



**PEMBUATAN BIODIESEL DARI CAMPURAN MINYAK JARAK
KEPYAR (*RICINUS COMMUNIS*) DENGAN MINYAK JELANTAH
MENGUNAKAN KATALIS CaO LIMBAH CANGKANG KERANG
DARAH (*ANADARA GRANOSA*)**

Azhari, Rizka Mulyawan*, Nasrul ZA, Lukman Hakim, Nur Azura Lubis
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355
Korespondensi: e-mail: rmulyawan@unimal.ac.id

Abstrak

*Bahan bakar alternatif untuk mesin diesel yaitu biodiesel yang merupakan sumber daya terbarukan (renewable). Salah satu bahan alami yang dapat digunakan sebagai material dalam pembuatan biodiesel adalah minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) dan minyak jelantah. Salah satu aspek yang penting dalam pembuatan biodiesel adalah katalis. Selain katalis basa homogen seperti NaOH dan KOH, baru-baru ini telah dikembangkan penggunaan katalis basa heterogen yakni kalsium oksida (CaO) yang bersumber dari kulit kerang. **Penelitian tentang biodiesel sudah pernah dilakukan sebelumnya, yang belum pernah dilakukan adalah pembuatan biodiesel menggunakan campuran minyak jarak kepyar dan minyak jelantah dengan variasi rasio mol dan jumlah katalis dari limbah cangkang kerang darah. Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari cara pembuatan katalis dan karakterisasi cangkang kerang darah (*anadara granosa*) untuk mengetahui sifat fisik dan kimia serta performanya dalam pembuatan biodiesel dari campuran minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) dan minyak jelantah. Cangkang kerang darah dikalsinasi pada suhu 900°C selama 5 jam. Proses transesterifikasi dilakukan selama 100 menit pada suhu 60°C dengan variasi rasio mol minyak dan metanol 1:12, 1:15 dan 1:18 dan berat katalis 3%, 6% dan 9% dari massa minyak. Hasil uji biodiesel terbaik di dapatkan pada rasio mol minyak dan metanol 1:15 dengan jumlah katalis 3% dengan nilai yield 69,94%. Pada hasil komposisi senyawa hidrokarbon (GC-MS) terdapat 5 puncak grafik yang menghasilkan metil ester.***

Kata kunci: Biodiesel, Katalis, Kerang Darah, Jarak Kepyar, Minyak Jelantah

DOI : <http://dx.doi.org/10.29103/jtku.v12i1.11797>

1. Pendahuluan

Salah satu bahan alami yang dapat digunakan sebagai material dalam pembuatan biodiesel adalah minyak jarak kepyar dan minyak jelantah. Tanaman jarak kepyar (*ricinus communis*) termasuk dalam famili Euphorbiaceae, merupakan tanaman tahunan yang terdapat di daerah tropik maupun subtropik dan dapat tumbuh pada ketinggian 0–800 m di atas permukaan laut (Ketaren, 1986). Jarak kepyar mempunyai nama yang berbeda di berbagai daerah, antara lain jarak kaliki (Sunda), tanggang – tanggang raja (Makassar). Jarak kepyar merupakan perdu berbatang tegak, tinggi 1- 5 m. Biji jarak terdiri dari 75% kernel (biji) dan 25% kulit (Departemen Teknologi Pertanian, 2005). Minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) dihasilkan dari biji buah jarak dengan proses ekstraksi menggunakan mesin pengepres atau menggunakan pelarut.

Minyak jelantah merupakan salah satu alternatif bahan baku pembuatan biodiesel yang murah, ramah lingkungan, dan mereduksi limbah rumah tangga atau industri makanan serta tidak bersaing dengan kebutuhan pangan. Namun, viskositas minyak jelantah masih perlu diturunkan agar tidak menghambat proses injeksi yang akan mengakibatkan pembakaran menjadi tidak sempurna. Salah satu reaksi yang dapat menurunkan viskositas minyak jelantah adalah reaksi transesterifikasi. Reaksi ini akan berjalan lebih cepat dengan adanya penambahan katalis. Pada dasarnya sumber bahan baku pembuatan biodiesel memang penting untuk dikaji, namun hal yang paling krusial lainnya yang perlu diteliti adalah jenis katalis yang digunakan.

Hal ini dikarenakan, kualitas biodiesel yang dihasilkan dan efisiensi proses pembuatannya sangat ditentukan oleh katalis yang digunakan. Umumnya, pembuatan biodiesel menggunakan katalis basa homogen seperti NaOH dan KOH karena memiliki kemampuan katalisator yang lebih tinggi dibandingkan dengan katalis lainnya. Namun, penggunaan katalis ini memiliki kelemahan antara lain sulit didegradasi, sulitnya pemisahan gliserol dari metil ester, pembentukan emulsi, menimbulkan reaksi penyabunan dan biodiesel masih mengandung katalis sehingga perlu dilakukan separasi lagi (Talebian-Kiakalaieh et al., 2013). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi kondisi tersebut adalah

menggunakan katalis basa heterogen seperti CaO. Limbah cangkang kerang darah (*anadara granosa*) dapat dijadikan sebagai sumber katalis CaO melalui proses kalsinasi CaCO₃. Menurut Muntamah (2011) kandungan CaCO₃ cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) mencapai 98.7% dari total kandungan mineralnya, sehingga sangat potensial sebagai sumber katalis CaO untuk pembuatan biodiesel.

Penelitian tentang biodiesel sudah pernah dilakukan sebelumnya, yang belum pernah dilakukan adalah pembuatan biodiesel menggunakan campuran minyak jarak kepyar dan minyak jelantah dengan variasi rasio mol dan jumlah katalis dari limbah cangkang kerang darah. Penelitian ini menggunakan katalis heterogen CaO dari cangkang kerang darah. Selanjutnya biodiesel yang dihasilkan, akan dilakukan karakterisasi *yield*, kadar FFA, densitas, viskositas, kadar air, serta analisis komposisi senyawa hidrokarbon GC-MS (Gas Chromatography–Mass Spectrometry).

2. Bahan dan Metode

Bahan dan peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain adalah minyak jarak kepyar (*ricinus communis*), minyak jelantah, metanol, katalis CaO dari cangkang kerang darah, NaOH, *phenolphthalein*, *furnace*, kertas saring, labu leher tiga, neraca analitik, termometer, *erlenmeyer*, gelas ukur, *buret*, *hot plate*, *oven*, corong pemisah, *magnetic stirrer*, *picnometer*, *viscometer ostwald*, seperangkat destilasi.

Proses pembuatan biodiesel terdiri dari preparasi katalis cangkang kerang darah, preparasi minyak jarak kepyar dan minyak jelantah, reaksi transesterifikasi dan proses pemurnian. Variabel pada penelitian ini yaitu variasi perbandingan campuran mol minyak terhadap metanol 1:12; 1:15; 1:18, dan jumlah katalis 3%, 6%, 9%. Analisa yang dilakukan yaitu uji *yield* (%), densitas (mg/l), viskositas (cSt), kadar air (% vol) dan analisa komposisi senyawa biodiesel (GC-MS).

Pada proses preparasi katalis, serbuk CaO dari limbah cangkang kerang darah dimasukkan ke dalam *furnace* dengan suhu 900 °C selama 5 jam. Selanjutnya melakukan preparasi minyak untuk mengetahui kadar ALB awal pada

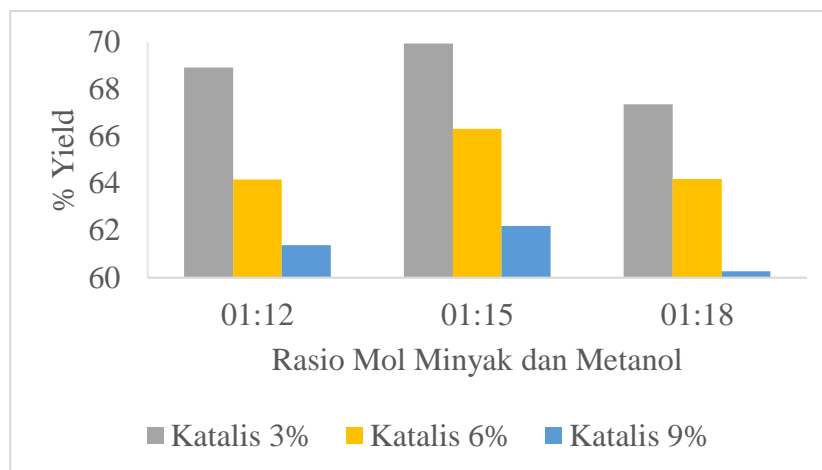
minyak jarak kepyar dan minyak jelantah sebelum dilanjutkan proses reaksi transesterifikasi.

Proses transesterifikasi dilakukan dalam *reactor batch*, dengan mencampurkan 100 gram minyak jarak kepyar dengan minyak jelantah dan metanol sesuai dengan variasi perbandingan minyak terhadap metanol yang telah ditetapkan dengan menggunakan katalis cangkang kerang 3%, 6% dan 9% dari berat minyak. Minyak dipanaskan hingga mencapai suhu 60 °C diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Kemudian ditambahkan metanol dan katalis cangkang kerang dan dilakukan pengadukan hingga homogen dengan suhu 60 °C dengan variasi waktu 100 menit. Setelah suhu dan waktu reaksi tercapai, saring campuran larutan dari katalis heterogen kemudian dipisahkan campuran ke dalam corong pemisah dan didiamkan selama 24 jam. Selanjutnya akan terbentuk dua lapisan, lapisan atas metil ester dan lapisan bawah merupakan gliserol. Metil ester didistilasi pada suhu 60 °C untuk menghilangkan metanol. Metil ester hasil destilasi disimpan di dalam botol sampel.

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Pengaruh Rasio Mol dan Jumlah Katalis Terhadap Yield (%)

Pengaruh perbandingan mol minyak dan metanol serta jumlah katalis terhadap *yield* biodiesel yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3.1:



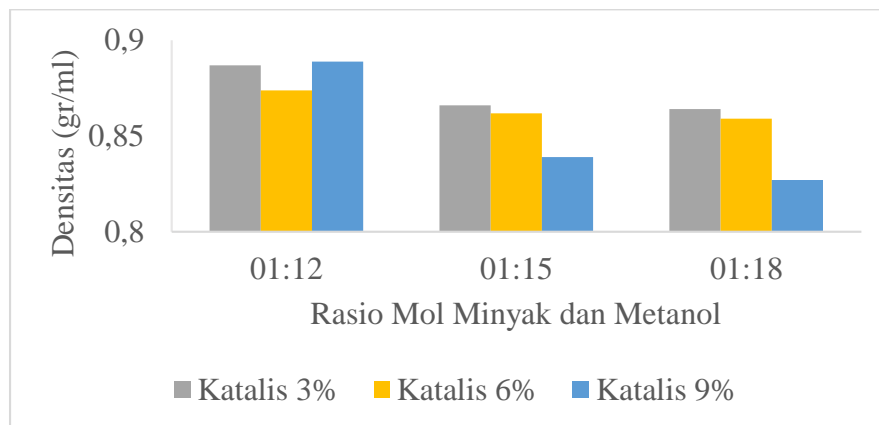
Gambar 3.1 Grafik Pengaruh Rasio Mol Minyak dan Metanol Serta Jumlah Katalis Terhadap *Yield* (%)

Pada Gambar 3.1 dapat disimpulkan bahwa *yield* berpengaruh pada rasio mol minyak dan metanol serta jumlah katalis yang digunakan. Biodiesel yang memiliki kualitas *yield* terbanyak pada rasio mol minyak dan metanol 1:15 dengan katalis 3% sebesar 69,94%. Namun setelah dilakukan penambahan rasio mol minyak dan metanol 1:18 *yield* biodiesel yang dihasilkan menurun. Hal ini disebabkan pemakaian metanol berlebihan akan menyebabkan meningkatnya pembentukan gliserol, sehingga gliserol akan larut dalam kelebihan metanol dan kemudian menghambat reaksi metanol pada reaktan dan katalis, sehingga mengganggu pemisahan gliserol, yang pada akhirnya akan menurunkan konversi dengan menggeser kesetimbangan ke arah sebaliknya (Buasri dkk, 2013).

Berat katalis merupakan faktor penting dalam penentuan laju reaksi, yaitu dengan cara menurunkan energi aktivasi sehingga laju pembentukan biodiesel lebih cepat terbentuk. Hasil biodiesel maksimum pada penelitian ini menggunakan katalis CaO dengan berat katalis 3% pada rasio mol 1:12 sebesar 69,94%. Namun pada berat katalis 6% dengan rasio mol 1:12 sebesar 64,16% dan pada berat katalis 9 % dengan rasio mol 1:12 sebesar 61,37% mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh reaksi berlebih dari katalis dengan trigliserida yang membentuk sabun dan produk samping berupa gliserol.

3.2 Pengaruh Rasio Mol dan Jumlah Katalis Terhadap Densitas (gr/ml)

Pengaruh perbandingan mol minyak dan metanol serta jumlah katalis terhadap densitas biodiesel yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3.2:



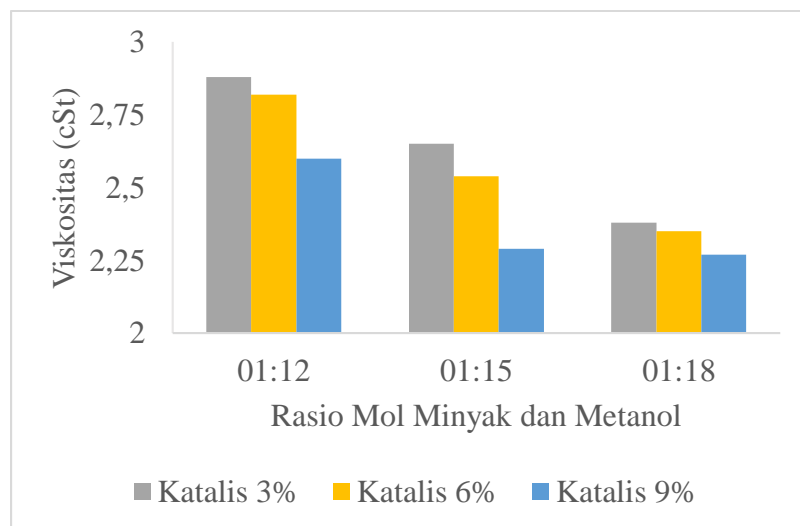
Gambar 3.2 Grafik Pengaruh Rasio Mol Minyak dan Metanol Serta Jumlah Katalis Terhadap Densitas (gr/ml)

Berdasarkan hasil uji densitas yang didapat telah sesuai dengan teori yang ada yaitu semakin tinggi rasio mol metanol maka semakin rendah densitas biodiesel yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya tingkat konversi akibat meningkatnya laju reaksi dan bergesernya kesetimbangan reaksi. Dengan semakin meningkatnya tingkat konversi trigliserida menjadi metil ester, maka densitas biodiesel akan semakin menurun karena densitas metil ester lebih rendah dari pada densitas gliserol dimana densitas gliserol yaitu $1,26 \text{ gr/cm}^3$ (Puguh Setyoprato,dkk 2008).

Densitas paling tinggi pada penelitian ini yaitu $0,887 \text{ gr/ml}$ pada rasio mol metanol 1:12 dengan katalis 3%, dan densitas paling rendah pada penelitian ini yaitu sebesar $0,82 \text{ gr/ml}$ pada rasio mol metanol 1:18 dengan katalis 9%. Dari hasil penelitian ini terdapat densitas yang tidak sesuai dengan standar SNI yang mana dalam standar densitas SNI biodiesel yaitu pada *range* $0,85\text{-}0,89 \text{ gr/cm}^3$. Densitas yang tidak sesuai dengan standar SNI yaitu pada rasio mol 1:15 dan 1:18 dengan jumlah katalis 9%. Hal ini terjadi karena tingginya rasio mol metanol dan katalis yang digunakan, maka semakin rendah densitas biodiesel yang dihasilkan.

3.3 Pengaruh Rasio Mol dan Jumlah Katalis Terhadap Viskositas (cSt)

Pengaruh perbandingan mol minyak dan metanol serta jumlah katalis terhadap densitas biodiesel yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3.3:

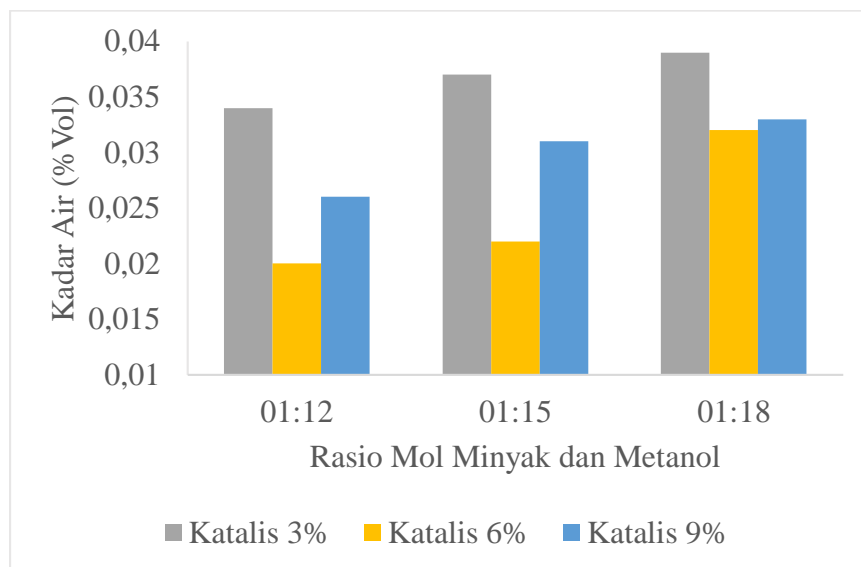


Gambar 3.3 Grafik Pengaruh Rasio Mol Minyak dan Metanol Serta Jumlah Katalis Terhadap Viskositas (cSt)

Dari Gambar 3.3 viskositas dengan nilai tertinggi didapatkan pada rasio mol metanol 1:12 dengan jumlah katalis 3% sebesar 2,88 cSt, sedangkan viskositas terendah didapatkan pada rasio mol 1:15 dan 1:18 dengan jumlah katalis 9% sebesar 2,29 dan 2,27 cSt. Dari hasil penelitian ini terdapat viskositas yang tidak sesuai dengan standar SNI yang mana dalam standar viskositas SNI biodiesel yaitu pada *range* 2,3-6,0 mm²/s. Hal ini juga dipengaruhi oleh rasio mol biodiesel, pemberian metanol yang terlalu rendah atau terlalu tinggi menyebabkan kesetimbangan reaksi pada biodiesel tidak baik. Penurunan densitas menyebabkan nilai viskositas semakin kecil. Selain itu, terjadinya perbedaan viskositas pada biodiesel yang dihasilkan disebabkan oleh beberapa impuritis yang masih terkandung dalam biodiesel berupa sisa-sisa reaktan yang tidak bereaksi. Hal ini juga bisa disebabkan karena pemisahan yang kurang sempurna. Untuk mengatasi hal tersebut bisa dilakukan cara alternatif yang lain seperti cara sentrifugasi.

3.4 Pengaruh Rasio Mol dan Jumlah Katalis Terhadap Kadar Air (%Vol)

Pengaruh perbandingan mol minyak dan metanol serta jumlah katalis terhadap kadar air biodiesel yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3.4:

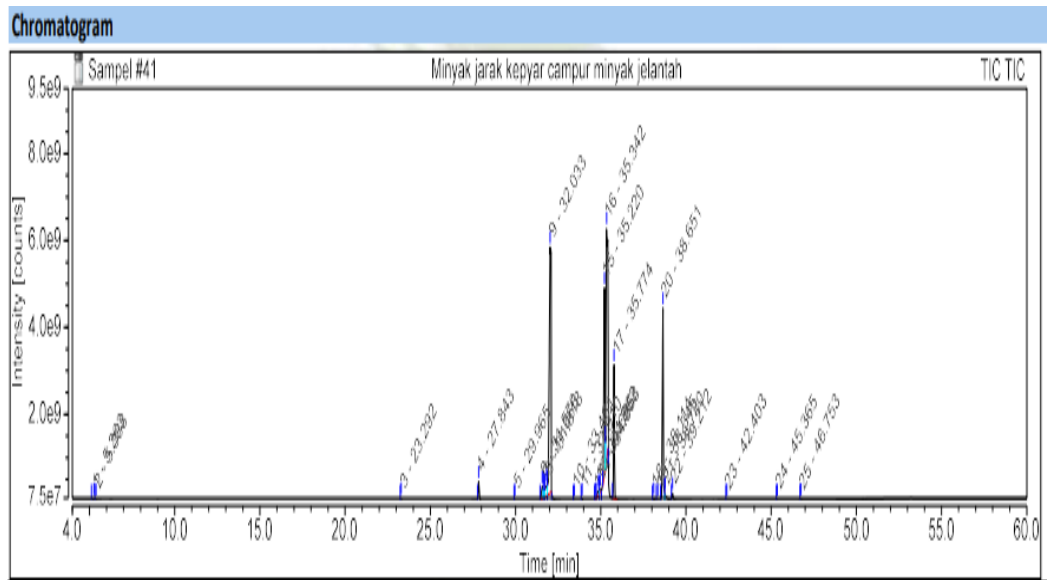


Gambar 3.4 Grafik Pengaruh Rasio Mol Minyak dan Metanol Serta Jumlah Katalis Terhadap Kadar Air (%Vol)

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat dilihat dari Gambar 3.4 dengan variasi Rasio Mol 1:12, 1:15 dan 1:18 pada jumlah katalis 3% didapat nilai kadar air yang diperoleh yaitu 0,034, 0,037; dan 0,039 %. Untuk variasi Rasio Mol 1:12, 1:15 dan 1:18 pada jumlah katalis 6% didapat kadar air yang diperoleh yaitu 0,020; 0,022 dan 0,032 %Vol. Rasio Mol 1:12, 1:15 dan 1:18 pada jumlah katalis 9% di dapat nilai kadar air sebesar 0,026; 0,031; dan 0,033%Vol. Menurut Standar Nasional Indonesia, batas maksimal kadar air pada biodiesel adalah 0,05%Vol, berdasarkan hasil penelitian kadar air yang di dapat sudah mendekati SNI 2019. Pada penelitian ini seluruh uji dinyatakan memenuhi syarat mutu SNI 2019.

3.5 Analisa Komposisi Hidrokarbon (GC-MS) dalam Biodiesel

Analisis ini merupakan analisis kualitatif dan kuantitatif yang bisa digunakan untuk mengetahui jenis kandungan asam lemak dalam biodiesel beserta kuantitasnya. *Methyl ester* biodiesel yang telah di analisis dengan GC-MS menunjukkan empat puncak dominan seperti disajikan pada Gambar 3.5



Gambar 3.5 Hasil Analisa GC-MS

Gambar 3.5 merupakan kromatogram analisis komposisi metil ester menggunakan GC-MS. Dari kromatogram menunjukkan bahwa pada penelitian

ini menghasilkan metil ester yang sesuai dengan asam-asam lemak yang terkandung dalam minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) dan minyak jelantah. Berdasarkan dari hasil GC-MS, terdapat 5 puncak metil ester. Puncak 1 terdapat asam lemak jenuh yaitu asam heksadekanoat atau asam palmitat ($C_{16}H_{32}O_2$) sebesar 32,09%. Puncak 2 terdapat asam lemak tak jenuh yaitu asam linoleat ($C_{18}H_{32}O_2$) sebesar 13,34%. Pada puncak ke-3 terdapat asam lemak tak jenuh tunggal yaitu asam oktadekanoat atau asam oleat ($C_{18}H_{34}O_2$) sebesar 29.96%. Puncak ke-4 terdapat asam lemak jenuh yaitu asam stearat ($C_{18}H_{36}O_2$) sebesar 6,19%. Sedangkan puncak terakhir yaitu puncak ke-5 terdapat asam lemak tak jenuh yaitu asam risinoleat ($C_{18}H_{34}O_3$) sebesar 11,05%. Berdasarkan hasil Analisa uji GC-MS menunjukkan bahwa data tersebut dapat dinyatakan memang benar senyawa biodiesel, yaitu metil ester. Ini menunjukkan bahwa minyak jelantah mampu menghasilkan biodiesel dalam bentuk metil esternya.

4. Simpulan dan Saran

Dari hasil penelitian pembuatan biodiesel dari campuran minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) dan minyak jelantah dengan katalis cangkang kerang yang mengandung CaO, didapatkan hasil terbaik pada rasio mol minyak dan metanol 1:15 dengan jumlah katalis 3%, dengan nilai *yield* 69,94%. Karakteristik yang dihasilkan didapatkan densitas dan viskositas yang tidak sesuai dengan standar SNI yaitu pada rasio mol 1:15 dan 1:18 dengan jumlah katalis 9%. Sedangkan kadar air yang di dapat sudah memenuhi SNI 2019. Uji GC-MS terdapat 5 puncak grafik yang menghasilkan metil ester.

Adapun saran yang bisa diberikan adalah diharapkan pada penelitian selanjutnya menggunakan perbandingan katalis cangkang telur, lalu ditambahkan pengujian karakteristik yang lain seperti angka setana, angka iodium titik nyala dan titik asap serta pengujian pada mesin diesel.

5. Daftar Pustaka

1. Buasri, A., Chaiyut, N., Lortuenyong, N., Wongweang, C., and Khamrisuk, S. 2013. *Application of eggshell wastes as a heterogeneous catalyst for biodiesel production*. Sustainable Energy, 7-13 Science and Education Publishing, Thailand. <https://doi.org/10.1155/2013/460923>.

2. Departemen Teknologi Pertanian USU. (2005). *Proses Pembuatan Minyak Jarak. Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Kerjasama Antara Departemen Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian USU dengan Balai Penelitian dan Pengembangan Propinsi Sumatera Utara Medan. Buletin Agricultural Engineering BEARING, 16-22. <https://doi.org/12.398/2005/15188>.
3. Ketaren, S. (1986). *Pengantar Teknologi Minyak Dan Lemak Pangan*. Cetakan pertama. Jakarta: Ui-Press. <https://doi.org/F1986/142051>.
4. Muntamah. (2011). *Sintesis dan karakterisasi hidroksiapatit dari limbah cangkang kerang darah (anadara granosa_*. Tesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor. <https://doi.org/13.2168/2011/51753>.
5. Puguh Setyoprato, Edy Purwanto, Rudy Hartanto, & J. Kristianto. (2008). *Effect of Reaction Temperature and the CPO/Metanol Ratio on the Product Characteristics in the Biodiesel Production Using Diethyl Eter as Co-Solvent*. Jurnal Ilmu Dasar ; 72-77. <https://doi.org/30.713/2008/24423>.
6. Talebian-Kiakalaieh A, Amin NAS, Mazaheri H. (2013). *A review on novel processes of biodiesel production from waste cooking oil*. Applied Energy (104): 683-710. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.11.061>.