DENSITAS BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH DENGAN METODE NONKATALIS

David Aditya
S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: david.19029@mhs.unesa.ac.id

Bellina Yunitasari
S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: bellinayunitasari@unesa.ac.id

Abstrak

Kebutuhan bahan bakar semakin meningkat seiring dengan kemajuan teknologi, industri, dan transportasi, baik di Indonesia maupun dunia. Transisi ke bentuk energi terbarukan sebagai energi alternatif yang ramah lingkungan telah dimulai di negara lain, contohnya seperti biodiesel yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan bahan bakar, salah satu bahan yang dapat dibuat menjadi biodisel adalah minyak jelantah. Tujuannya dilakukan penelitian ini untuk mengetahui nilai densitas biodiesel dari minyak jelantah. Penelitian ini memakai metode eksperimental. Proses transesterifikasi berlangsung di dalam sebuah Bubble Colum Reactor (BCR) pada temperature 150 °C. Rasio molar antara methanol dan minyak jelantah adalah 160, 170, dan 180. Hasil dari penelitian ini menghasilkan nilai densitas sebesar 889,6 Kg/m3, 888,6 Kg/m3, dan 885,2 Kg/m3 dan menghasilkan kadar yield terbaik sebesar 31,33%.
Kata Kunci: minyak jelantah, biodiesel, rasio molar, densitas, transesterifikasi

Abstract

The need for fuel is increasing along with advances in technology, industry and transportation, both in Indonesia and the world. The transition to renewable forms of energy as a cleaner alternative energy has begun in many countries, for example biodiesel which is expected to meet fuel needs, one of the materials that can be made into biodiesel is used cooking oil. The aim of this research is to determine the density value of biodiesel from used cooking oil. This research is using experimental method. The transesterification process takes place in a Bubble Colum Reactor (BCR) at a temperature of 150 °C. The molar ratios between methanol and used cooking oil are 160, 170, and 180. The results of this research produce density values of 889.6 Kg/m3, 888.6 Kg/m3, and 885.2 Kg/m3 and produce the best yield levels of 31.33%.
Keywords: *used cooking oil, biodiesel, molar ratio, density, transesterification*

PENDAHULUAN

Kebutuhan bahan bakar semakin meningkat seiring dengan kemajuan teknologi, industri, dan transportasi, baik di Indonesia maupun dunia. Bahan bakar minyak yang digunakan sampai saat ini sebagian besar bersumber dari fosil. Bahan bakar fosil tergolong bahan bakar yang tidak terbarukan, artinya jika dipakai secara berkala maka akan habis. Bahan bakar fosil berasal dari fosil - fosil tumbuhan dan hewan di masa lampau. Contoh dari bahan bakar fosil adalah minyak bumi, batu bara, dan gas alam. Bahan bakar fosil menyebabkan adanya perubahan iklim, dan juga berkontribusi besar terhadap hilangnya keanekaragaman hayati dan salah satu sumber polusi (Mulyani, 2021).

Kementertian Energi dan Sumber Daya Mineral mengungkapkan, bahwa energi fosil masih mendominasi energi nasional hingga 87,4 %. Sedangkan pemanfaatan energi baru terbarukan (EBT) baru 12, 6%. Pemerintah telah membuat kebijakan melalui Peraturan Presiden RI No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, bahwa 17% total energi nasional pada tahun 2025 berasal dari sumber energi baru terbarukan. Menurut Inger Andersen dari hasil Penelitian Kesenjangan Emisi UNEP, bahwa sektor energi dapat mengurangi 12,5 gigaton emisi tahunannya atau sekitar seperempat dari total emisi tahunan global (Rahman & Ahmad, 2022).

Transisi ke bentuk energi baru terbarukan sebagai energi alternatif yang ramah lingkungan telah dimulai di negara lain. Energi baru berasal dari energi yang dihasilkan menggunakan teknologi yang baru baik yang berasal dari *renewable energy* maupun *non-renewable energy*. *renewable energy* adalah sumber energi yang dihasilkan dari sumber daya energi yang secara alami, tidak mungkin habis dan bisa berkelanjutan jika diurus secara baik. Yang termasuk dalam *renewable energy* adalah *geothermal*, *biofuel*, *hydropower*, *solar energy*, angin, *biomass*, *biogas*, ombak laut, dan suhu kedalaman laut (Amy & Sachari, 2012). Harapannya energi ini dapat menggantikan ketergantungan terhadap penggunaan bahan bakar fosil.

Biofuel khususnya biodisel telah menjadi salah satu prioritas dalam pengembangan energi terbarukan karena memiliki potensi sumber daya yang sangat besar.Indonesia sebagai negara pertanian dengan berbagai jenis tanaman mi nyak nabati, sangat cocok untuk mendukung pengembanga

-n biofuel. Peningkatan kebutuhan akan energi terbarukan dan kepedulian terhadap lingkungan telah mendorong penelitian dan pengembangan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan.

Pembuatan biodiesel di Indonesia pada umumnya menggunakan metode katalis. Metode katalis adalah menambahakan zat yang dikenal sebagai katalis untuk meningkatkan laju reaksi kimia. Meski begitu, metode ini memiliki beberapa kekurangan diantaranya yaitu waktu yang diperlukan dalam proses sangat lama, biaya produksi yang tinggi karena menggunakan magnesol sebagai absorban, dapat merusak mesin terutama pada saat pemurniannya seperti seal cepat bocor, mudah timbul jamur, mudah berkarat, serta dapat menyumbat saringan bahan bakar (Janajreh et al., 2015).

Penelitian dengan metode nonkatalis dilakukan sebagai upaya untuk mengatasi kelemahan metode katalis. Pada proses pembuatan biodiesel dengan nonkatalis, kelebihan yang ada seperti tidak memerlukan penghilang FFA dengan cara refining atau praesterifikasi. Reaksi esterifikasi dan transesterifikasi dapat berlangsung dalam satu reaktor sehingga minyak dengan kadar FFA tinggi dapat digunakan. Selain itu karena tanpa menggunakan katalis, proses pemisahan dan pemurnian bahan bakar lebih sederhana dan ramah lingkungan. Namun, proses nonkatalis biasanya menggunakan metanol yang harus dioperasikan pada suhu dan tekanan tinggi (Janajreh et al., 2015). Dengan menggunakan sistem batch, diharapkan dapat mengantisipasi dan meminimalisir kemungkinan eror yang dapat terjadi selama proses berlangsung.

Penggunaan bahan baku yang melimpah dan murah merupakan upaya dalam menekan biaya produksi biodisel. Pada saat ini, bahan baku yang digunakan dalam pembuatan biodisel khususnya di Indonesia adalah CPO. Crude palm oil atau CPO adalah salah satu jenis minyak nabati komersial di Indonesia sebagai bahan baku masak atau bahan bakar. Minyak ini dimanfaatkan dalam pembuatan berbagai variasi makanan, kosmetik, produk kebersihan, dan juga biodisel. Hanya saja, harga CPO terus meningkat seiring dengan permintaan pasar. Bahkan tidak jarang terjadi kelangkaan CPO karena tingginya kebutuhan akan bahan tersebut. Sehingga perlu mencari alternatif bahan baku pembuatan biodisel yang murah serta ramah lingkungan.

Salah satu bahan pembuatan biodisel yang dapat digunakan sebagai pengganti adalah minyak goreng bekas pakai (*used cooking oil*, UCO) atau biasa disebut dengan minyak jelantah. Minyak jelantah merupakan bahan yang biasa ditemui dalam kehidupan sehari-hari, dengan jumlah yang sangat melimpah serta harga relatif murah. Bila ditinjau dari komposisi kimianya, minyak jelantah mengandung senyawa-senyawa yang bersifat karsinogenik, sehingga salah satu cara untuk mengatasi masalah pengelolaan limbah minyak dan kesehatan masyarakat adalah menjadikannya sebagai bahan bakar alternatif (Umami, 2015).

Dalam upaya untuk mengoptimalkan produksi biodiesel dari minyak jelantah, berbagai penelitian terus dilakukan. Penelitian tersebut mencakup pemilihan kondisi reaksi yang tepat, penggunaan bahan tambahan untuk meningkatkan kecepatan reaksi, dan pengembangan teknik pemisahan yang efisien untuk memisahkan biodiesel dari gliserol.

Salah satu hal yang mempengaruhi biodiesdel adalah densitas karena semakin tinggi nilai densitasnya maka kestabilan oksidatifnya semakin baik. Oleh karena itu melihat pentingnya densitas saya ingin mengetahui berapa presentase yield yang dihasilkan dan berapa nilai densitas biodiesel dengan rasio 160, 170, dan 180 dari minyak jelantah dengan metode nonkatalis dibandingkan dengan Standar dan Mutu Bahan Bakar Nabati (Biofuel) Jenis Biodiesel yang ditetapkan oleh Direktorat Jendral EBTKE No. 195.K/EK.05/DJE/2022.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yaitu peneliti sengaja memanipulasi satu atau lebih variabel independen dalam suatu lingkungan kontrol untuk mempelajari pengaruhnya terhadap variabel dependen yang diamati. Dalam penelitian eksperimental, peneliti berusaha untuk menentukan sebab-akibat antara variabel independen yang dimanipulasi dan variabel dependen yang diukur. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh rasio molar terhadap biodiesel densitas biodiesel pada suhu 40 °C dari minyak jelantah dengan rasio 160, 170, dan 180.

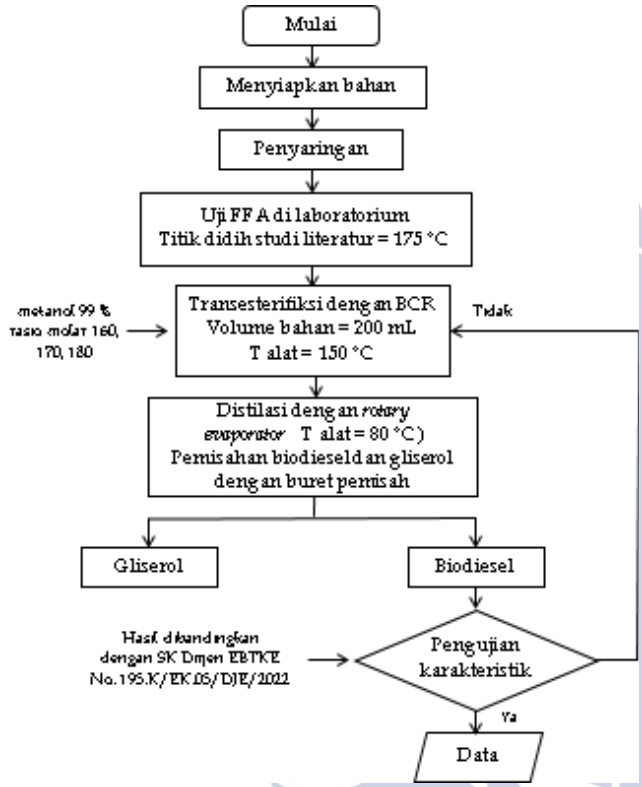
TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

- **Waktu Penelitian**
  Penelitian dilakukan pada bulan Agustus sampai November 2023.
- **Tempat Penelitian**
  Pembuatan biodiesel dilakukan di Laboratorium Bahan Bakar dan Pelumas, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.
- **Variabel Bebas**
  Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu variasi rasio molar yang digunakan saat proses pembuatan biodiesel dengan variasi volume metanol sejumlah 1758,788 mL untuk rasio 160; 1868,702 mL untuk rasio 170; dam 1978,625 mL untuk rasio 180
- **Variabel Terikat**
  Variabel terikat dalam penelitian ini adalah karakteristik yang akan diuji dalam penelitian ini yaitu densitas pada suhu 40 °C.
- **Variabel Kontrol**
  Variabel kontrol adalah variabel yang dijaga sedemikian rupa sehingga dari yang menimbulkan pengaruh menjadi tidak berpengaruh. Variabel kontrol yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu bahan baku

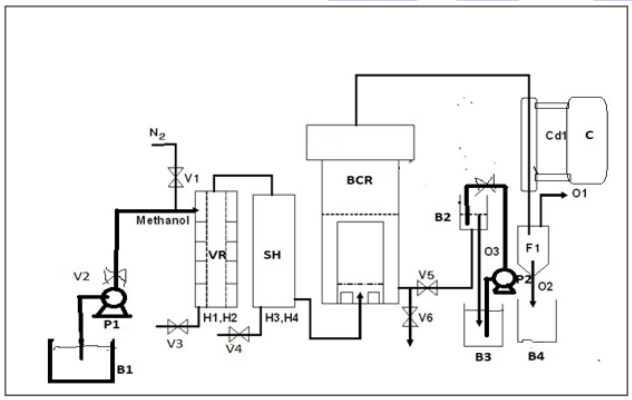
UNESA Universitas Negeri Surabaya

pembuatan biodiesel adalah minyak tanah bekas penggunaan restoran dan rumah tangga, volume minyak jelantah pada saat proses transesterifikasi di dalam BCR sejumlah 200 mL, Suhu Bubble Column Reactor sebesar 150 °C.

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan Penelitian



Keterangan:

N_2	= gas nitrogen	P1	= pompa methanol
V	= valve	P2	= pompa minyak biji karet
VR	= vaporizer	B1	= bak methanol
SH	= super heater	B2	= bak kontrol permukaan minyak di BCR
H	= heater	B3	= bak minyak biji karet (RSO)
BCR	= Bubble Column Reactor (reaktor kolom gelembung)	B4	= bak destilat
O2	= orifice 2 (saluran keluar destilat)	Cd1	= kondensor
O3	= orifice 3 (lubang kontrol permukaan minyak di BCR)	C	= chiller (bak pendingin air kondensor)
		O1	= orifice 1 (lubang udara)

Gambar 2. Rangkaian BCR

Prosedur Penelitian

1) Penyiapan bahan

Proses penyiapanan bahan penelitian dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

- Saring minyak jelantah (used cooking oil) yang akan digunakan dengan saringan berdiameter 10 cm.
- Tentukan nilai titik didih minyak jelantah berdasarkan studi literatur Nilai titik didih sebesar 175 °C.
- Lakukan pengujian FFA untuk mengetahui kadar asam lemak bebas minyak jelantah yang digunakan.

2) Pembuatan biodiesel

Proses pembuatan biodiesel menggunakan metode transesterifikasi berlangsung di dalam BCR(Heater 3) dengan langkah sebagai berikut:

- Bersihkan BCR dari sisa sisa minyak menggunakan gas nitrogen.
- Masukkan minyak jelantah sebanyak 200 mL ke heater 3.
- Atur suhu pada pemanas 1 sebesar 70 °C, pemanas 2 170 °C, pemanas 3 150 °C, lalu tunggu sampai semuanya sudah mencapai suhu yang di inginkan.
- Alirkan metanol kedalam BCR.
- Hasil pencampuran antara minyak jelantah dan metanol di dalam BCR akan menjadi campuran biodisel, gliserol, dan metanol.
- Hasil campuran ditampung dengan gelas ukur melalui kran dan kemudian akan keluar dari BCR.
- Campuran metil ester, gliserol, dan metanol selanjutnya akan dipisahkan menggunakan rotary evaporator, untuk memisahkan methanol dengan metil ester dan gliserol.
- Biodisel dan gliserol hasil dari rotary evaporator selanjutnya akan dipisahkan menggunakan buret pemisah
- Hasil biodiesel yang didapatkan kemudian dimasukkan dalam botol vial yang telah diberi label sesuai dengan rasio molar yang ditentukan.

3) Pengujian kualitas

Biodiesel dari minyak jelantah yang telah dibuat kemudian akan diuji untuk mengetahui karakteristik massa jenis pada suhu 40 °C. Pengujian dilakukan di Laboratorium Energi dan Lingkungan Insitut Teknologi Sepuluh November. Lalu melakukan analisis untuk mengetahui pengaruh perbandingan minyak jelantah dengan metanol terhadap kualitas biodiesel. Hasilnya kemudian dibandingkan dengan standar mutu bahan bakar nabati (*biofuel*) yang ditetapkan oleh SK Dirjen EBTKE No. 195.K/EK.05/DJE/2022.

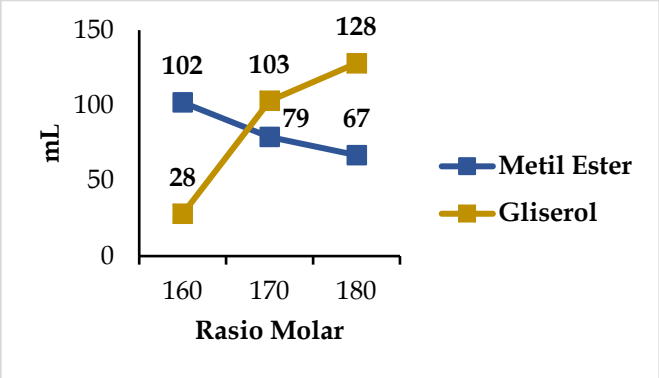
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil produksi minyak jelantah menjadi biodiesel

Tabel 1. Hasil produksi biodiesel

RM	ME		UCO		*Yield*
	mL	g	mL	g	%
160	102	93,524	200	183,380	51,00
170	79	72,435			39,50
180	67	61,432			33,50

Dari table 1 dapat dijelaskan bahwa proses produksi biodiesel dari minyak jelantah metode non-katalis menggunakan 3 variasi rasio molar, yaitu : RM 160, RM 170, dan RM 180.Hasilnya adalah sebagai berikut : RM 160 : ME=102 mL GL=28mL ; RM 170 : ME=79mL , GL=103mL ; RM 180 : ME=67 , GL=128mL. Dari 3 variasi rasio molar tersebut hasil biodiesel yang terbanyak yaitu pada variasi rasio molar 160. (Susila, 2009) dalam penelitiannya mengatakan bahwa disebut sebagai hasil yang terbaik adalah ketika produksi *methyl ester* tertinggi dan produksi gliserol paling sedikit. sehingga peneliti dapat mengatakan rasio molar 160 sebagai hasil yang terbaik karena menghasilkan *methyl ester* terbanyak dan gliserol paling sedikit. Untuk grafik dari hasil produksi biodiesel dari minyak jelantah metode non-katalis dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3. Grafik Produksi Biodiesel dan Gliserol

Gambar 3 memperlihatkan bahwa semakin tinggi rasio molar yang diberikan maka kondensat yang dihasilkan meningkat, hal ini karena semakin banyak rasio molar maka *methanol* yang dibutuhkan juga meningkat, hal ini sesuai dengan tabel *methanol recovery* dimana semakin tinggi rasio molar maka semakin tinggi *methanol recovery* -nya.

Dari grafik diatas dapat dipahami bahwa semakin tinggi rasio molar yang diberikan, maka produksi *methyl ester* menurun sedangkan produksi gliserol meningkat, menurut Susila (2009) dalam penelitiannya yang berjudul pengembangan proses produksi biodiesel biji karet memakai metode non-katalis *superheated methanol* tekanan atmosfir dan uji coba pada mesin diesel menga -takan bahwa pada metode non-katalis setelah produksi *methyl ester* mencapai puncak maka pada variasi rasio molar setelahnya akan mengalami penurunan produksi *methyl ester* sedangkan gliserol akan meningkat dan bcr sisa akan semakin banyak.

- **Pengujian densitas biodiesel dari minyak jelantah**

Setelah dihasilkan biodiesel dari minyak jelantah, langkah selanjutnya adalah menguji densitas biodiesel dari minyak jelantah, rasio molar yang diujikan adalah rasio molar 160, 170 dan 180, pengujian dilakukan di

No	Kode Sampel	Parameter Uji	Satuan	Hasil Analisa	Standart Uji
1	Rasio 160	Densitas	kg/m^3	889,6	ASTM-D4052
2	Rasio 170			888,6	
3	Rasio 180			885,2	

Laboratorium Bahan Bakar dan Pelumas Universitas Negeri Surabaya.

Hasil dari pengujian densitas biodiesel minyak jelantah metode non katalis ditunjukkan pada tabel berikut ini:

Tabel 2. Hasil pengujian densitas biodiesel dari minyak jelantah metode non-katalis

Perbandingan spesifikasi standart biodiesel menurut Dirjen EBTKE Kementerian ESDM Nomor 189 K/10/K/DJE/2022 dan biodiesel minyak jelantah metode non katalis dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini:

No.	Parameter Uji	Satuan	Persyaratan*		Hasil Uji (Rasio Molar)		
			Min	Maks	160	170	180
1.	Massa jenis (pada suhu 40 °C)	kg/ m^3	850	890	889,6	888,6	885,2

Tabel 3. Hasil perbandingan spesifikasi standart biodiesel menurut Dirjen EBTKE Kementerian ESDM Nomor 189 K/10/K/DJE/2022 dan biodiesel minyak jelantah metode non katalis

Hasil yield dari pembuatan biodiesel menggunakan minyak jelantah non-katalis menunjukan bahwa rasio 160 mendapatkan nilai yield tertinggi yang menandakan bahwa rasio 160 merupakan yang terbaik karna menghasilkan biodiesel terbanyak dan menghasilkan sedikit gliserol.

Hasil uji *Densitas (pada suhu 40 °C)*

Masa jenis (density) biodiesel dapat memengaruhi beberapa aspek kualitas dan kinerja biodiesel. Berdasarkan hasil table 3 nilai massa jenis biodiesel dari minyak jelantah metode non-katalis sistem batch pada rasio molar 160 adalah 889,6 kg/m^3, pada rasio molar 170 adalah 888,6 kg/m^3, pada rasio molar 180 adalah adalah 885,2 kg/m^3. Dapat di simpulkan bahwa ketiga rasio molar tersebut sudah memenuhi kriteria karena menurut standar yang ditetapkan Dirjen EBTKE nilai minimal adalah 850-890 kg/m^3 Berikut adalah beberapa: pengaruhnya:

Densitas biodiesel memengaruhi energi yang dapat dihasilkan. Densitas yang lebih tinggi umumnya berarti energi yang lebih tinggi per unit volume, yang dapat memengaruhi efisiensi pembakaran dalam mesin.

Densitas dapat memengaruhi viskositas biodiesel. Biodiesel dengan densitas yang lebih tinggi cenderung

memiliki viskositas yang lebih tinggi, yang dapat mempengaruhi aliran dan penyemprotan bahan bakar dalam sistem injeksi.

Densitas dapat berperan dalam ketahanan biodiesel terhadap suhu rendah. Biodiesel dengan densitas yang lebih rendah mungkin lebih cocok untuk kondisi suhu rendah karena cenderung kurang membeku.

Densitas juga dapat memengaruhi stabilitas oksidatif biodiesel. Secara umum, biodiesel dengan densitas yang lebih tinggi dapat menunjukkan kestabilan oksidatif yang lebih baik.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Kesimpulan dari penelitian yang berjudul densitas biodiesel dari minyak jelantah dengan metode nonkatalis yield biodiesel dari minyak jelantah untuk rasio molar 160 adalah 51 %, rasio molar 170 adalah 39,50 %, dan rasio molar 180 adalah 33,50 % dengan yield tertinggi pada rasio molar 160, dan kualitas karakteristik biodiesel dari minyak jelantah dibandingkan dengan SK Dirjen EBTKE No. 195.K/EK.05/DJE/2022 yaitu densitas (pada suhu 40 °C) untuk rasio molar 160, 170, dan 180 sudah memenuhi persyaratan yang ditentukan.

Saran

- Diperlukan adanya penelitian lebih lanjut tentang karakteristik biodiesel lain yang belum dilakukan pengujiannya sesuai SK Dirjen EBTKE No. 195.K/EK.05/DJE/2022 untuk dapat mengetahui kualitas terbaik biodiesel dari minyak jelantah yang dihasilkan.
- Diperlukan adanya pengujian biodiesel dari minyak jelantah yangi telah dibuat pada kendaraan bermotor untuk mengetahui performa biodiesel yang dihasilkan.
- biodiesel dari minyak jelantah yang telah dibuat pada kendaraan bermotor untuk mengetahui performa biodiesel yang dihasilkan.

UNESA Universitas Negeri Surabaya

DAFTAR PUSTAKA

Amy, A., & Sachari, A. (2012). Perancangan Produk Reaktor Mikroalga Penghasil Biofuel Untuk Kawasan Pesisir. *Jurnal Tingkat Sarjana Senirupa Dan Desain*, *1*(1), 1–7. https://media.neliti.com/media/publications/162586-ID-none.pdf

Janajreh, I., Elsamad, T., Aljaberi, A., & Diouri, M. (2015). Transesterification of Waste Cooking Oil : Kinetic Study and Reactive Flow Analysis. *Energy Procedia*, *75*, 547–553. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.07.451

Mulyani, A. S. (2021). *Pemanasan Global, Penyebab, Dampak, dan Antisipasinya*.

Rahman, F., & Ahmad, Z. (2022). *Geliat Pemanfaatan Energi Terbarukan Potensi dan Pemanfaatan Energi Terbarukan di Indonesia*.

Susila, I. W. (2009). *Pengembangan Proses Produksi Biodiesel Biji Karet Metode Non- Katalis " Superheated Methanol " pada Tekanan Atmosfir*. 115–123.

Umami, V. A. (2015). *Sintesis Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Gelombang Mikro*.

UNESA
Universitas Negeri Surabaya