0,7% dengan nilai angka asam 1,4, nilai massa jenis 846 Kg/m³, dan nilai % yield sebesar 55 %.

Daftar Pustaka

- Abdullah. J.J.D. Jaya (2010). *Optimasi Jumlah Katalis KOH dan NaOH pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Kopelarut*. Jurnal Sains dan Terapan Kimia. 4(1):79-89.
- Afriyani Reni, 2014. *Efisiensi termal kompor tekan minyak jelantah (Pengaruh Rasio Optimal Campuran Minyak Jelantah dan Kerosin)*. Politeknik negeri sriwijaya Palembang.
- Andalia winny dan Pratiwi Irnanda, 2018. *Kinerja Katalis NaoH dan KOH yang Ditinjau dari Kualitas Produk Biodiesel Yang dihasilkan Oleh Minyak Goreng Bekas*. Program studi Teknik Industri, fakultas teknik industri.
- Arini Wahyu Dwi, 2013. *Pengaruh Kecepatan Sentrifugasi Terhadap Kemurnian Gliserol Sebagai Hasil Samping Pembuatan Biodiesel dari Minyak GorengBekas*. Program Studi Diploma III teknik Kimia. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.
- Aziz, 2007. *Kinetika Reaksi Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas*. Jurnal Valensivol. 1, no.1. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN), 2015. SNI 7182:2015, "*Biodiesel*", Badan Standar Nasional.

- Budiman, dkk, 2014. *Biodiesel*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. Busyairi, dkk, 2020. *Potensi Minyak Jelantah Sebagai Biodiesel dan Pengaruh Katalis Serta Waktu Reaksi Terhadap Kualitas Bioidiesel Melalui Proses Transesterifikasi*. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik. Universitas Mulawarman. Jalan Smbaliung No.9 Samarinda, Kalimantan Timur. Indonesia.
- Fatimura, M. Daryanti. Santi. 2016. *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah Bekas Rumah Makan Dengan Variasi Penambahan Katalis KOH Pada Proses Transesterifikasi*. Fakultas Teknik Program Studi Kimia. Universitas PGRI Palembang.
- Haqiqi Haikal, 2021. *Pembuatan Metil Ester Dari Minyak Jelantah Kelapa dengan Variasi Katalis KOH sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel*. Tugas Akhir : Program Studi D3 Teknik Pengolahan Migas, Sekolah Tinggi Teknologi Minyak Dan Gas Bumi Balikpapan.
- Hayati Winda, 2017. *Optimasi formulasi sediaan lip balm mengandung vco (virgin coconut oil) dengan basis carnauba wax dan uji efektivitas tabir surya*.
- Ishak, dkk. 2017. *Pengaruh waktu fermentasi dan berat bonggol nenas pada pembuatan virgin coconut oil (vco)* Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh Email: ishgi@yahoo.co.id
- Jauhari, dkk, 2018. *Analisa Perbandingan Kualitas Biodiesel Dari Minyak Jelantah Berdasarkan Perbedaan Penggunaan Jenis Reaktor*. Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Banjarmasin.
- Jurnal Keteknikan Pertanian, 2018. *Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia. Departemen Teknik Mesin dan Biosistem- FATETA*. Institut Pertanian Bogor.
- Kapuji Andri, dkk. 2021. *Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah* Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Serang Raya JL. Raya Cilegon No.KM. 5, Drangong, Taktakan, Kota Serang, Banten
- Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2019. Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi.
- Kumala, 2003. *Peran Asam Lemak Tak Jenuh Jamak Dalam Respon Imun*. Jurnal Indonesia Media Assosiasi
- Kurniawan Agus, 2015. *Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Kemiri Sunan (Reutealis trisperma (Blanco) Airy Shaw) Melalui Proses Transesterifikasi Dua Tahap Menggunakan Katalis Heterogen (CaO) Dari Kulit Telur*.
- Marlina, dkk, 2017. *Pembuatan Virgin Coconut oil (VCO) dari Kelapa Hibrida Menggunakan Metode Penggaraman Dengan NaCl dan Garam Dapur* Universitas Mulawarman. Jurnal Chemugy, Vol. 01. No. 2.
- Martina Maratul Maula Rose, 2017. *Sintesis Biodiesel dari Minyak Jelantah Dengan Pengaruh Rasio Reaktan, Variasi Waktu dan Berat Katalis (NaOH) Menggunakan Reaksi Transesterifikasi*. Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Nurfadillah, 2011. *Pemanfaatan dan Uji Kualitas Biodiesel Dari Minyak Jelantah*. Skripsi. Fakultas sains dan teknologi Universitas islam negeri (uin) alauddin Makassar.

- Prasiswanto Galih, 2017. *Pembuatan Biodiesel Secara Simultan Dari Minyak Jelantah Dengan Menggunakan Continuous Microwave Biodiesel Reactor*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung. Lembaga Penelitian Universitas Lampung.
- Price, M. 2004. *Terapi Minyak Kelapa*. Prestasi Pustaka. Jakarta.
- Prihanto Antonius & T. A. Bambang Irawan, 2017. *Pengaruh Temperatur, Konsentrasi Katalis Dan Rasio Molar Metanol Minyak Terhadap Yield Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas Melalui Proses Netralisasi- Transesterifikasi*. Vol. 13(1):30-36.
- Pontoh Julius dan Makasoe Lita, 2016. *Perbandingan Beberapa Metode Pembuatan Metil Ester Dalam Analisa Asam Lemak Dari Virgin Coconut Oil (VCO)*. Program Studi Kimia FMIPA Universitas Sam Ratulangi, Manado 95115. Email: pontohjulio@yahoo.com.
- Sadesi Arnelia, 2019. *Identifikasi dan Transesterifikasi Ekstrak Biji Ketapang (Terminalia Catappa Linn) Dengan Pelarut Metanol*. Tugas Akhir: Program Studi D3 Teknik Pengolahan Migas, Sekolah Tinggi Teknologi Minyak Gas Bumi Balikpapan.
- Sarastina Puji, 2014. *Produksi Biodiesel Melalui Proses Transesterifikasi Minyak Curah Dengan Metode Destilasi Reaktif Berdasarkan Ratio Umpan*. Program Studi Diploma III Teknik Kimia Universitas Diponegoro. Semarang.
- Sari Annas Puspita, 2010. *"Kinetika Reaksi Esterifikasi Pada Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Dedak Padi"* Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax:(024)7460058 Pembimbing: Aprilina Purbasari ST.MT.
- Sulastrri, S. 2005. *Beberapa Metode Pembuatan Minyak Kelapa*. Program Pengabdian Kepada Masyarakat Bagi Warga Dusun Kaliwilut Kaliagung Sentolo, Kulonprogo.
- Suratno, dkk. 2007. *Recovery Metanol Pada Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jarak Pagar (Jatropha curcas oil)*, *Konferensi Nasional*, Universitas Padjadjaran, Yogyakarta.
- Suroso Asri Sulistijowati, 2013. *Kualitas Minyak Goreng Habis Pakai Ditinjau dari Bilangan Peroksida, Bilangan Asam dan Kadar Air*. Pusat Biomedis dan Teknologi Dasae Kesehatan, Badan Litbangkes, Kemenkes RI.
- Trisnaliani Lety, dkk. 2017. *Proses pembuatan biodiesel berbahan baku minyak jelantah dengan pemanfaatan gelombang mikro dan tegangan tinggi*. Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya Jalan Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang Telp (0711) 353414 Fax (0711) 355918 E-mail: lety.trisnaliani@polsri.ac.id, ranurulmoulita@gmail.com
- Widiyanti, R.A. 2015. *Pemanfaatan kelapa menjadi vco (virgin coconut oil) sebagai antibiotik kesehatan dalam upaya mendukung visi indonesia sehat 2015*. Guru Mapel PKN, MAN Kab.Pacitan Prosiding Seminar Nasional