

Preparasi Katalis Nanomaterial Dari Cangkang Kerang Darah (*Anadara Granosa Linn*) Untuk Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah Dengan Menggunakan Microwave

Ardiansah^{1*}, Hermin Hardyanti Utami², Shokhul Lutfi³, Cherly Firdharini⁴

¹Program Studi Teknik Kimia Mineral, Politeknik Industri Logam Morowali
Jalan Poros Trans Sulawesi, Desa Labota, Kecamatan Bahodopi, Morowali Indonesia 94974

²Program Studi Analisis Kimia, Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng
Desa Nipa-Nipa, Kecamatan Pa'jukukang, Kabupaten Bantaeng, Sulawesi Selatan 92461

³Direktorat Pengelolaan Fasilitas Ketenaganukliran BRIN
Kawasan Puspatek, Setu Tangerang Selatan Banten Indonesia 15314

⁴Pusat Riset Material Maju BRIN
Pondok Cina, Beji, Kota Depok, Jawa Barat 16424

Inti Sari

Manfaat limbah cangkang kerang darah diantaranya yaitu dapat digunakan sebagai katalis untuk produksi biodiesel. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat katalis dari cangkang kerang darah. Metode yang digunakan adalah metode esterifikasi dan transesterifikasi dengan menggunakan microwave dengan bahan baku jelantah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa: (1) Berdasarkan hasil analisa XRD menunjukkan puncak utama fase sudut 2θ pada 34.10° yang menunjukkan bahwa senyawa yang diperoleh adalah kalsium Hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), selain itu juga terdapat puncak difraksi sudut 2θ pada 64.20° yang menunjukkan bahwa juga terdapat senyawa kalsium oksida (CaO). Hasil SEM menunjukkan bahwa cangkang kerang darah hasil kalsinasi mempunyai bentuk yang tidak seragam dan juga teragregasi sebagian dengan berdasarkan persamaan Sherrer diperoleh ukuran rata-rata kristal yaitu 23.77 nm. Biodiesel yang dihasilkan dengan menggunakan katalis cangkang kerang darah memiliki densitas 0,89 g/ml, Viskositas 4.05 mm²/s, Angka Asam 0.21 Mg KOH/g dan Gliserol Total sebesar 0.27 % massa dengan waktu optimum untuk produksi biodiesel yaitu pada menit ke 15 dengan konsentrasi 3 %wt/wt dengan perbandingan rasio mol minyak dan metanol yaitu 1: 12.

Kata Kunci: Katalis Nanomaterial; biodiesel; *Anadara Granosa L*; transesterifikasi

Key Words : Nanomaterial Catalysts; biodiesel; *Anadara Granosa L*; transesterification

Abstract

The benefit of blood shell waste include being used as a catalyst for biodiesel production. This research aims at finding the characteristics of catalysts made of

Published by

Department of Chemical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Address

Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)
Makassar- Sulawesi Selatan

Email :

jcpe@umi.ac.id

*Corresponding Author

ardiansah@pilm.ac.id



Journal History

Paper received : 13 November 2021

Received in revised : 25 April 2022

Accepted : 18 Mei 2022

the blood clamshells. The research applies the methods of esterification and Transesterification by using the microwave and the used cooking oil. The result of the research indicates that (1) based on the XRD analysis results it is known that the main peak of the angle phase of 30 in 34.10 degree shows that the obtained compound is the Hydroxide Calcium ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Besides that the peak of angle diffraction of 2θ on 64.20° indicates the existence of a calcium oxide compound. The result of SEM points out the shells of the blood clams as the result of calcination have an ununiformed shapes and some of them are aggregated based on the Sherrer equation which produces average crystal sizes of 23.77 nm. The biodiesel fuel produced through the process of blood clamshell catalyst contains the density of 0.89 g/ml, viscosity of $4.05 \text{ mm}^2/\text{s}$, acid density of 0.21 Mg KOH/g and total glycerol as much as 0.27%. The mass with maximum time of biodiesel production is on the minute of 15 with 3%wt/wt of concentration with the oil moll and methanol ration of 1:12.

PENDAHULUAN

Fakta tentang sumber energi yang tak terbarukan semakin memprihatinkan. Fakta terbaru menunjukkan bahwa dunia sedang krisis energi khususnya energi tak terbarukan seperti minyak bumi. Banyak hal yang dapat menjadi penyebab krisis tersebut, salah satunya adalah karena sumur-sumur produksi yang pada umumnya sudah tua, sedangkan produksi sumur baru masih sangat terbatas [1]. Jika hal ini berlangsung secara terus menerus tanpa ada alternatif sumber energi lain, pada akhirnya akan menyebabkan krisis energi berkepanjangan. Situasi seperti ini mendorong para peneliti untuk mengembangkan sumber-sumber energi alternatif terbarukan (*renewable*) sehingga saat ini berbagai pertemuan-pertemuan ilmiah lebih sering dilakukan dan berfokus pada perkembangan energi terbarukan dan efek positifnya terhadap perubahan iklim [2]. Salah satu energi alternatif yang sedang dalam upaya pengembangan yaitu biofuel yang berasal dari tumbuhan atau sering disebut dengan bahan bakar nabati [3].

Tumbuhan di sektor darat yang merupakan sumber penghasil biofuel, contohnya adalah minyak kelapa sawit, jarak pagar, minyak kedelai, minyak biji kapas dan minyak dari tumbuhan lainnya [4] termasuk minyak jelantah karena memiliki sifat yang tidak jauh berbeda.

Mengembangkan katalis yang efisien dengan biaya yang rendah dengan pendekatan ramah lingkungan sangat penting untuk mengatasi masalah dari katalis yang ada saat ini diantaranya adalah dapat mencemari lingkungan, susah dipisahkan dari produk,

tidak dapat digunakan kembali sehingga membutuhkan biaya yang relatif lebih mahal [5]. Bahan katalis yang dapat dijadikan sebagai alternatif dan sebagai upaya untuk mencegah pencemaran lingkungan, pembuatan biodiesel dapat dilakukan dengan memanfaatkan limbah dari alam, salah satunya adalah limbah cangkang kerang darah.

Data produksi kerang tahun 2010 sampai tahun 2011 mengalami peningkatan hingga 13,10%, namun komoditas ini menghasilkan limbah yang berupa cangkang yang pemanfaatannya belum optimum oleh sebagian besar masyarakat [6]. Limbah cangkang kerang mengandung kalsium karbonat yang tinggi yang berpotensi untuk dimanfaatkan [7]. Proses pemanasan pada cangkang kerang mengakibatkan CaCO_3 dalam cangkang terdekomposisi menjadi CaO yang dapat di manfaatkan sebagai prekursor untuk berbagai macam reaksi. Limbah cangkang kerang darah (*Anadara granosa* Linn) mengandung kalsium oksida yang sangat tinggi, yakni sebesar 97.57% [8].

Upaya peningkatan kemampuan aktivitas katalis, selain mengubah ukuran pori dari mikropori menjadi mesopori, juga dapat dilakukan dengan cara mengubah ukuran partikel katalis menjadi berukuran nano, yaitu material dengan ukuran partikel 1-100 nanometer. Selain itu, sintesis material nano juga dapat membentuk struktru pori yang dapat meningkatkan selektivitas katalitik dan stabilitas katalis tersebut [9].

Uraian diatas menjadi dasar sehingga peneliti menganggap perlu melakukan upaya untuk mengembangkan penelitian-penelitian berbasis energi terbarukan sebagai solusi dari permasalahan krisis energi yang terjadi saat ini dengan memanfaatkan bahan-bahan alam yang tidak termanfaatkan secara

maksimal atau bahkan berpotensi mencemari lingkungan.

METODE PENELITIAN

Fokus penelitian ini adalah pengembangan katalis nanomaterial untuk pembuatan biodiesel sebagai bentuk upaya pengembangan penelitian berbasis energi terbarukan.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Microwave Electrolux model EMM2007X dengan frekuensi 50 Hz, tegangan listrik 220 Volt dan daya maksimum sebesar 800 Watt, Furnace merk Nabertherm Type L311B410 Flap Door, oven, magnetik stirrer, mortar, alu dan alat-alat lainnya.

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak jelantah, limbah cangkang kerang darah yang di ambil dari pantai pulau tanah keke, methanol (purity:96%), Aquades, dan bahan-bahan lainnya.

Preparasi Katalis Nanomaterial

Tahap awal penelitian ini adalah mengumpulkan cangkang kerang darah yang akan digunakan sebagai bahan baku katalis. Cangkang kerang yang diperoleh kemudian dicuci dan keringkan dalam oven selama 24 jam dengan suhu 105°C. Cangkang kerang kemudian dihancurkan selanjutnya dikalsinasi dengan menggunakan furnace pada suhu 900°C selama 5 jam kemudian didinginkan dalam desikator. Proses preparasi katalis nanomaterial dilakukan melalui proses penghalusan sampel dengan metode top-down menggunakan alat Shaker Mill PPF-UG dengan memasukkan cangkang kerang hasil kalsinasi ke dalam chamber dengan perbandingan penggiling yaitu 1:10, diameter bola penggiling 5 mm, dan volume pengisian sebesar 55% dari total kapasitas wadah jar. Kemudian dipasang pada alat shaker mill pada kondisi suhu ruang selama 3 jam dengan kecepatan kocok 700 rpm. Cangkang kerang hasil preparasi kemudian di analisa menggunakan alat X-Ray Diffraction (XRD) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

Ukuran Kristal dapat diperkirakan berdasarkan puncak-puncak difraksi dengan menggunakan persamaan Sherrer:

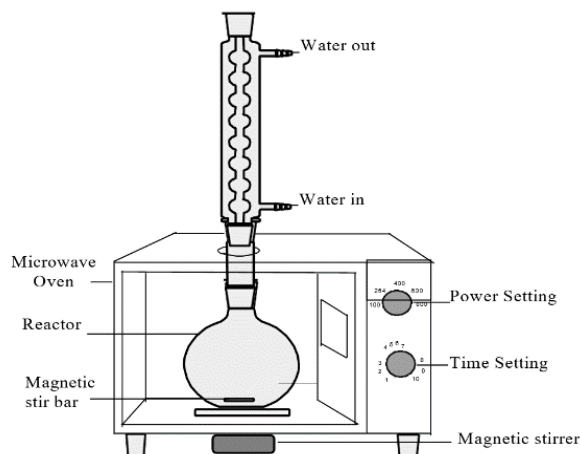
$$D = \frac{K \lambda}{\beta \cos \theta} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana D adalah ukuran kristal rata-rata, λ adalah panjang gelombang sinar-X yang digunakan, θ adalah

sudut difraksi, K adalah konstanta yang besarnya tergantung pada faktor bentuk kristal, bidang (hkl) difraksi, dan definisi besaran β yang digunakan, apakah sebagai *Full Width at Half Maximum* (FWHM) atau Integral Breadth dari puncak.

Sintesis Biodiesel dengan Microwave

Esterifikasi dilakukan untuk menurunkan bilangan asam minyak. Selanjutnya, transesterifikasi dilakukan dengan cara menambahkan minyak jelantah ke dalam larutan metanol dan katalis yang telah dicampur dan diaduk sebelumnya kemudian dimasukkan ke dalam reaktor dengan variabel yang telah ditentukan. Setelah reaksi selesai, campuran hasil transesterifikasi ini dipisahkan dari katalis padatnya dengan menggunakan corong buchner. Filtrat kemudian dimasukan ke dalam corong pisah hingga produk metil ester dan gliserol terpisah dengan baik. Setelah itu lapisan bawah dipisahkan dari corong pisah dan produk metil ester dicuci dengan menggunakan air hangat 40°C-60°C tiga kali lalu sisa metanol dan air diuapkan dengan pemanasan pada suhu 110°C selama 1 jam. Biodiesel yang diperoleh kemudian dihitung persen *yield* biodieselnnya dan kemudian dianalisa untuk mengetahui kualitas biodiesel yang diperoleh yaitu uji viskositas, uji densitas, nilai angka asam dan gliserol total pada biodiesel. Rancangan alat sintesis biodiesel dengan microwave dapat dilihat pada gambar 1 sebagai berikut:

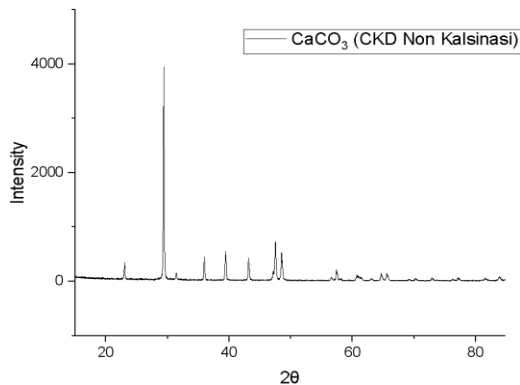


Gambar 1. Rangkaian Peralatan [10]

HASIL DAN PEMBAHASAN

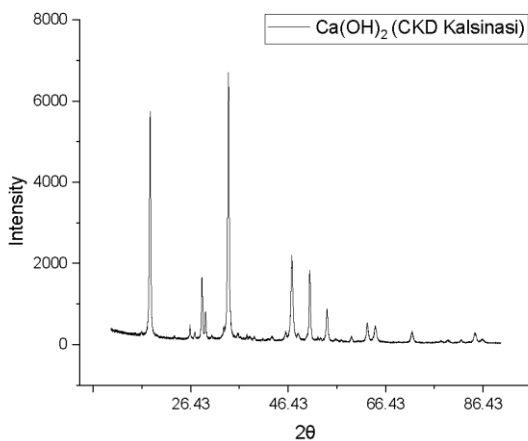
Karakteristik Cangkang Kerang Darah sebelum Kalsinasi

Karakteristik fisik cangkang kerang darah yang telah dihancurkan yaitu berwarna putih, kemudian dilakukan analisis XRD sebelum proses kalsinasi.



Gambar 2. Hasil XRD Cangkang Kerang Darah Sebelum Kalsinasi

Gambar 2 diatas menunjukkan bahwa puncak utama muncul pada $2\theta = 29.42^\circ$. Tambahan puncak lainnya muncul pada 39.45° , 43.21° , 47.51° dan 48.55° . Cangkang kerang darah menghasilkan pola difraksi sinar X yang menunjukkan bahwa senyawa utama yang dihasilkan adalah senyawa CaCO_3 . Pola XRD cangkang kerang darah menunjukkan kecocokan yang baik dengan CaCO_3 pada fase kalsit sesuai dengan *Crystallography Open Database No. 9009668*.



Gambar 3. Hasil XRD Nanokatalis dari Cangkang Kerang Darah

Hasil analisis XRD untuk sampel yang telah dipreparasi untuk pembentukan nanomaterial seperti pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa puncak utama muncul pada $2\theta = 34.10^\circ$. Tambahan puncak lainnya muncul pada 28.68° , 47.13° dan 50.80° . Cangkang kerang darah menghasilkan pola difraksi sinar X yang menunjukkan bahwa senyawa utama yang dihasilkan adalah senyawa Ca(OH)_2 . Pola XRD cangkang kerang darah menunjukkan kecocokan yang baik dengan Ca(OH)_2 pada fase *portlandite* sesuai dengan *Crystallography Open Database No. 961001769*. Hasil analisis XRD juga menunjukkan adanya pola-pola difraksi CaO pada $2\theta = 64.25^\circ$.

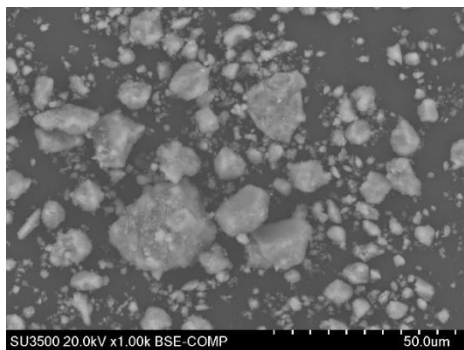
Hasil XRD menunjukkan dominan puncak Ca(OH)_2 muncul pada sampel cangkang kerang darah yang telah dikalsinasi dikarenakan interaksi antara CaO dengan uap air udara yang sangat mudah bereaksi, hal ini tidak terlepas dari sifat CaO yang sangat higroskopis [11][12]. Permukaan CaO yang sangat basa dengan adanya anion oksida yang dihasilkan pada permukaannya menyebabkan sangat mudah bereaksi dengan air membentuk Ca(OH)_2 [13].

Tabel 1. Data XRD CaO , Ca(OH)_2 dan CaCO_3

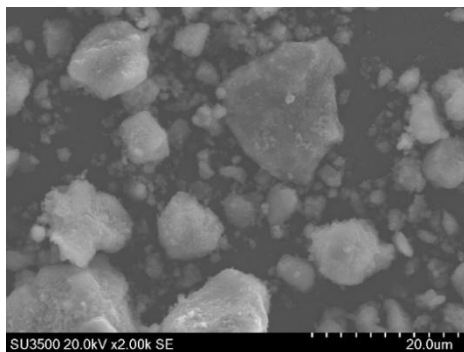
Sample	Senyawa	2θ			
JCPDS	CaCO_3	29.4°	39.4°	43.2°	47.4°
	Ca(OH)_2	28.6°	34.1°	47.1°	50.8°
	CaO	32.2°	37.3°	58.3°	64.1°
CKNK	CaCO_3	29.4°	39.4°	43.2°	47.5°
	Ca(OH)_2	28.6°	34.1°	47.1°	50.8°
CK	CaO	-	-	-	64.2°

Hasil analisis XRD juga dapat menunjukkan ukuran rata-rata kristal dengan menggunakan persamaan Sherrer, diperoleh ukuran rata-rata kristal yaitu 23.77 nm. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi ukuran kristal pada tahap sintesis dan preparasi diantaranya adalah proses pemamasan. Proses pemanasan akan memberi pengaruh terhadap pertumbuhan ukuran Kristal. Temperatur dan waktu pemanasan yang tidak tepat pada material akan menyebabkan ukuran Kristal akan semakin bertambah. Proses pemanasan yang tepat akan menghasilkan bentuk Kristal yang teratur dan dapat mempertahankan fasanya dan menghilangkan tegangan dalam [14].

Pada penelitian ini juga dilakukan analisis dengan instrumen *Scanning electron microscopy* (SEM) yang bertujuan untuk melihat struktur permukaan (morfologi) sampel cangkang kerang darah yang dihasilkan dari proses preparasi.



Gambar 4. Hasil SEM Cangkang Kerang Darah Perbesaran 1000x



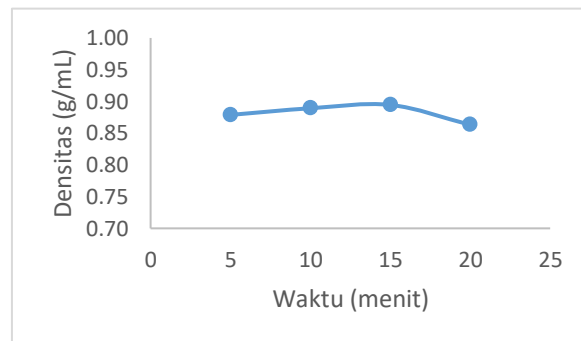
Gambar 5. Hasil SEM Cangkang Kerang Darah Perbesaran 2000x

Pada gambar 5 diatas, dapat dilihat bahwa permukaan cangkang kerang darah yang dikalsinasi memiliki bentuk yang tidak beraturan dengan beberapa diantaranya terikat bersama-sama untuk membentuk agregat yang besar [15]. Sintesis nanomaterial dilakukan untuk meningkatkan kemampuan katalisator suatu bahan yang bertujuan agar dapat meningkatkan selektivitas katalitik dan stabilitas katalis tersebut. Sifat permukaan suatu material memberikan pengaruh yang besar terhadap aplikasi dari material tersebut. Kristalinitas struktur dari material yang dihasilkan akan mempengaruhi sifat permukaan suatu material. Semakin baik kristalinitas dari struktur material yang dihasilkan maka semakin baik pula sifat permukaan

dari material tersebut. Selain itu, penentuan luas permukaan dan morfologi permukaan dari suatu material juga mempengaruhi sifat permukaan dari suatu material [16].

Pengaruh Waktu pemanasan Terhadap Densitas Produk Biodiesel

Pada Gambar 6 menunjukkan pengaruh waktu reaksi terhadap densitas biodiesel yang dihasilkan yang dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 6. Grafik Hubungan antara Waktu Reaksi dan Densitas Produk Biodiesel dengan Daya Microwave 450 W, Konsentrasi Katalis 3%, Rasio Mol Minyak dan Metanol 1: 12

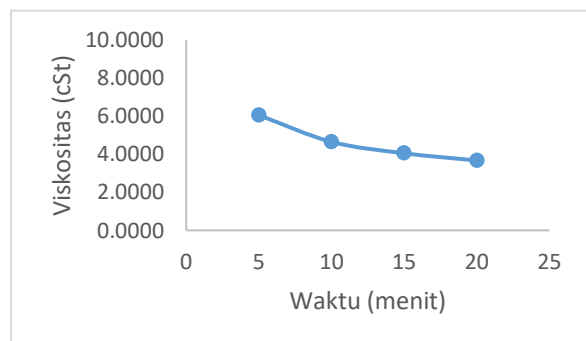
Dari gambar 6 diatas, dapat dilihat bahwa kisaran densitas yang dihasilkan dari proses tersebut dengan menggunakan katalis dengan konsentrasi 3% yaitu antara 0.8632-0.8945 gr/ml. Densitas produk biodiesel tersebut diukur dengan menggunakan piknometer pada kondisi suhu 40°C sesuai standar SNI 7182-2015. Salah satu hal yang mempengaruhi densitas suatu produk biodiesel adalah proses pemurnian biodiesel.

Gliserol yang juga merupakan produk samping dari reaksi transesterifikasi sangat mempengaruhi densitas biodiesel yang dihasilkan jika tidak dilakukan proses pemurnian dengan baik. Penyebab pemurnian yang semakin sulit dikarenakan konsentrasi katalis yang terlalu tinggi mendorong pembentukan sabun melalui reaksi saponifikasi sehingga terjadi emulsifikasi ester dan gliserol sehingga semakin sulit untuk dipisahkan. Sebaliknya, konsentrasi katalis yang terlalu rendah akan menyebabkan konversi trigliserida menjadi ester tidak sempurna [17].

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 7182-2015) densitas biodiesel pada suhu 40°C yang

memenuhi standar yaitu 0.85-0.89 gr/ml. Berdasarkan data dapat disimpulkan bahwa biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi standar SNI 7182-2015 untuk standar densitas biodiesel.

Pengaruh Waktu pemanasan Terhadap Viskositas Produk Biodiesel



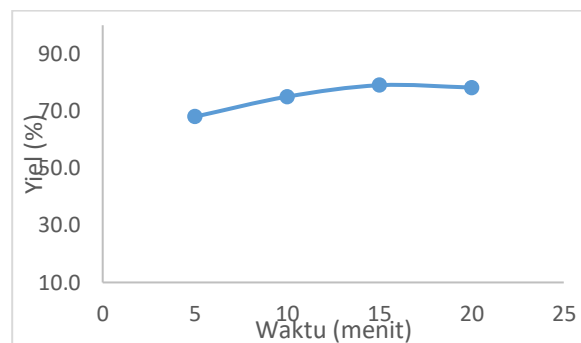
Gambar 7. Grafik Hubungan antara Waktu Reaksi dan Viskositas Produk Biodiesel dengan Daya Microwave 450 W, Konsentrasi Katalis 3%, Rasio Mol Minyak dan Metanol 1: 12

Dari gambar 7 diatas, dapat dilihat bahwa viskositas hasil reaksi esterifikasi yaitu berkisar antara 3.67-6.05 Cst. Viskositas produk biodiesel tersebut diukur dengan menggunakan viskometer Ostwald pada kondisi suhu 40°C sesuai standar SNI 7182-2015. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 7182-2015) viskositas biodiesel pada suhu 40°C yang memenuhi standar yaitu 2.3-6.0 cSt. Berdasarkan data yang dihasilkan untuk berbagai variasi waktu yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi standar SNI 7182-2015 untuk standar viskositas biodiesel.

Viskositas suatu bahan bakar biodiesel memiliki pengaruh yang sangat penting karena berpengaruh pada kinerja suatu mesin. Viskositas yang terlalu tinggi akan menyebabkan sulitnya proses pemompaan dan injeksi sehingga atomisasi bahan bakar akan menjadi buruk. Viskositas bahan bakar minyak memiliki pengaruh besar, terutama untuk motor diesel maupun ketel-ketel uap, karena viskositas minyak sangat berkaitan dengan suplai konsumsi bahan bakar ke dalam ruang bakar dan juga sangat berpengaruh terhadap kesempurnaan atomisasi bahan bakar melalui injektor. Viskositas yang terlalu tinggi menyebabkan proses atomisasi bahan bakar menjadi terganggu karena kecenderungan bahan bakar dengan

viskositas tinggi akan sulit dikabutkan. Sedangkan untuk bahan bakar yang mempunyai viskositas terlalu rendah akan menimbulkan gesekan pada ruang bakar sehingga dalam hal ini, bahan bakar juga memiliki fungsi pelumasan dalam ruang bakar [18].

Pengaruh Waktu pemanasan Terhadap Yield Produk Biodiesel



Gambar 8. Grafik Hubungan antara Waktu Reaksi dan Yield Produk Biodiesel dengan Daya Microwave 450 W, Konsentrasi Katalis 3%, Rasio Mol Minyak dan Metanol 1: 12

Gambar 8 diatas, menunjukkan range nilai yield pada penelitian ini yaitu 68.00% - 79.00%. Waktu reaksi yang bertambah akan menyebabkan kontak antara katalis, methanol dan bahan baku semakin lama sehingga akan meningkatkan konversi biodiesel. Reaksi pembentukan biodiesel termasuk reaksi reversible sehingga ketika telah mencapai kesetimbangan konversi biodiesel yang diperoleh akan menunjukkan nilai yang relatif konstan oleh karena itu sebaiknya proses sintesis dihentikan agar energi yang digunakan lebih efisien [19].

Pengaruh Konsentrasi Katalis terhadap Densitas Produk Biodiesel

Dari gambar 9 terlihat bahwa konsentrasi katalis berbanding terbalik dengan berat jenis biodiesel yang dihasilkan, hal ini terjadi karena reaksi transesterifikasi mengalami peningkatan dengan semakin tingginya konsentrasi katalis sehingga konversi minyak menjadi metil ester semakin tinggi. Tetapi disisi lain, apabila jumlah katalis terus ditambahkan maka hal tersebut akan meningkatkan nilai viskositas dari produk biodiesel yang dihasilkan [20]. Konsentrasi katalis yang terlalu tinggi mendorong pembentukan sabun melalui reaksi saponifikasi sehingga terjadi

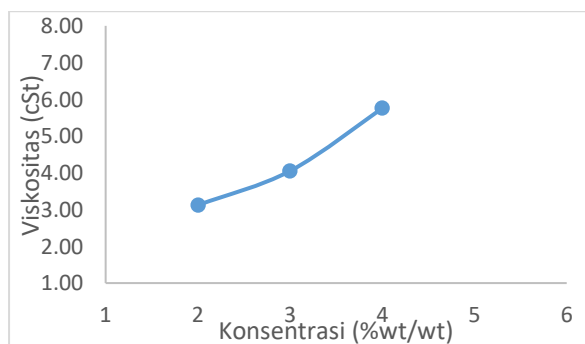
emulsifikasi ester dan gliserol sehingga semakin sulit untuk dipisahkan [17].



Gambar 9. Grafik Hubungan antara Konsentrasi Katalis dan Yield Produk Biodiesel dengan Daya Microwave 450 W, Konsentrasi Katalis 3%, Rasio Mol Minyak dan Metanol 1: 12

Data hasil analisa terhadap densitas produk biodiesel yaitu berkisar antara 0.8678-0.8886 g/ml. Densitas produk biodiesel tersebut diukur dengan menggunakan piknometer pada kondisi suhu 40°C sesuai standar SNI 7182-2015. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 7182-2015) densitas biodiesel pada suhu 40°C yang memenuhi standar yaitu 0.85-0.89 gr/ml. Berdasarkan data yang dihasilkan untuk berbagai variasi konsentrasi yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi standar SNI 7182-2015 untuk standar densitas biodiesel.

Pengaruh Konsentrasi Katalis terhadap Viskositas Produk Biodiesel

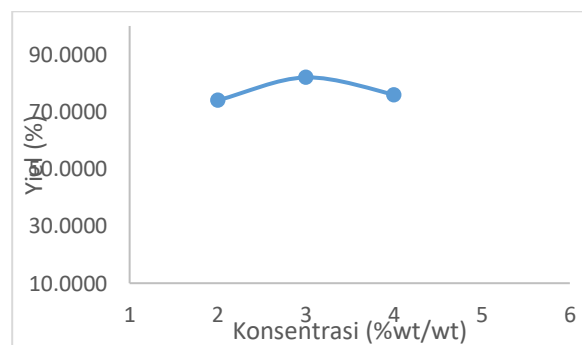


Gambar 10. Grafik Hubungan antara Konsentrasi Katalis dan Yield Produk Biodiesel dengan Daya Microwave 450 W, Konsentrasi Katalis 3%, Rasio Mol Minyak dan Metanol 1: 12

Gambar 10 menunjukkan hubungan antara konsentrasi katalis dan viskositas produk biodiesel yang dihasilkan. Dari gambar tersebut terlihat bahwa data hasil Analisa untuk viskositas biodiesel yaitu berkisar antara 3.12-5.76 cSt. Viskositas produk biodiesel tersebut diukur dengan menggunakan viskometer Ostwald pada kondisi suhu 40°C sesuai standar SNI 7182-2015. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 7182-2015) viskositas biodiesel pada suhu 40°C yang memenuhi standar yaitu 2.3-6.0 cSt.

Pada grafik tersebut, semakin besar jumlah konsentrasi katalis maka akan terjadi peningkatan viskositas produk biodiesel. Sama halnya dengan densitas, reaksi transesterifikasi minyak dengan metanol mengalami peningkatan dengan semakin tingginya konsentrasi. Tetapi disini lain, apabila jumlah katalis terus ditambahkan maka hal tersebut akan meningkatkan nilai viskositas dari produk biodiesel yang dihasilkan, hal ini dikarenakan jumlah katalis yang lebih besar mendukung reaksi saponifikasi, hal ini dapat menyebabkan zat sisa dari reaksi tidak diubah menjadi metil ester yang akan membuat viskositas metil ester meningkat [21].

Pengaruh Konsentrasi Katalis terhadap Viskositas Produk Biodiesel



Gambar 11. Grafik Hubungan antara Konsentrasi Katalis dan Yield Produk Biodiesel dengan Daya Microwave 450 W, Konsentrasi Katalis 3%, Rasio Mol Minyak dan Metanol 1: 12

Pada Gambar 11 menunjukkan hubungan antara konsentrasi katalis terhadap *yield* produk yang dihasilkan. Dari gambar tersebut terlihat bahwa *yield* produk biodiesel meningkat dari 74.00% dengan konsentrasi katalis 2% menjadi 82.00% dengan konsentrasi katalis 3% tetapi kemudian *yield* produk biodiesel mengalami penurunan menjadi 76.00% pada

konsentrasi katalis 4%. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa konsentrasi katalis 3% merupakan konsentrasi yang paling optimum dengan *yield* produk biodiesel tertinggi. Adanya kandungan katalis yang berlebih menyebabkan pembentukan sabun melalui saponifikasi pada trigliserida. Konsentrasi katalis yang meningkat mendorong pembentukan sabun melalui reaksi saponifikasi sehingga terjadi emulsifikasi ester dan gliserol sehingga semakin sulit untuk dipisahkan dan menyebabkan turunnya nilai *yield* [17].

Hasil Uji Produk Biodiesel

Kualitas biodiesel sangat penting agar dapat digunakan pada mesin. Untuk mengetahui kualitas biodiesel telah dihasilkan, perlu untuk melakukan uji biodiesel pada beberapa parameter sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Uji biodiesel yang dilakukan terdiri dari beberapa parameter yaitu viskositas, densitas, angka asam dan gliserol total.

Tabel 2. Perbandingan Produk Biodiesel dengan Standar Nasional Indonesia (SNI)

Parameter	Satuan	SNI	Biodiesel
Densitas	g/ml 25°C	0.85-0.89	0.89
Viskositas	mm ² /s 40°C	2.3-6.0	4.05
Angka Asam	Mg KOH/g	<0.50	0.21

Tabel 2 diatas menunjukkan nilai densitas biodiesel yang diperoleh adalah 0,89 g/ml, yang memenuhi SNI-2012 standar. Viskositas kinematik adalah 4.05 mm²/s pada 40°C, sedangkan standar pada 2,30- 6,00 mm²/s. Angka asam berada pada nilai 0.21 Mg KOH/g dengan syarat <0.50. Data menunjukkan bahwa kualitas biodiesel persyaratan memenuhi Warga Negara Indonesia Standar. Biodiesel yang diperoleh dapat dijadikan sebagai bahan bakar pengganti atau aditif untuk diesel.

KESIMPULAN

1. Senyawa yang diperoleh dari hasil kalsinasi cangkang kerang darah adalah fase kalsium hidroksida dan fase kalsium oksida dengan ukuran kristal rata-rata yaitu 23.77 nm.
2. Biodiesel yang dihasilkan dengan menggunakan katalis cangkang kerang darah memiliki densitas 0,89 g/ml, Viskositas 4.05 mm²/s, Angka Asam

0.21 Mg KOH/g dan Gliserol Total sebesar 0.27 % massa.

3. Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat bahwa waktu yang optimum untuk produksi biodiesel yaitu pada menit ke 15 dengan konsentrasi 3 %wt/wt dengan perbandingan rasio mol minyak dan metanol yaitu 1: 12.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi yang telah memberikan dana hibah untuk keberlangsungan penelitian ini melalui Pendanaan Penelitian Skema Terapan tahun anggaran 2021 dan ucapan terimakasih kepada Badan Riset dan Inovasi Nasional yang telah mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tim Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional, "Indonesia Energy Outlook 2019," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.
- [2] A.G.Olabi and Mohammad Ali Abdelkareem, "Renewable Energy and Climate Change," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 158, pp. 111–112, 2022.
- [3] Traction Energy Asia, *Pemanfaatan dan Pengelolaan Biofuel (Biodiesel): Pembelajaran dan Praktik Baik dari Berbagai Negara*, 2nd ed. Jakarta: Traction Energy Asia, 2020.
- [4] A. Alagumalai, O. Mahian, F. Hollmann, and W. Zhang, "Environmentally benign solid catalysts for sustainable biodiesel production: A critical review," *Sci. Total Environ.*, vol. 768, p. 144856, 2021, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.144856.
- [5] M. Ramos, A. P. S. Dias, J. F. Puna, J. Gomes, and J. C. Bordado, "Biodiesel production processes and sustainable raw materials," *Energies*, vol. 12, no. 23, 2019, doi: 10.3390/en12234408.
- [6] Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap, *Statistik Perikanan Tangkap Indonesia 2010*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap, 2011.
- [7] S. Dampang, E. Purwanti, F. Destyorini, S. B. Kurniawan, S. R. S. Abdullah, and M. F. Imron, "Analysis of Optimum Temperature

- and Calcination Time in the Production of CaO Using Seashells Waste as CaCO₃ Source,” *J. Ecol. Eng.*, vol. 22, no. 5, pp. 221–228, 2021, doi: 10.12911/22998993/135316.
- [8] S. F. S. Mohamad, S. Mohamad, and Z. Jemaat, “Study of Calcinations Condition on Decomposition of Calcium Carbonate in Waste Cockle Shell to Calcium Oxide Using Thermal Gravimetric Analysis,” *ARPJ. Eng. Appl. Sci.*, vol. 11, no. 16, pp. 9917–9921, 2016.
- [9] T. I. Ramdhani, “Sintesis dan Karakterisasi Katalis CaO/Zeolit Nano Partikel Untuk Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit,” Semarang, 2017.
- [10] A. Suryanto, S. Suprpto, and M. Mahfud, “Production Biodiesel from Coconut Oil Using Microwave: Effect of Some Parameters on Transesterification Reaction by NaOH Catalyst,” *Bull. Chem. React. Eng. Catal.*, vol. 10, no. 2, pp. 162–168, 2015.
- [11] A. Lesbani, S. O. Ceria Sitompul, R. Mohadi, and N. Hidayati, “Characterization and Utilization of Calcium Oxide (CaO) Thermally Decomposed from Fish Bones as a Catalyst in the Production of Biodiesel from Waste Cooking Oil,” *Makara J. Technol.*, vol. 20, no. 3, p. 121, 2016, doi: 10.7454/mst.v20i3.3066.
- [12] D. Supangat and S. E. Cahyaningrum, “Synthesis and Characterization of Hydroxyapatite of Crabs Shell (*scylla serrata*) by Wet Application Method,” *UNESA J. Chem.*, vol. 6, no. 3, pp. 143–149, 2017.
- [13] Marwan and E. Indarti, “Hydrated Calcined *Cyrtopleura Costata* Seashells as an Effective Solid Catalyst for Microwave-Assisted Preparation of Palm Oil Biodiesel,” *Energy Convers. Manag.*, vol. 117, pp. 319–325, 2016, doi: 10.1016/j.enconman.2016.03.030.
- [14] X. Lu *et al.*, “Effects of Grain Size and Temperature on Mechanical Properties of Nano-Polycrystalline Nickel-Cobalt Alloy,” *Integr. Med. Res.*, vol. 9, no. 6, pp. 13161–13173, 2020, doi: 10.1016/j.jmrt.2020.09.060.
- [15] S. F. S. Mohamad, S. Mohamad, and Z. Jemaat, “Study of calcinations condition on decomposition of calcium carbonate in waste cockle shell to calcium oxide using thermal gravimetric analysis,” *ARPJ. Eng. Appl. Sci.*, vol. 11, no. 16, pp. 9917–9921, 2016.
- [16] A. Krause, “No Title,” Technischen Universität Dresden, 2014.
- [17] M. Harabi, S. N. Bouguerra, F. Marrakchi, and L. P. Chrysikou, “Biodiesel and Crude Glycerol from Waste Frying Oil : Production , Characterization and Evaluation of Biodiesel Oxidative Stability with Diesel Blends,” *Sustainability*, vol. 11, p. 1937, 2019, doi: 10.3390/su11071937.
- [18] D. Priyanto, “Pemanasan Bahan Bakar Biodiesel Palm Oil (B100) Terhadap Unjuk Kerja Mesin Diesel Sistem Injeksi Langsung Diamond Tipe Di800,” Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.
- [19] D. Irawan, Z. Arifin, C. Olivia, and M. Nopal, “Pengaruh Rasio Metanol dan KOH Pada Proses Pembuatan Biodiesel Dengan Metode Elektrolisis Menggunakan Elektroda Perak,” in *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri 2019*, 2019, pp. 268–272.
- [20] S. Efendi, F. H. Hamzah, and A. Ali, “Konsentrasi Katalis CaO dari Cangkang Telur Ayam pada Proses Transesterifikasi Biodiesel Minyak Biji Pangi,” *Jom FAPERTA*, vol. 5, no. 1, pp. 1–12, 2018.
- [21] M. Faizal, U. Maftuchah, and W. A. Auriyani, “Pengaruh Kadar Metanol, Jumlah Katalis dan Waktu Reaksi pada Pembuatan Biodiesel dari Lemak Sapi melalui Proses Transesterifikasi,” *J. Tek. Kim.*, vol. 4, no. 19, pp. 29–37, 2013.