

SINTESIS BIODIESEL MENGGUNAKAN MINYAK JELANTAH DENGAN MENGGUDU (*Morinda citrifolia*) SEBAGAI ADSORBEN SERTA VARIASI KATALIS NaOH DAN WAKTU TRANSESTERIFIKASI

Ikke Febri Yenika, Aan Sefentry, Muhrinsyah Fatimura*

Jurusan Teknik Kimia, Prodi Teknik Kimia, Universitas PGRI Palembang

Jl. Lorong Gotong, 11 Ulu, Kec. Seberang Ulu II, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30116

*Email : m.fatimura@univpgri-palembang.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membahas sintesis biodiesel sebagai upaya pemanfaatan minyak jelantah dengan peningkatan kualitas melalui penerapan buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) sebagai adsorben. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil pretreatment minyak jelantah menggunakan adsorben mengkudu (*Morinda citrifolia*) serta mengetahui variasi antara konsentrasi katalis NaOH dan waktu transesterifikasi. Metode yang digunakan pada sintesis biodiesel ini yaitu menggunakan proses transesterifikasi, dimana dilakukan Pretreatment minyak jelantah dengan mengontakkan mengkudu sebagai adsorben dengan variasi berat mengkudu 50 gr, 150 gr, 250 gr waktu 60 menit dan 90 menit. Pada tahap sintesis biodiesel menggunakan variasi katalis NaOH 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% pada temperatur 60°C. Dari hasil analisa penelitian bahwa penggunaan adsorben mengkudu 250 gram menghasilkan asam lemak bebas sebesar 1,2788% dan kondisi optimum pada saat proses transesterifikasi dengan katalis 1,5% dengan waktu transesterifikasi 90 menit. Biodiesel yang dihasilkan sudah memenuhi standar SNI 04-7182-200 (kadar air 0,05831%, berat jenis 0,8680 g/ml, viskositas 3,6978 cSt, bilangan asam 0,3767 mg KOH/gr sampel dan rendemen sebesar 80%)

Kata kunci: Biodiesel, Minyak Jelantah, Mengkudu, Adsorben, ALB, Transesterifikasi

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan jumlah penduduk Indonesia yang terus bertambah dan cadangan minyak bumi semakin menipis, demikian pula kebutuhan bahan bakar ikut meningkat. Biodiesel sebagai salah satu dari sekian banyak sumber energi alternatif yang muncul akibat menipisnya cadangan minyak bumi. Penggunaan minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel salah satu pilihan dalam pemanfaatan limbah minyak jelantah (Haryanto et al., 2015).

Minyak jelantah adalah minyak yang telah digunakan lebih dari dua atau tiga kali penggorengan (Alamsyah et al., 2017). Siklus pemanasan yang tinggi pada minyak goreng akan menghasilkan asam lemak bebas dimana penggunaan minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel seringkali dihambat oleh tingginya kandungan asam lemak bebas (ALB) dan senyawa-senyawa pengotor lainnya (Muhammad et al., 2020).

Minyak goreng yang sering dipakai untuk menggoreng secara berulang-ulang mengakibatkan minyak berubah warna menjadi coklat tua atau hitam sebelum dibuang. (Agusti et al., 2020).

Pada Sintesis Biodiesel dimana senyawa alkil ester yang diproduksi melalui proses

alkoholisasi (transesterifikasi) antara trigliserida dengan metanol atau etanol dengan bantuan katalis basa menjadi alkil ester dan gliserol atau esterifikasi asam-asam lemak (bebas) dengan metanol atau etanol dengan bantuan katalis asam menjadi senyawa alkil ester dan air (Fauzi & Huda, 2014).

Namun, tantangan utama dalam menggunakan minyak jelantah adalah tingginya kandungan asam lemak bebas (ALB) dan senyawa-senyawa pengotor lainnya yang dapat merusak katalis dan mengurangi kualitas biodiesel. (Egziabher & Edwards, 2013). Upaya untuk meningkatkan kualitas minyak jelantah dan efisiensi proses transesterifikasi menjadi esensial. Penggunaan adsorben alami, seperti ekstrak mengkudu (*Morinda citrifolia*), menawarkan solusi potensial untuk mengatasi permasalahan ini dengan efektif mengurangi kadar ALB dan senyawa pengotor. (Suleman et al., 2019). Selain itu, pemilihan katalis dan pengaturan waktu transesterifikasi juga menjadi faktor kunci dalam menentukan efisiensi dan kualitas biodiesel yang dihasilkan (Mahreni et al., 2017).

Kandungan yang penting dalam buah mengkudu salah satunya adalah antioksidan. Antioksidan yang terdapat pada buah mengkudu adalah asam askorbat sebagai

vitamin C. Sebanyak 1.000 gram sari buah mengkudu mengandung 1.200 mg vitamin C sehingga berkhasiat sebagai antioksidan yang sangat efektif (Fikri, 2015).

Kandungan antioksidan yang terdapat dalam buah mengkudu dapat digunakan sebagai adsorben untuk mengikat pengotor dan membentuk senyawa kompleks yang dapat dimanfaatkan untuk peningkatan kualitas minyak jelantah sebagai bahan baku pembuatan biodiesel (Nur et al., 2022). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki potensi ekstrak mengkudu sebagai adsorben dalam sintesis biodiesel menggunakan minyak jelantah, sekaligus mempertimbangkan variasi katalis NaOH dan waktu transesterifikasi untuk mencapai hasil yang optimal dan mendukung pengembangan bahan bakar alternatif yang berkelanjutan

2. METODOLOGI

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat refluks, gelas kimia, erlenmeyer, pipet ukur, biuret, pipet tetes, neraca analitik, hotplate, stirrer, oven, cawan penguap, viskometer, piknometer, thermometer, pengaduk, kaca arloji, spatula, dan labu takar. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak jelantah, buah mengkudu, methanol, aquadest, KOH 0,1 N, indikator pp, NaOH dan alkohol 95%. Adapun tahapan dalam penelitian ini sebagai berikut :

2.1 Tahap Pretreatment Minyak Jelantah

Menyiapkan daging buah mengkudu sebanyak 50, 150 dan 250 gram. Setelah itu, mengiris tipis-tipis buah mengkudu, kemudian mengeringkan didalam oven selama 1 jam. Setelah buah mengkudu kering dihancurkan dengan menggunakan blender. Kemudian, menyiapkan minyak jelantah sebanyak 500 ml. Setelah itu menambahkan mengkudu yang telah kering. Kemudian memanaskan campuran tersebut hingga mencapai suhu 80°C dan mendinginkan campuran tersebut selama 60 menit. Setelah itu, menyaring filtrat atau minyak yang telah diadsorpsi. Minyak yang mengandung kadar ALB < 2 akan dilakukan Proses transesterifikasi langsung sebagai bahan baku pembuatan biodiesel.

2.2 Tahap Pembuatan Biodiesel

Memasukkan minyak yang mengandung ALB <2% kedalam gelas kimia sebanyak 100

ml. Kemudian, menambahkan campuran antara metanol 28 ml dan katalis NaOH dengan variasi konsentrasi 0,5%, 1%, 1,5% dan 2% dalam labu leher tiga.

Setelah itu, melakukan refluks pada suhu konstan 60°C dengan variasi waktu 60 menit dan 90 menit. Memasukkan kedalam corong pemisah dan mendinginkan selama 24 jam hingga terbentuk dua lapisan. Setelah itu, membuka *valve* corong pemisah untuk mengeluarkan lapisan bawah. Kemudian, melakukan pengulangan pada masing-masing variabel.

Mengambil dan memasukkan lapisan atas tersebut kedalam erlenmeyer. Setelah itu, menambahkan air hangat 80°C dengan perbandingan terhadap volume metil ester 1:1. Mengaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 200 rpm selama 30 menit. Setelah itu, memasukkan kedalam corong pemisah kemudian mendinginkan selama 15 menit hingga larutan tersebut membentuk dua lapisan. Memisahkan lapisan atas (metil ester) dengan lapisan bawah. Metil ester yang dihasilkan di panaskan hingga suhu 100°C selama 30 menit untuk menghilangkan kandungan air dan sisa- sisa gliserol.

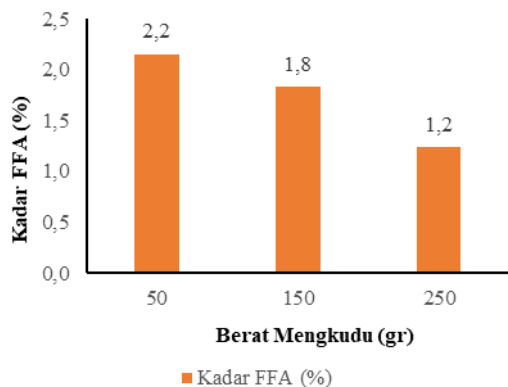
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Pretreatment Minyak Jelantah

Hasil analisa kadar ALB pada minyak yang telah dilakukan preparasi dengan menggunakan mengkudu sebagai adsorben pada tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1. Analisa Kadar ALB Hasil Pretreatment Minyak Jelantah

Volume Minyak (ml)	Berat Mengkudu (gram)	Kadar FFA (%)
500	50	2,1535
500	150	1,8348
500	250	1,2383



Gambar 1. Grafik Hubungan antara Variasi Berat Mengkudu terhadap Analisa Kadar ALB

Pada Gambar 1 dengan volume minyak jelantah sebanyak 500 ml terhadap variasi berat mengkudu untuk massa adsorben 250 gram di dapatkan kadar ALB yang optimum sebesar 1,2788% sehingga dengan kadar ALB tersebut minyak yang dihasilkan bisa dilakukan proses transesterifikasi langsung sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Untuk dianggap sebagai bahan baku yang sesuai untuk biodiesel, suatu substansi harus memenuhi persyaratan tertentu. Komposisi trigliserida pada bahan tersebut harus melebihi 95%, menandakan tingkat kejenuhan dengan ester, yang penting untuk hasil biodiesel yang berkualitas. Selain itu, kandungan asam lemak bebas pada bahan tersebut harus berada dalam kisaran 2-5%. Kriteria ini sangat penting karena tingkat ALB yang rendah menunjukkan minimnya senyawa-senyawa pengotor yang dapat mengganggu proses transesterifikasi, sehingga mendukung efisiensi dan kualitas biodiesel yang dihasilkan. Dengan demikian, komposisi trigliserida dan kadar FFA yang sesuai menjadi faktor penentu dalam menilai potensi suatu bahan sebagai bahan baku biodiesel (Efri *et al.* 2019).

3.2 Analisa Produk Biodiesel

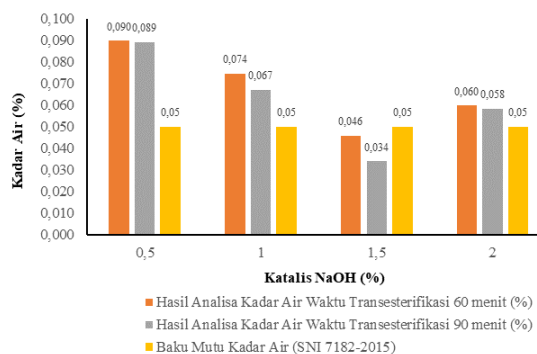
3.2.1 Analisa Kadar Air

Analisa kadar air pada biodiesel bertujuan untuk mengetahui kandungan air yang terdapat pada sampel. Kandungan air yang terkandung dalam biodiesel terdiri dari air terlarut dan air tidak bebas. Kandungan air dapat menyebabkan turunnya panas pembakaran, pembentukan busa dan tingginya korosivitas material. Proses pembakaran pada mesin tidak berfungsi secara maksimal akibat terdapat kandungan air. Hasil analisa kadar air biodiesel pada tabel 2 di bawah ini :

Tabel 2. Data Analisa Kadar Air Biodiesel

Katalis NaOH (%)	Kadar Air pada 60 menit (%)	Kadar Air pada 90 menit (%)
0,5	0,08979	0,08917
1	0,07445	0,06694
1,5	0,04588	0,03391
2	0,05983	0,05831

Berdasarkan tabel 2 dapat dibuat grafik hubungan antara variasi katalis NaOH dengan variasi waktu transesterifikasi terhadap kadar air biodiesel sebagai berikut :



Gambar 2. Grafik Hubungan antara Variasi Katalis NaOH dengan Variasi Waktu Transesterifikasi terhadap Kadar Air

Berdasarkan Gambar 2 grafik penurunan kadar air biodiesel variasi katalis NaOH tiap variasi waktu transesterifikasi. Kadar air biodiesel semakin berkurang dengan bertambahnya waktu transesterifikasi karena semakin lama waktu transesterifikasi yang digunakan maka semakin banyak pula kadar air yang terkandung dalam biodiesel yang teruapkan. Penggunaan jumlah katalis 2% mengalami kenaikan kadar air karena jumlah katalis yang berlebihan menyebabkan reaksi saponifikasi yang sangat reaktif terhadap air. Akibatnya, kadar air biodiesel meningkat ketika konsentrasi katalis 2% digunakan dan mengurangi efisiensi katalis. Dimana kadar air yang didapat paling baik pada penelitian ini kadarnya pada katalis 1,5 % pada 60 menit yaitu 0,04588 % dan pada waktu 90 menit 0,03391 % dari total volume Umpan 100 ml yaitu untuk standar yang diperbolehkan berdasarkan ASTM D6751-09 sebesar 0,05% dari total volume (Budiman and Samik, 2023).

3.2.2 Analisa Densitas

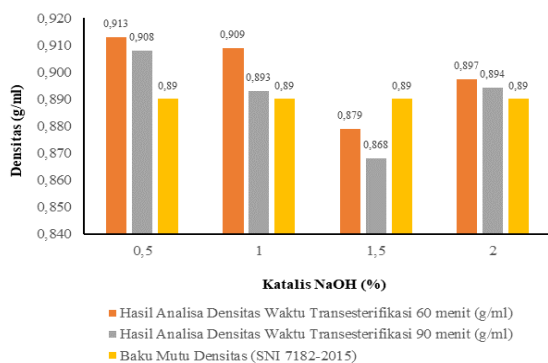
Densitas merupakan salah satu kriteria penting dalam menentukan mutu biodiesel.

Hasil analisa densitas biodiesel pada tabel 3 di bawah ini :

Tabel 3. Data Analisa Densitas Biodiesel

Katalis NaOH (%)	Densitas pada 60 menit (g/ml)	Densitas pada 90 menit (gr/ml)
0,5	0,91302	0,90794
1	0,90888	0,89305
1,5	0,87904	0,86808
2	0,89738	0,89419

Berdasarkan tabel 3 dapat dibuat grafik hubungan antara variasi katalis NaOH dengan variasi waktu tranesterifikasi terhadap densitas biodiesel sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik Hubungan antara Variasi Katalis NaOH dengan Variasi Waktu Tranesterifikasi terhadap Analisa Densitas Biodiesel

Berdasarkan grafik diatas terjadi penurunan densitas biodiesel variasi katalis NaOH tiap variasi waktu tranesterifikasi. Penggunaan katalis dapat mengurangi reaksi penyabunan membentuk gliserol yang densitasnya lebih besar daripada densitas biodiesel. Sehingga dengan semakin tinggi variasi katalis, maka densitasnya akan semakin turun. Penggunaan jumlah katalis 2% mengalami kenaikan berat jenis karena jumlah katalis yang berlebihan menyebabkan reaksi penyabunan sehingga fraksi berat pada biodiesel bertambah. Semakin besar fraksi berat yang terkandung di dalam biodiesel maka semakin tinggi densitas yang dihasilkan (Efri Mardawati *et al.*, 2019). Pada penelitian ini densitas yang didapat sudah mendekati SNI yaitu pada kadar Katalis 1,5% yaitu untuk waktu 60 menit 0,87904 g/ml dan 90 menit didapat 0,86808 g/ml Dimana berdasarkan SNI

7182:2015 standar Densitas 0,85-0,89 g/ml (Budiman and Samik, 2023).

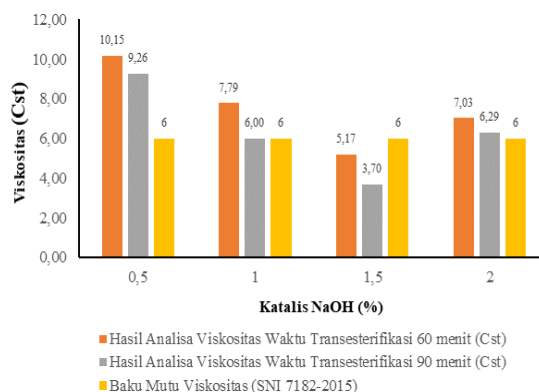
3.2.3 Analisa Viskositas

Viskositas kinematika adalah suatu angka yang menyatakan besarnya perlawanan atau hambatan dalam dari suatu bahan cairan untuk mengalir. Hasil analisa viskositas biodiesel pada tabel 4 di bawah ini :

Tabel 4. Data Analisa Viskositas Biodiesel

Katalis NaOH (%)	Viskositas pada 60 menit (cSt)	Viskositas pada 90 menit (cSt)
0,5	10,1538	9,2637
1	7,7855	6,0035
1,5	5,1746	3,6978
2	7,0307	6,2852

Berdasarkan tabel 4 dapat dibuat grafik hubungan antara variasi katalis NaOH dengan variasi waktu tranesterifikasi terhadap viskositas biodiesel sebagai berikut :



Gambar 4. Grafik Hubungan antara Variasi Katalis NaOH dengan Variasi Waktu Tranesterifikasi terhadap Analisa Viskositas Biodiesel

Berdasarkan grafik diatas terjadi penurunan viskositas biodiesel variasi katalis NaOH tiap variasi waktu tranesterifikasi. Menurunnya nilai viskositas ini disebabkan karena semakin banyak katalis yang diberikan maka akan menurunkan energi aktivasi dan membuat reaksi berjalan lebih cepat. Penggunaan jumlah katalis 2% mengalami kenaikan viskositas karena jumlah katalis yang berlebihan menyebabkan reaksi penyabunan yang sangat reaktif terhadap air sehingga menimbulkan zat-zat sisa atau pengotor dari reaksi yang tidak terkonversi menjadi metil ester akan menyebabkan viskositas metil ester semakin besar. Viskositas yang di dapat pada

penelitian ini pada kadar katalis 1,5% dimana pada waktu 60menit didapat 5,1746 cSt dan 90 menit 3,6978 cSt ini sudah memenuhi standar Mutu Kualitas Biodiesel untuk Viskositas berdasarkan ASTM D6751-09 1,9-6,0 cSt (Budiman and Samik, 2023)

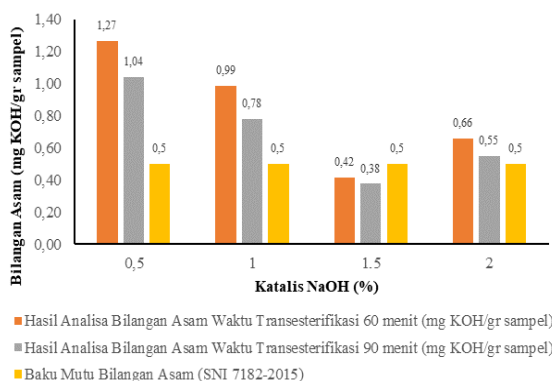
3.2.4 Analisa Bilangan Asam

Salah satu parameter yang dapat digunakan untuk menentukan kualitas biodiesel adalah bilangan asam. Semakin rendah angka asam suatu biodiesel maka semakin baik pula kualitasnya begitu pula sebaliknya. Selain itu, angka asam yang tinggi menandakan bahwa biodiesel yang masih mengandung asam lemak bebas bersifat korosif terhadap mesin. Oleh karena itu semakin kecil angka asam maka kualitas biodiesel akan semakin baik. Hasil analisa bilangan asam biodiesel pada tabel 5 di bawah ini :

Tabel 5. Data Analisa Bilangan Asam Biodiesel

Katalis NaOH (%)	Bilangan Asam pada 60 menit (mg KOH/gr sampel)	Bilangan Asam pada 90 menit (mg KOH/gr sampel)
0,5	1,2681	1,0408
1	0,9879	0,7795
1,5	0,4176	0,3767
2	0,6602	0,5482

Berdasarkan tabel 5 dapat dibuat grafik hubungan antara variasi katalis NaOH dengan variasi waktu tranesterifikasi terhadap bilangan asam biodiesel sebagai berikut :



Gambar 5. Grafik Hubungan antara Variasi Katalis NaOH dengan Variasi Waktu Tranesterifikasi terhadap Analisa Bilangan Asam Biodiesel

Berdasarkan grafik diatas terjadi penurunan bilangan asam biodiesel variasi katalis NaOH tiap variasi waktu tranesterifikasi. Hal ini terjadi karena dengan bertambahnya waktu tranesterifikasi, maka tumbukan antar partikel semakin besar, sehingga reaksi berjalan semakin cepat dan konstanta reaksi semakin tinggi. penggunaan jumlah katalis 2% mengalami kenaikan, hal disebabkan karena jumlah katalis yang ditambahkan terlalu banyak sehingga terbentuk sabun.

Pada proses pencucian sabun menyebabkan terbentuknya emulsi metil ester dan air, sehingga sulit dipisahkan. Karena kandungan air biodiesel yang tinggi, metil ester mengalami hidrolisis sehingga menghasilkan asam lemak bebas selama waktu pemanasan. Dari penelitian ini bilangan asam yang paling baik pada katalis 1,5 % di dapat 0,3767 mg/KOH/gr sampel pada waktu 90 menit ini sudah memenuhi standar bilangan asam biodiesel menurut SNI 04-7182-200 yaitu maksimal 0,8 mg KOH/g (Sanjiwani, et.al, 2015)

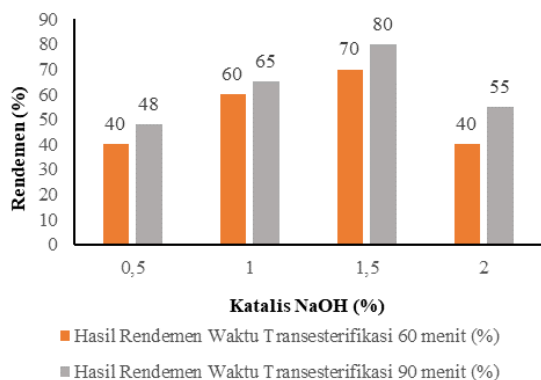
3.2.5 Rendemen

Rendemen biodiesel dianalisis setelah proses tranesterifikasi dilakukan dan dipisahkan dari produk samping yaitu gliserol. Hasil analisa rendemen biodiesel pada tabel 6 di bawah ini :

Tabel 6. Data Rendemen Biodiesel

Katalis NaOH (%)	Rendemen pada 60 menit (%)	Rendemen pada 90 menit (%)
0,5	40	48
1	60	65
1,5	70	80
2	40	55

Berdasarkan tabel 6 dapat dibuat grafik hubungan antara variasi katalis NaOH dengan variasi waktu tranesterifikasi terhadap rendemen biodiesel sebagai berikut :



Gambar 6. Grafik Hubungan antara Variasi Katalis NaOH dengan Variasi Waktu Transesterifikasi terhadap Rendemen Biodiesel

Berdasarkan grafik diatas terjadi kenaikan rendemen biodiesel variasi katalis NaOH tiap variasi waktu transesterifikasi. Hal ini karena waktu transesterifikasi berpengaruh pada kecepatan reaksi pembentukan metil ester yang akan dihasilkan. Namun terjadi penurunan pada kadar katalis 2% dengan waktu transesterifikasi 90 menit dan 60 menit. Hal ini disebabkan karena adanya reaksi balik (*reversible*) dari transesterifikasi yang menyebabkan terbentuknya sabun sehingga waktu reaksi yang lebih lama tidak menjamin akan menghasilkan produk yang lebih banyak. Selain itu bertambahnya penggunaan katalis akan terjadinya reaksi samping antara minyak dan katalis basa yang berlebihan yaitu saponifikasi menyebabkan hasil penyabunan berupa surfaktan menghalangi kontak antara minyak dengan metanol. Akibatnya kecepatan reaksi dan konversi yang dihasilkan menurun.

4. KESIMPULAN

Hasil *pretreatment* minyak jelantah menggunakan variasi adsorben mengkudu (*Morinda citrifolia*) sebagai bahan baku pembuatan biodiesel yakni dengan volume minyak 500 ml dan 250 gram adsorben mengkudu menghasilkan kadar ALB sebesar 1,2788 % hal ini menunjukkan bahwa kadar asam lemak bebas (ALB) yang dihasilkan < 2% sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel serta variasi antara konsentrasi katalis NaOH dan waktu transesterifikasi yang menghasilkan biodiesel yang optimum yakni dengan katalis NaOH 1,5% dan waktu transesterifikasi 90 menit,

memenuhi SNI 7182-2015 (kadar air 0,05831%, densitas 0,8680 g/ml, viskositas 3,6978 cSt, bilangan asam 0,3767 mg KOH/gr sampel dan rendemen sebesar 80%).

DAFTAR PUSTAKA

- Agusti, T. R., Dine, A., & Nurlatifah, I. (2020). Esterifikasi Gliserol Produk Samping Biodiesel Menjadi Triasetin Menggunakan Katalis $\text{SO}_4^{2-}/\text{TiO}_2$. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik*, 1(3), 290–298.
- Alamsyah, M., Kalla, R., & La Ifa, L. I. (2017). Pemurnian Minyak Jelantah dengan Proses Adsorpsi. *Journal Of Chemical Process Engineering*, 2(2), 22.
- Budiman, A.A. and Samik, S. (2023) 'Review Artikel : Produksi Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Metode Transesterifikasi Menggunakan Katalis', *UNESA Journal of Chemistry*, 12(2), pp. 36–38.
- Efri Mardawati *et al.* (2019) 'Produksi Biodiesel Dari Minyak Kelapa Sawit Kasar Off Grade Dengan Variasi Pengaruh Asam Sulfat Pada Proses Esterifikasi Terhadap Mutu Biodiesel Yang Dihasilkan', *Jurnal Industri Pertanian –*, 01, pp. 46–60. doi:Jurnal Teknik Pertanian.
- Egziabher, T. B. G., & Edwards, S. (2013). Biodiesel energi baru terbarukan. *Africa's Potential for the Ecological Intensification of Agriculture*, 53(9), 1689–1699.
- Fauzi, O., & Huda, N. (2014). Pemanfaatan Biodiesel dan Limbah Produksi. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Pusat Pengembangan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Bidang Mesin dan Teknik Industri/ TEDC Bandung, 5.
- Fikri, K. (2015). Potensi Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) sebagai Anti Radang Pada Luka Gores Mencit Jantan (*Morinda citrifolia* L. *Fruit Potency as Anti Inflammatory in Male Mice Scratch*). *Saintifika*, Volume17, 14–19.

- Haryanto, A., Silviana, U., Triyono, S., & Prabawa, S. (2015). Produksi Biodiesel dari Transesterifikasi Minyak Jelantah dengan Bantuan Gelombang Mikro : Pengaruh Intensitas Daya dan Waktu Reaksi *Reaction Time on the Yield and Biodiesel Characteristic*. Agritech, 35(2), 234–240.
- Mahreni, Akhmad and Marnoto, Tjukup and Nuri, W. (2017). Teknologi Produksi Biodiesel. LPPM UPN “Veteran” Yogyakarta, 1–46.
- Muhammad, H. N., Nikmah, F., Hidayah, N. U., & Haqiqi, A. K. (2020). Arang Aktif Kayu *Leucaena Leucocephala* sebagai Adsorben Minyak Goreng Bekas Pakai (Minyak Jelantah). *Physics Education Research Journal*, 2(2), 123.
- Nur, A., Mayanti, R., & Khusniati, M. (2022). Konsep Sains dalam Kebiasaan Mengonsumsi Wedang Mengkudu untuk Menurunkan Tekanan Darah pada Masyarakat Desa Pladen dan Terban. 270–282.
- Sanjiwani, N., Suaniti, N. and Rustini, N. (2015) ‘Bilangan Peroksida, Bilangan Asam, Dan Kadar FFA Biodiesel Dengan Penambahan Antioksidan Dari Kulit Buah Pisang Kepok (Musa Paradisiaca Linn.)’, *Jurnal Kimia*, 9(2), pp. 259–266.
- Suleman, N., Abas, & Papatungan, M. (2019). Esterifikasi dan Transesterifikasi Stearin Sawit untuk Pembuatan Biodiesel. *Jurnal Teknik*, 17(1), 66–77.