

## Potensi Pengembangan Biodiesel Kelapa Sawit dengan Katalis Limbah Udang di Sumatera Selatan

### *Development Potential of Oil Palm Biodiesel with Shrimp Waste Catalysts in South Sumatra*

**Siti Khodijah**<sup>1\*)</sup>, F. Irsan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Selatan

<sup>\*)</sup>Penulis korespondensi: sitikhodijah@pertanian.go.id

**Sitasi:** Khodijah S, Irsan F. 2020. Development potential of oil palm biodiesel with shrimp waste catalysts in south Sumatra. In: Herlinda S *et al.* (Eds.), Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-8 Tahun 2020, Palembang 20 Oktober 2020. pp. 948-957. Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).

#### ABSTRACT

Oil Palm is one of agriculture commodity with huge areal dan production potencial in Indonesia. Oil palm biomass has been developed a lot as fuel such as *Crude Palm Oil* biodiesel. At the transesterification process, commonly using strong alkaline (NaOH and KOH) or strong acid (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and HCl) as homogenous catalyst. Heterogeneous catalyst can be used in transesterification process instead of homogenous catalyst, one of them is CaO catalyst. The purpose of this paper is to know the development potential of oil palm biodiesel with CaO catalyst from shrimp waste in South Sumatra. The biodiesel product was analyzed with density, viscosity, flash point, acidity, refractive index, and calorific values. The quality of biodiesel product ie, Density 0,8666 g/ml, Viscosity 5,4982 cSt, Flash point 161 ° C , Acid Numbers of 0.2204 mg-KOH/ g, and the Bias Index of 1.4480, which has qualified Indonesia National Standart requirement for biodiesel product with the development potential of CaO catalyst from shrimp waste as much as 2,834-4,048 tonne in South Sumatra.

Keywords: biodiesel, calcium, catalyst, shell, transesterification

#### ABSTRAK

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan dengan potensi luasan dan produksi yang besar di Indonesia. Biomassa kelapa sawit telah banyak dikembangkan sebagai bahan bakar seperti biodiesel dari bahan *Crude Palm Oil*. Dalam proses transesterifikasi biodiesel, umumnya menggunakan katalis homogen basa kuat (NaOH dan KOH) atau asam kuat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and HCl). Katalis heterogen dapat dimanfaatkan dalam proses transesterifikasi menggantikan katalis homogen, salah satunya adalah katalis CaO. Tujuan dari tulisan ini adalah untuk mengetahui potensi pengembangan Biodiesel berbasis minyak kelapa sawit dengan katalis heterogen CaO dari limbah udang di provinsi Sumatera Selatan. Biodiesel yang dihasilkan dengan menggunakan katalis CaO dianalisa dengan parameter densitas, viskositas, titik nyala, angka asam, indeks bias, dan nilai kalor. Biodiesel yang dihasilkan memiliki kualitas: Densitas 0,8666 g/ml, Viskositas 5,4982 cSt, Titik nyala 161°C, Angka Asam 0,2204 mg-KOH/g, dan Indeks Bias 1,4480, yang telah memenuhi syarat SNI biodiesel dengan potensi pengembangan katalis CaO dari limbah udang sebanyak 2,834-4,048 ton di Sumatera Selatan.

Kata kunci: biodiesel, cangkang, kalsium, katalis, transesterifikasi

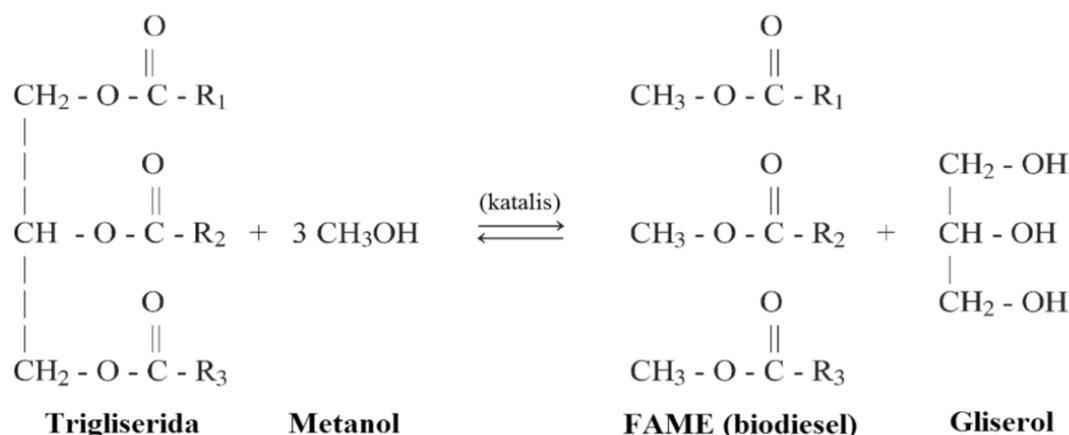
## PENDAHULUAN

Biodiesel adalah suatu bahan bakar nabati pengganti bahan bakar fosil (minyak bumi) untuk mesin diesel. Hal ini dikarenakan sifat biodiesel yang memiliki karakteristik yang cukup mirip dengan bahan baku solar sehingga bahan bakar ini dapat digunakan tanpa memodifikasi mesin. Meskipun begitu, di Indonesia biasanya biodiesel digunakan sebagai campuran solar sebagai bahan bakar. Biodiesel B20 dan B40 mampu memberikan kinerja yang baik untuk digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel dan emisi gas yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan emisi solar (Azis 2010; Ibrahim, et al., 2016).

Biodiesel dapat dibuat dari tanaman/sayuran, lemak hewani, bahkan minyak sisa seperti minyak jelantah sehingga biodiesel termasuk bahan bakar yang dapat diperbaharui. Namun pada umumnya sebagian besar biodiesel di Indonesia berbasis minyak kelapa sawit kasar (*Crude Palm Oil*) karena minyak ini mudah didapatkan dan harganya relative lebih murah. Selain ketersediaan bahan baku, biodiesel juga menghasilkan emisi gas yang lebih kecil dibandingkan solar sehingga lebih ramah lingkungan.

Komponen utama *CPO* adalah trigliserida dengan kandungan sampai 93%. Kandungan gliserida yang lain dalam *CPO* adalah digliserida 4,5% dan monogliserida 0,9%. Selain itu, *CPO* juga mengandung pengotor seperti: asam lemak bebas, dan gum dimana didalamnya terdapat phospholipid dan glikolipid. Komponen asam lemak bebas utama penyusun *CPO* adalah palmitat (40-45%) dan oleat (39-45%) (Hastuti, et al., 2015; Setyoprato, 2012). Kadar minyak dalam buah berubah secara signifikan selama proses pematangan buah. Hal ini disebabkan pada buah kelapa sawit terjadi proses fisiologi dan biokimia pembentukan minyak. Dengan memahami waktu pematangan buah maka kadar minyak optimum dapat diperoleh (Puguh Setyoprato, 2012; Sujadi. et al., 2016).

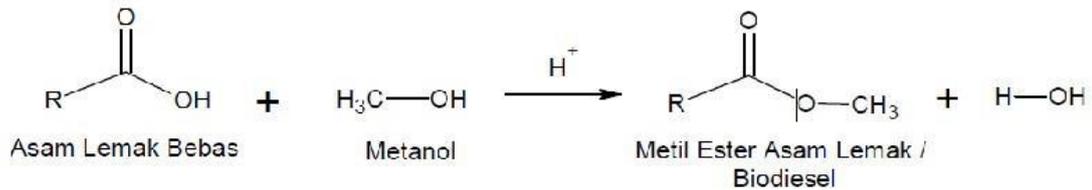
Biodiesel didapatkan melalui proses transesterifikasi trigliserida yang merupakan komponen utama *CPO* dan dibantu oleh suatu katalis untuk mempercepat reaksi tersebut sehingga didapatkan biodiesel dengan *yield* yang tinggi. Transesterifikasi adalah proses konversi trigliserida menjadi metil ester dengan cara memutuskan rantai trigliserida menjadi lebih pendek dengan bantuan katalis. Katalis ini biasanya berupa katalis basa kuat seperti NaOH maupun KOH.



Gambar 1. Skema transesterifikasi pembuatan biodiesel

Dalam reaksi transesterifikasi ini, sering kali terjadi penyabunan (saponifikasi), hal ini biasanya diakibatkan oleh angka asam lemak bebas (*free fatty acid*) dan kandungan air yang tinggi. Reaksi transesterifikasi berjalan ideal pada kondisi kadar ALB < 2%. Sabun akan berikatan dengan katalis dan menurunkan efektifitas katalis, dengan indikator

terjadinya peningkatan viskoistas, pembentukan gel, dan sulitnya pemisahan gliserol dan metil ester pada saat proses pemisahan sehingga biasanya dilakukan proses esterifikasi sebelum transesterifikasi ((Furqon, et al., 2019; Utami, 2014). Untuk menghindari penyabunan dalam transesterifikasi, Katalis basa kuat yang sering digunakan seperti NaOH yang merupakan katalis homogen dapat digantikan dengan katalis lain yang bersifat heterogen.



Gambar 2. Skema esterifikasi asam lemak bebas

Esterifikasi merubah asam lemak bebas menjadi ester dengan bantuan katalis asam kuat seperti H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Sama seperti transesterifikasi, esterifikasi juga menggunakan alcohol dan katalis dalam prosesnya. Katalis yang digunakan biasanya berupa asam kuat seperti H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Produk samping dari reaksi ini adalah air, sehingga sebelum hasil esterifikasi dijadikan umpan dalam proses transesterifikasi biasanya produk esterifikasi ini akan diolah terlebih dahulu untuk membuang air dan residu katalis asam yang ada dalam campuran. Baik dalam esterifikasi maupun transesterifikasi, umumnya alkohol yang digunakan yakni Metanol. Metanol bukan pelarut yang baik untuk minyak, namun kebanyakan peneliti menggunakan metanol sebagai media pengekstrak. Metanol selain harganya murah juga memiliki rantai yang pendek sehingga paling reaktif untuk reaksi esterifikasi dan transesterifikasi (Qian, 2008; Setyoningrum, et al., 2019). Tulisan ini bertujuan untuk mengetahui potensi pengembangan biodiesel dengan bahan baku minyak kelapa sawit dan katalis heterogen berupa CaO yang didapatkan dari kalsinasi limbah cangkang udang yang mengandung CaCO<sub>3</sub> di Indonesia terutama di Sumatera Selatan yang merupakan salah satu produsen minyak kelapa sawit dan udang terbesar di Indonesia.

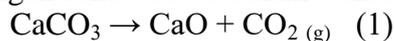
## **KATALIS DALAM PROSES PEMBUATAN BIODIESEL**

Katalis, secara umum, dapat diartikan sebagai suatu zat yang dapat mempercepat laju reaksi namun tidak terlibat dalam reaksi itu sendiri. Konsep dasar katalis adalah zat yang dalam jumlah kecil dapat menyebabkan perubahan yang besar (Utomo, et al., 2007). Katalis yang paling sering digunakan dalam proses transesterifikasi pembuatan biodiesel adalah katalis homogen alkaline (basa) kuat seperti NaOH dan KOH ataupun asam kuat seperti HCl dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Namun sebenarnya katalis basa (alkalin) jauh lebih sering digunakan. Katalis basa akan mempercepat reaksi transesterifikasi bila dibandingkan dengan katalis asam. Katalis asam, meskipun lebih toleran terhadap air dan asam lemak bebas, membuat proses berjalan lebih lambat dibandingkan katalis basa sehingga yield yang dihasilkan lebih sedikit dan membutuhkan lebih banyak methanol dalam prosesnya. Katalis basa yang paling umum adalah NaOH, KOH, NaOCH<sub>3</sub>, dan KOCH<sub>3</sub>. Katalis NaOH lebih reaktif dibandingkan KOH. Katalis NaOCH<sub>3</sub> lebih reaktif namun harganya lebih mahal (Setyoningrum, et al., 2019).

Katalis basa yang bersifat homogen ini, walaupun dapat bekerja dengan baik, masih memiliki sejumlah kekurangan. Transesterifikasi dengan katalis basa kuat rentan terjadi

penyabunan terutama ketika bahan yang digunakan memiliki asam lemak bebas dan kandungan air yang tinggi sehingga reaksi tidak berjalan sempurna. Katalis homogen, baik itu asam ataupun basa, biasanya juga sulit dipisahkan dari produk akhir sehingga residu katalis sering tertinggal dan mengurangi kualitas biodieselnnya. Karena sejumlah kekurangan tersebut, sudah banyak sekali katalis heterogen yang dikembangkan untuk menggantikan katalis homogen ini. Keuntungan dari katalis heterogeny ini diantaranya adalah lebih ramah lingkungan, tidak korosif, mudah dipisahkan dari produk dengan, bisa didaur ulang atau digunakan kembali tanpa merusak kualitasnya sehingga biaya produksi bisa lebih murah.

Kalsium oksida (CaO) banyak digunakan untuk reaksi transesterifikasi karena memiliki kekuatan basa yang relatif tinggi, ramah lingkungan, kelarutan yang rendah dalam methanol dan dapat disintesis dari sumber yang murah seperti batu kapur, kalsium hidroksida, batu gamping, dan yang lainnya yang mengandung kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>; mineral kalsit) (Pratitgo, et al., 2019). Prasetyoko, et al., (2014) mendapatkan hasil rendeman (*yield*) sebesar 96,49 % dengan menggunakan katalis CaO hasil pengadukan H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O selama 12 jam pada temperatur kamar dan kalsinasi selama 6 jam pada suhu 800°C. Oko, Syarifuddin dkk (2019), mendapatkan rendeman (*yield*) sebanyak 96,0739 % dengan menggunakan katalis CaO/KOH dari cangkang telur ayam yang dikalsinasi dengan suhu 900 °C dalam waktu 3 jam.



Sudah banyak sekali pengembangan Katalis CaO dari berbagai sumber untuk pembuatan biodiesel, terutama dari limbah hewani yang sering tidak terpakai di masyarakat seperti Cangkang telur (Miskah, et al, 2016; Taslim, et al., 2016; Oko & Feri, 2019), Cangkang Bekicot (Qoniah, 2011), Cangkang kerang darah (Asyidiqi, et al, 2014), Cangkang kepiting (Deanti, 2017), Cangkang Kelomang (Mukminin, 2019a), Cangkang Keong Mas (Mukminin, Amirul, 2019b), dan Limbah tulang ikan (Wijianto, 2016). Salah satu limbah hewani yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber CaCO<sub>3</sub> untuk katalis CaO adalah Kulit Udang.

Komoditas udang memiliki potensi pengembangan yang sangat besar di Indonesia. Menurut peta sentra budidaya perikanan, pada tahun 2015, Indonesia telah memproduksi sebesar 615,871 ton udang dengan presentase perkembangan selama 2011-2015 sebesar 13,48 %. Sebagian dari produksi udang ini dikonsumsi dalam negeri sementara sisanya biasanya diekspor keluar negeri baik dalam keadaan segar atau dalam bentuk udang beku (udang yang dibekukan/olahan). Pada tahun 2019, menurut data statistik, Indonesia telah mengekspor sebanyak 149,500 ton udang yang dibekukan (BPS, 2020).

Swastawati (2008) mengatakan banyaknya produksi udang ini akan menghasilkan limbah yang banyak juga mengingat hasil samping produksi yang berupa kepala, kulit, ekor dan kaki adalah sekitar 35%-50% dari berat awal. Limbah yang dihasilkan dari proses pembekuan udang, pengalengan udang, dan pengolahan kerupuk udang berkisar antara 30%-75% dari berat udang. Sebagian besar limbah udang yang dihasilkan oleh usaha pengolahan udang berasal dari kepala, kulit dan ekornya. Kulit udang mengandung protein (25%-40%), kitin (15%-20%) dan kalsium karbonat (45%-50%). Namun komposisi ini bisa bervariasi tergantung jenis udang itu sendiri.

## **POTENSI PRODUKSI KATALIS DI SUMATERA SELATAN**

Sumatera Selatan termasuk sebagai salah satu provinsi yang menyumbang produksi udang terbanyak. Pada tahun 2015, Sumatera selatan tercatat memproduksi sebesar 47,127 ton udang hasil produksi budidaya udang. Hal ini menempatkan Sumatera Selatan sebagai

salah satu dari 15 penghasil produksi perikanan budidaya udang menurut Direktorat Produksi dan Usaha Budidaya (2016). DAS Sungai Musi merupakan jaringan sungai terbesar di Sumatera Selatan. Di bagian tengah sungai (middle stream) banyak terdapat habitat rawa banjir (flood plain) dan di bagian hilirnya (down stream) merupakan perairan yang dipengaruhi pasang surut. Habitat seperti tersebut merupakan tempat kehidupan udang (Utomo & Said, 2004; Sofian & Sari, 2018).

Industri udang segar menghasilkan limbah berupa kepala (*carapace*), kulit (*peeled*), ekor, dan kaki adalah sekitar 35%-50% dari berat awal (Swastawati, 2008). Sampai saat ini hasil samping tersebut dimanfaatkan sebagai bahan baku industri kerupuk, petis, terasi, pupuk, dan pakan, tetapi jumlah yang dimanfaatkan hanya 30% dari jumlah limbah yang ada (KKP, 2016). Hasil karakterisasi raw material kulit udang meliputi kadar air 75,10% (Kaimudin & Leounupun, 2016).

Tabel 1. Potensi produksi limbah udang Sumatera Selatan

	Produksi Udang (ton)	Potensi Limbah Segar (ton)	Potensi Limbah Kering (ton)	Potensi Produksi Katalis (ton)
Indonesia	615,871	215,555-307,936	53,673-76,676	37,034-52,906
Sumatera Selatan	47,127	16,494-23,564	4,107-5,867	2,834-4,048

Berdasarkan perhitungan simulasi potensi produksi udang pada Tabel 1, didapatkan potensi produksi katalis limbah udang sebesar 37,034-52,906 ton untuk Indonesia dan 2,834-4,048 ton untuk Sumatera Selatan.

## PENGUJIAN KATALIS DARI LIMBAH UDANG

Khodijah (2017) dan Istiqomah (2017) menguji pembuatan katalis CaO dari limbah udang dibuat dengan melakukan kalsinasi limbah udang pada suhu 1000°C selama 3 jam. Limbah udang ini terlebih dahulu dicuci dan dibersihkan, dijemur dan dioven, pada suhu 100 °C selama kurang lebih 24 jam. Limbah yang telah kering lalu dihancurkan sehingga menjadi ukuran yang kecil sebelum dikalsinasikan dengan *furnace*. Proses ini dilakukan agar limbah dapat terdekomposisi secara sempurna dan mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk kalsinasi CaCO<sub>3</sub>. Katalis yang didapatkan yakni berupa abu yang berwarna putih. Analisa sederhana yakni analisa nilai kebasaaan dan kadar Ca didalam abu dilakukan untuk mengetahui potensinya pada pembuatan biodiesel. Dalam hal ini, pH dari abu yang didapat adalah 11, yang berarti pH sudah cukup tinggi untuk digunakan sebagai katalis transesterifikasi. Namun untuk menambah nilai kebasaaan, dalam penggunaannya dapat ditambahkan 0.2 g NaOH. Untuk menunjukkan kadar Ca didalam abu, metode yang digunakan yakni metode titrasi. Hasil yang didapat yakni sebesar 65 %, yang menunjukkan bahwa kandungan Ca didalam abu cukup tinggi.

Sebelum pembuatan biodiesel, bahan baku yang berupa minyak kelapa sawit kasar (*Crude Palm Oil*) ini terlebih dahulu disiapkan yakni dengan cara pencucian dengan air yang telah dipanaskan dan diaduk sehingga zat pengotor akan terpisah CPO lalu dipisahkan. Pencucian ini dilakukan berulang kali hingga lapisan bawah (aqueous) menjadi bening. Setelah itu bahan baku CPO dipanaskan diatas hotplate pada suhu 110°C untuk mengurangi kadar air yang masih tersisa. Katalis basa akan mempercepat reaksi transesterifikasi bila dibandingkan dengan katalis asam. Katalis asam, meskipun lebih toleran terhadap air dan asam lemak bebas, membuat proses berjalan lebih lambat dibandingkan katalis basa sehingga *yield* yang dihasilkan lebih sedikit dan membutuhkan lebih banyak methanol dalam prosesnya.

Tabel 2. Hasil analisa bahan baku

Bahan Baku	Karakteristik	Hasil Analisa
<i>Crude Palm Oil</i>	Kadar FFA	6,6573 %
	Densitas	0,8887 g/ml
	Viskositas	39,4138 cSt
CaO	Kadar CaO	65,6136 %
	pH	11

Sumber: Khodijah (2017)

Untuk pembuatan biodieselnnya menggunakan metode dengan 2 tahap; Esterifikasi- Transesterifikasi. Seperti yang terlihat dari Tabel 2, hal ini dikarenakan kandungan asam lemak bebas dalam *CPO* yang cukup besar yakni sekitar 6,65%. Selain ALB yang tinggi dalam Tabel 2 juga terlihat bahwa *CPO* yang didapatkan memiliki viskositas yang sangat tinggi sebesar 39,4138 cSt yang membuat *CPO* ini tidak memungkinkan untuk digunakan langsung sebagai bahan bakar. Setelah *CPO* melalui proses esterifikasi menggunakan  $H_2SO_4$  sebanyak 8% dari jumlah umpan yang diberikan dan dilakukan selama 1 jam pada suhu 5°C. Hasil esterifikasi ini biasanya masih mengandung residu katalis dan air yang merupakan produk samping reaksi esterifikasi. Maka dari itu, hasil esterifikasi ini dicuci dahulu dengan aquades untuk mengikat sisa asam yang melekat dan dipisahkan dengan corong pisah, kemudian hasil ini akan dipanaskan pada suhu 110°C untuk menghilangkan kadar air.

Hasil esterifikasi yang telah dicuci dan dipanaskan ini dilanjutkan untuk transesterifikasi dengan volume metnol yang divariasikan 1:2, 1:3, dan 1:4 menggunakan katalis CaO sebanyak 1 g dan NaOH 0,2 g. Reaksi ini dijalankan pada suhu 65°C serta waktu reaksi yang divariasikan 1, 2 dan 3 jam. Hasil transesterifikasi ini kemudian dicuci dengan aquades dan dimasukkan dalam corong pisah, dimana nantinya katalis CaO akan mengendap dibawah dan dapat dengan mudah dipisahkan. Setelah dicuci, produk hasil dipanaskan dengan penangas pada suhu 110°C selama setengah jam untuk menghilangkan air yang tersisa.

Kualitas produk hasil sebagai bahan bakar biodiesel dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang dikeluarkan oleh BSN (2015) dengan nomor SNI 7182:2015 sebagai pembanding. Adapun parameter yang digunakan yakni; viskositas, densitas, titik nyala, kadar air, dan angka asam.

Tabel 3. Hasil analisa produk biodiesel

Rasio Volume Umpan	Waktu (Jam)	Vol. Hasil (ml)	Densitas (g/ml)	Viskositas (cSt)	Titik Nyala (°C)	Angka Asam (mg KOH/g)	Indeks Bias	Kadar Air (%)
1:2	1	380	0.87	5.77	169	0.33	1.45	3.00
	2	388	0.87	5.50	161	0.22	1.45	2.77
	3	392	0.87	5.37	166	0.22	1.45	2.99
1:3	1	382	0.87	6.82	174	0.22	1.45	2.87
	2	391	0.87	5.51	167	0.22	1.45	2.74
	3	389	0.87	5.66	164	0.32	1.45	2.75
1:4	1	344	0.88	7.20	184	0.65	1.45	3.02
	2	363	0.87	5.75	174	0.33	1.45	2.54
	3	372	0.87	5.61	165	0.34	1.45	2.74
SNI			0,85-0,89	2,3 - 6,0	100 *	0,5 **	-	0,05 **

Keterangan : \* = nilai minimum, \*\* = nilai maksimum

Sumber: Khodijah (2017)

Berdasarkan data pada Tabel 3, dapat disimpulkan bahwa hampir semua parameter hasil analisa produk biodiesel telah memenuhi Standar Nasional Indonesia. Viskositas minyak nabati pada umumnya cenderung lebih tinggi, hal ini dapat dibuktikan dengan nilai viskositas *CPO* yang mencapai 39,4138 cSt, sementara biodiesel hasil transesterifikasi ketika diukur viskositas terbesarnya yakni 7,2033 cSt pada umpan sebanyak 1:4 dan waktu reaksi 1 jam, viskositas terbesar didapatkan oleh biodiesel yang menggunakan rasio *CPO*:Metanol 1:2 dan waktu reaksi 3 jam yakni sebesar 5,3688 cSt. Viskositas berhubungan erat dengan densitas dimana semakin tinggi densitas maka nilai viskositas juga akan semakin tinggi. Pada saat pengukuran, sampel dipanaskan terlebih dahulu sampai suhu 40°C sesuai dengan Standar Nasional Indonesia yang dikeluarkan tahun 2015. Suhu ini juga berpengaruh pada hasil pengukuran viskositas. Sampel pada suhu rendah cenderung memiliki viskositas yang lebih tinggi sementara sampel pada suhu tinggi cenderung memiliki viskositas lebih rendah

Masa jenis produk biodiesel juga semuanya telah memenuhi standar dengan kisaran 0,8662-0,8789 g/ml. Standar SNI untuk masa jenis ini adalah 0,85-0,89 g/ml. Jika dilihat dari hasil analisa tersebut, seluruh biodiesel yang dihasilkan sudah memenuhi standar SNI dengan densitas tertinggi yakni sebesar 0,8789 g/ml pada rasio volume *CPO* dan Metanol 1:4 dan waktu transesterifikasi selama satu jam. Sementara densitas terendah yakni sebesar 0,8662 g/ml yakni pada rasio volume *CPO* dan Metanol 1:2 dan waktu transesterifikasi 3 jam. Densitas sampel metil ester asam lemak bergantung pada komposisi asam lemak dan kemurniannya. Secara teori, semakin besar kadar metanol maka semakin sedikit gliserol yang dihasilkan sementara asam-asam lemak didalam *CPO* lebih banyak yang terkonversi menjadi metil ester sehingga densitasnya lebih rendah. Namun penggunaan metanol berlebih, di atas optimum, pembentukan biodiesel dan gliserol menjadi lebih cepat. Gliserol yang dihasilkan mencapai jumlah stoikiometris, gliserol yang kemudian terbentuk akan bereaksi dengan sisi aktif CaO menghasilkan kalsium gliseroksida. Kalsium gliseroksida kurang aktif dalam mengkatalisasi reaksi transesterifikasi, sehingga pembentukan biodiesel menjadi terganggu sebagai akibat berkurangnya jumlah dan aktivitas CaO sebagai katalis (Utami, Aisyah, 2014).

Titik nyala yang terlampau tinggi dapat menyebabkan keterlambatan penyalaan sementara apabila titik nyala terlampau rendah akan menyebabkan timbulnya denotasi yaitu ledakan kecil yang terjadi sebelum bahan bakar masuk ruang bakar. Hal ini juga dapat meningkatkan resiko bahaya saat penyimpanan. Semakin tinggi titik nyala dari suatu bahan bakar semakin aman penanganan dan penyimpanannya. (Khodijah & Istiqomah, 2017). Titik nyala biodiesel dalam SNI adalah minimal 100°C. Mengutip dari penelitian Utami (2014), rentang titik nyala biodiesel yakni antara 100-190°C. Sehingga seluruh contoh yang diuji Khodijah & Istiqomah (2017) memenuhi standar. Dengan titik nyala tertinggi yakni 184°C yakni pada rasio volume umpan 1:4 dan waktu reaksi 1 jam. Dan titik nyala terendah yakni 161°C pada rasio volume umpan 1:2 dan waktu 2 jam. Pada dasarnya titik nyala biodiesel seharusnya lebih besar dari solar.

Angka asam berhubungan erat dengan kandungan asam lemak bebas dalam biodiesel. Semakin kecil angka asamnya maka semakin baik pula kualitas biodiesel tersebut. semua sampel biodiesel masih memenuhi Standar Nasional Indonesia (2015) yang menyatakan bahwa batas maksimum bilangan asam yakni sebesar 0,5 mg KOH/g terkecuali sampel pada waktu reaksi 1 jam dan rasio volume metanol 1:4 yakni dengan bilangan asam sebesar 0,6500 mg-KOH/g. Dan nilai angka asam pada biodiesel lainnya cenderung sama yakni pada angka 0,2 mg-KOH/g s/d 0.3 mg-KOH. Ini kemungkinan disebabkan oleh proses esterifikasi yang kurang sempurna sehingga asam lemak bebas masih tersisa

didalam umpan saat ditransterifikasi, atau mungkin saja proses pencucian yang kurang efektif sehingga menyebabkan residu katalis asam tertinggal dalam umpan.

Semakin lama waktu reaksi maka semakin rendah pula indeks biasanya. Indeks bias tertinggi pada hasil dengan lama waktu transesterifikasi 1 jam yakni 1,4535 (rasio 1:4), pada waktu transesterifikasi 2 jam yakni 1,4510 (rasio 1:4), dan 1,4485 (rasio 1:3). Sementara Indeks bias terendah yakni pada waktu reaksi selama 2 jam dan rasio 1:2. Menurut Sonntag (1982), semakin panjang rantai karbon, semakin banyak ikatan rangkap dan semakin besar bobot molekul minyak, indeks bias akan semakin besar.

Kadar air dalam biodiesel yang didapatkan tidak ada yang memenuhi SNI dengan rentang nilai 2-3%. Keberadaan air dapat menyebabkan korosi dan pertumbuhan mikro organisme yang juga dapat menyumbat aliran bahan bakar. Sedimen dapat menyebabkan penyumbatan juga dan kerusakan mesin (Indantono, Y. S.,2006, dalam Khodijah, Siti. 2014). Dalam pembuatan biodiesel ini kemungkinan penyebab adanya air adalah sisa esterifikasi yang memiliki produk samping berupa air atau dikarenakan proses pencucian dan pemanasan produk akhir yang kurang optimal sehingga masih terdapat air dalam biodiesel.

Dari tabel 3, bisa disimpulkan bahwa kondisi optimum untuk pembuatan biodiesel dengan katalis CaO 1 g yakni dengan menggunakan rasio volume minyak kelapa sawit kasar (*Crude Palm Oil*) dan methanol 1:2 dengan waktu transesterifikasi 3 jam. Pada kondisi ini didapatkan biodiesel sebanyak 392 ml dengan Densitas 0,8666g/ml, Viskositas 5,3688 cSt, Titik nyala 166°C, Angka Asam 0.2190 mg-KOH/g, Indeks Bias 1,4484, nilai kalor 9876,3976 cal/g yang telah memenuhi standar SNI terkecuali parameter kadar air sebesar 2.9874 %.

## **KESIMPULAN**

Potensi produksi katalis limbah udang sebesar 37,034-52,906 ton untuk Indonesia dan 2,834-4,048 ton untuk Sumatera Selatan. Biodiesel yang dihasilkan dengan menggunakan katalis limbah udang memiliki kualitas yang telah memenuhi syarat SNI biodiesel. Dengan fakta ini dapat disimpulkan peluang pengembangan bahan bakar biodiesel dan katalisnya dapat diperoleh dan diproduksi di Indonesia, salah satunya di Sumatera Selatan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Asyidiqi Z, Nurhayati, Muhadarina. 2014. Sintesis biodisel menggunakan katalis cao cangkang kerang darah: optimalisasi temperatur reaksi dan kalsinasi katalis. *JOM FMIPA* 1(2): 370-377
- Aziz I. 2010. Uji Performance Mesin Diesel Menggunakan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Valensi* 1(6): 291-297
- Aziz I, Nurbayti S, Rahman A. 2012. Penggunaan Zeolit Alam sebagai Katalis dalam Pembuatan Biodiesel. *Jurnal Valensi* 2(4): 511-515
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2020. Analisis Komoditas Ekspor: Sektor Pertanian, Industri dan Peertambangan. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2015. Standar Biodiesel Indonesia SNI 7182:2015. Jakarta.
- Deanti C. 2017. Pembuatan katalis CaO dari cangkang kepiting studi suhu kalsinasi terhadap komposisi senyawa katalis CaO. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Dharsono W, Oktari YS, Purbasari A. 2010. Proses Pembuatan Biodiesel dari Dedak dan Metanol dengan Esterifikasi In Situ. Senarang: Universitas Diponegoro.

- Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. 2016. Peta Sentra Produksi Buididaya Perikanan. Jakarta.
- Effendy R, Faiz HAN, Firdaus EN. 2018. Pembuatan biodiesel minyak jelantah menggunakan metode esterifikasi-transesterifikasi berdasarkan jumlah pemakaian minyak jelantah. Subang: Politeknik Negeri Subang.
- Furqon A, Nugroho K, & Anshorullah MK. 2019. Kajian penggunaan katalis KOH pada pembuatan biodiesel menggunakan *reverse flow biodiesel reactor* secara *batch*. Rona Teknik Pertanian, 12 (1): 22-31.
- Haryanto A, Silviana U, Triyono S, & S. Prabawa. 2015. produksi biodiesel dari transesterifikasi minyak jelantah dengan bantuan gelombang mikro: pengaruh intensitas daya dan waktu reaksi terhadap rendemen dan karakteristik biodiesel. *agritech*, 35(2), mei 2015.
- Hastuti ZD, Prasetyo DH, & Rosyadi E. 2015. Pemanfaatan CPO asam lemak bebas tinggi sebagai bahan bakar. *Jurnal Energi dan Lingkungan* Vol. 11(1): 61-66
- Ibrahim, H., A. H. Sebayang, & Rahmawafy. 2016. Prestasi mesin diesbl menggunakan bahan bakar campuran biodiesel kepuh dan solar. Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMIX) 2016 Riset Multidisiplin untuk Menunjang Pengembangan Industri Nasional Jakarta, 21-22 April 2015.
- Irwanda J, Helianty S, Yusnimar. 2017. Kinetika Reaksi Transesterifikasi CPO ber-FFA Tinggi Dengan Menggunakan Katalis ZnO Sintesis. *FTEKNIK* 4(2).
- Istiqomah PI. 2017. Pembuatan Biodiesel dari Crude Palm Oil dengan katalisator CaO berbahan Baku cangkang udang Dan Penambahan NaOH sebagai pengatur Nilai pOH. Tugas Akhir. Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang.
- Khodijah S. 2017. Pembuatan Biodiesel Berbasis Crude Palm Oil dengan Katalis Cao Dari Cangkang Udang Ditinjau Berdasarkan Rasio Penambahan Metanol dan Waktu Transesterifikasi. Tugas Akhir. Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang.
- Miskah S, Anugrah A, Gunadi. 2016. Pemanfaatan kulit telur sebagai katalisbiodiesel dari campuran minyak jelantahdan minyak kelapa sawit. *Jurnal Teknik Kimia*. 22 (2): 54-61
- Mukminin A. 2019. Pengaruh Waktu Kalsinasi Cangkang Kelomang (Paguroidea) pada Suhu Tinggi Dalam Pembentukan CaO Sebagai Katalis Padat. *IJCR-Indonesian Journal of Chemical Research*. 4(1): 1-8
- Mukminin, A. 2019. Pengaruh Suhu Kalsinasi Dalam Pembentukan Katalis Padat CaO Dari Cangkang Keong Mas (*Pomacea canaliculata L*). *PETROGAS* 1(1): 13-21.
- Oko S, Feri M. 2019. Pengembangan katalis CaO dari cangkang telur ayamdengan impregnasi KOH dan aplikasinya terhadap pembuatan biodiesel dari minyak jarak. *Jurnal Teknologi* 11 (2). DOI: <https://dx.doi.org/10.24853/jurtek.11.2.103-110>.
- Prasetyoko D, Ediati R, Hartanto D, Yulianti CH, Tri PE, Chisaki Y, Purbaningtyas TE, Jalil AA, Ku Hitam CKNLC. 2014. Synthesis of CaOZnO Nanopartikel Catalyst and Its Application in Transesterification of Refined Palm Oil. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis*; Semarang 9(2): 100-110.
- Pratigto S, Istadi I, Wardhani DH. 2019. Karakterisasi katalis CaO dan uji aktivitas pada kinetika reaksitransesterifikasi minyak kedelai. *Metana*. 15 (2): 57-64.
- Pratiwi N, Masriani M, Prihatiningtyas I. 2016. Perbandingan Proses Esterifikasi dan Esterifikasi -Trans-esterifikasi dalam Pembuatan Biodisel dari Minyak Jelantah. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*: J41-J47.
- Qian J, Wang F, Liu S, Yun Z. 2008. In situ alkaline transesterification of cottonseed oil for production of biodiesel and nontoxic cottonseed meal. *Bioresource Technology* 99: 9009-9012.

- Qoniah I, Prasetyoko D. 2011. Penggunaan Cangkang Bekicot Sebagai Katalis Untuk Reaksi Transesterifikasi *Refined Palm Oil*. Prosiding Skripsi Semester Genap 2010/2011, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Setyapratomo P. 2012. Produksi asam lemak dari minyak kelapa sawit dengan proses hidrolisis. *Jurnal Teknik Kimia* 7(1): 26-31.
- Setyoningrum, TM, Maulana AR, Adhiguno SW. 2019. Pembuatan Biodiesel dari Ampas Kelapa dengan Metode Transesterifikasi In-situ dan Katalis Kalsium Oksida. *Eksergi*, 16(1): 13-19.
- Sijabat ER. 2013. Transesterifikasi Minyak Sawit dengan Metanol dan Katalis Heterogen Berbasis Silika Sekam Padi (MgO-SiO<sub>2</sub>). Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Sofian, Sari YP. 2008. Kajian terhadap pola pertumbuhan udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) di Sungai Ogan Sumatera Selatan. *Fishtech – Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*. 7(2): 120-123.
- Sujadi H, Hasibuan A, Rivani M, dan Purba AR. 2016. Kadar dan komposisi kimia minyak pada bagian-bagian buah kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq.*) dari delapan varietas PPKS. *J. Pen. Kelapa Sawit*, 24(2): 67-76.
- Swastawati F, Wijayanti I, Susanto E. 2008. Pemanfaatan limbah kulit udang menjadi edible coating untuk mengurangi pencemaran lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan* 4(4): 101-106.
- Taslim M, Taruna M. 2016. Potensi zeolit alam dan cao dari cangkang telur ayam sebagai katalis dalam pembuatan biodiesel dari treated waste cooking oil. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(4): 15-20.
- Utami A. 2014. Pengaruh waktu pada proses transesterifikasi pembuatan biodiesel dari minyak kelapa sawit. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Utomo AD, Said A. 2004. Distribusi dan biologi reproduksi udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) di Sungai Musi Sumatera Selatan. *JPPi Edisi Sumber Daya dan penangkapan* 10(6):19-29.
- Utomo MP, Laksono MW. 2007. Tinjauan Umum Tentang Deaktivasi Katalis Pada Reaksi Katalisis Heterogen. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA: 110 – 115.
- Wijianto. 2016. Aktivitas Katalitik Kalsium Oksida (CaO) Tulang Ikan Terhadap Reaksi Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas. Semarang: Universitas Negeri Semarang
- Yuliani F, Priskasari OM, Rachmania O, Rachimoella M. 2008. pengaruh katalis asam (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dan suhu reaksi pada reaksi esterifikasi minyak biji karet (*Hevea brasiliensis*) menjadi biodiesel. *Jurnal Teknik Kimia*, 3(1).