

## **APLIKASI KATALIS BERBASIS KARBON AKTIF DARI KAYU AKASIA (*Acacia mangium*) DIIMPREGNASI BASA PADA SINTESIS BIODIESEL**

### ***APPLICATION OF CATALYST BASED ON ACTIVATED CARBON FROM AKASIA WOOD (*Acacia mangium*) IMPREGNATED WITH ALKALI IN BIODIESEL SYNTHESIS***

**Dinna Khoiruummah<sup>1</sup>, Novia Sundari<sup>2</sup>, Mustain Zamhari<sup>3</sup>, Yuniar<sup>4</sup>, Selastia Yuliaty<sup>5</sup>**

<sup>12345</sup>Jurusan Teknik Kimia Prodi Teknologi Kimia Industri Politeknik Negeri Sriwijaya  
Jl. Srijaya Negara, Bukit Lama, Kec. Ilir Barat I, Palembang 30139  
\*e-mail: mz.oetara1961@gmail.com<sup>3</sup>

#### **Abstract**

*In producing biodiesel, one aspect that plays an important role is the use of catalysts in triglyceride transesterification reactions. The making of heterogeneous catalysts with activated carbon is carried out using the impregnation method, Acacia mangium wood sawdust is waste that has not been optimally used so that it has the potential to be developed as an activated carbon carrying the catalyst. In this study the catalyst active phase was dispersed on activated carbon by impregnation using a KOH and NaOH solution with concentration of 5 M for 21 hours, this catalyst was applied to the transesterification reaction to produce methyl esters or biodiesel. In the transesterification reaction used used cooking oil raw material reacted with methanol with a reaction time of 2 hours and stirring 600 rpm. The use of activated carbon catalyst was impregnated by KOH using variations in the amount of catalyst 1, 3, and 5% w/w oil and reaction temperature 45, 55, 65, and 75°C, obtained the highest biodiesel yield on the use of 3% w/w catalyst oil at 65°C, with the quality of biodiesel density 0.7724-0.8585 gr/ml, viscosity 4.5485-5.3672 cSt, acid number 1.1222-2.2444, moisture content 0.034-0.246%, and flash point 150-170°C. While the use of activated carbon catalyst was impregnated with NaOH using variations in the amount of catalyst 3, 4, and 5% w/w oil and the reaction temperature 50, 55, 60, and 65°C, obtained the highest biodiesel yield on the use of 3% w/w catalyst oil at 60°C, with the quality of biodiesel density 0.89282-0.90722 gr/ml, viscosity 2.3439-4.1601 cSt, acid number 0.84165-2.2444, water content 0.000592-0.071963%, and flash point 128-153°C.*

**Keywords:** Biodiesel, Transesterification, Base Heterogeneous Catalyst, Catalyst Based Activated Carbon.

#### **1. PENDAHULUAN**

Krisis energi yang terjadi di Indonesia saat ini mengharuskan pemerintah untuk mencari energi alternatif sebagai pengganti energi yang bersumber dari minyak bumi, batu bara, dan gas alam yang ketersediaannya tidak dapat diperbarui. Biodiesel memiliki potensi untuk dijadikan energi alternatif karena biodiesel bersumber dari lemak nabati dan hewani yang ketersediaannya dapat diperbarui, dan memiliki kadar emisi gas buang lebih rendah daripada energi yang bersumber dari minyak bumi, gas alam, dan batu bara sehingga mengurangi pemanasan global (Nurhasanah, 2017).

Pengembangan pemanfaatan biodiesel terus dikembangkan seiring dengan kebutuhan energi yang terus meningkat. Maka dari itu telah banyak dilakukan berbagai penelitian tentang pengembangan pemanfaatan biodiesel, walaupun diperlukan pengembangan lebih lanjut dalam berbagai aspek teknis dan ekonomis. Secara ekonomis, pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel memberikan nilai lebih,

karena ketersediaan bahan yang melimpah dan merupakan bahan yang tidak terpakai lagi.

Pada prinsipnya, proses pembuatan biodiesel sangat sederhana. Biodiesel dihasilkan melalui proses yang disebut reaksi esterifikasi asam lemak bebas atau reaksi transesterifikasi trigliserida dengan alkohol dengan bantuan katalis dan dari reaksi ini akan dihasilkan metil ester/etil ester asam lemak dan gliserol. Ketika minyak goreng dipakai untuk menggoreng terjadi peristiwa oksidasi dan hidrolisis yang memecah molekul minyak menjadi asam. Konsentrasi asam lemak bebas bertambah dengan pemanasan pada suhu tinggi dan waktu yang lama selama penggorengan. Adanya kandungan asam lemak bebas yang rendah dalam minyak jelantah dapat menjadi ester apabila bereaksi dengan metanol melalui proses standar untuk pengolahan biodiesel adalah dengan proses transesterifikasi, namun jika bereaksi dengan natrium atau kalium akan membentuk sabun (Zabeti, dkk., 2009).

Dalam memproduksi biodiesel, salah satu aspek yang memegang peranan penting yaitu penggunaan katalis pada reaksi transesterifikasi trigliserida. Pada umumnya biodiesel diproduksi menggunakan katalis

homogen seperti NaOH dan KOH, akan tetapi penggunaan katalis homogen ini memiliki kekurangan yaitu sulit dipisahkan dari produk, sensitif terhadap asam lemak bebas dan air yang terkandung dalam minyak, bersifat korosif pada peralatan serta dapat dengan mudah membentuk sabun. Sisa katalis basa homogen dapat mengganggu pengolahan lanjut biodiesel dibandingkan dengan katalis fasa heterogen, sehingga penggunaan katalis heterogen merupakan salah satu solusi untuk mengatasinya (Sayid, dkk., 2016).

Pembuatan katalis heterogen berbasis karbon aktif dapat menggunakan metode impregnasi. Metode ini merupakan metode yang mudah dilakukan, yaitu dengan mengontakkan larutan yang mengandung logam yang berperan sebagai situs aktif dengan partikel penyangga berpori (Munnik, dkk., 2015). Karbon aktif dapat dikonversi dari serbuk gergaji kayu *Acacia mangium* dari industri pengolahan kayu yang sampai saat ini belum digunakan secara optimal. Menurut penelitian, kayu *Acacia Mangium* mengandung karbon 51,75% dan setelah dikarbonisasi dan diaktivasi menjadi karbon aktif kandungan karbon meningkat menjadi 84,37% (Danish, dkk., 2013).

Penelitian ini merupakan pengaplikasian dari penelitian tahap awal yaitu pembuatan katalis berbasis karbon aktif dari serbuk gergaji kayu akasia (*Acacia mangium Wild.*) diimpregnasi basa yang dilakukan oleh Dita Indah Sari dan Nuraldyla Suciaty Saputri, 2019. Penelitian ini diharapkan dapat memanfaatkan potensi limbah biomassa sehingga dapat dikembangkan alternatif pemanfaatan limbah biomassa menjadi katalis berpengemban karbon aktif. Katalis yang dihasilkan diuji kemampuan katalitiknya dalam reaksi transesterifikasi.

Tujuan Penelitian ini adalah menentukan pengaruh variasi suhu reaksi transesterifikasi dan jumlah katalis dalam sintesis minyak jelantah menjadi biodiesel, dilanjutkan menentukan kualitas produk biodiesel dengan pengujian mutu biodiesel berupa parameter densitas, viskositas, kadar air, bilangan asam dan titik nyala yang mana akan dibandingkan dengan SNI 04-7182-2006 serta mengetahui angka optimum suhu reaksi dan jumlah katalis karbon aktif yang terimpregnasi basa dalam reaksi transesterifikasi.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

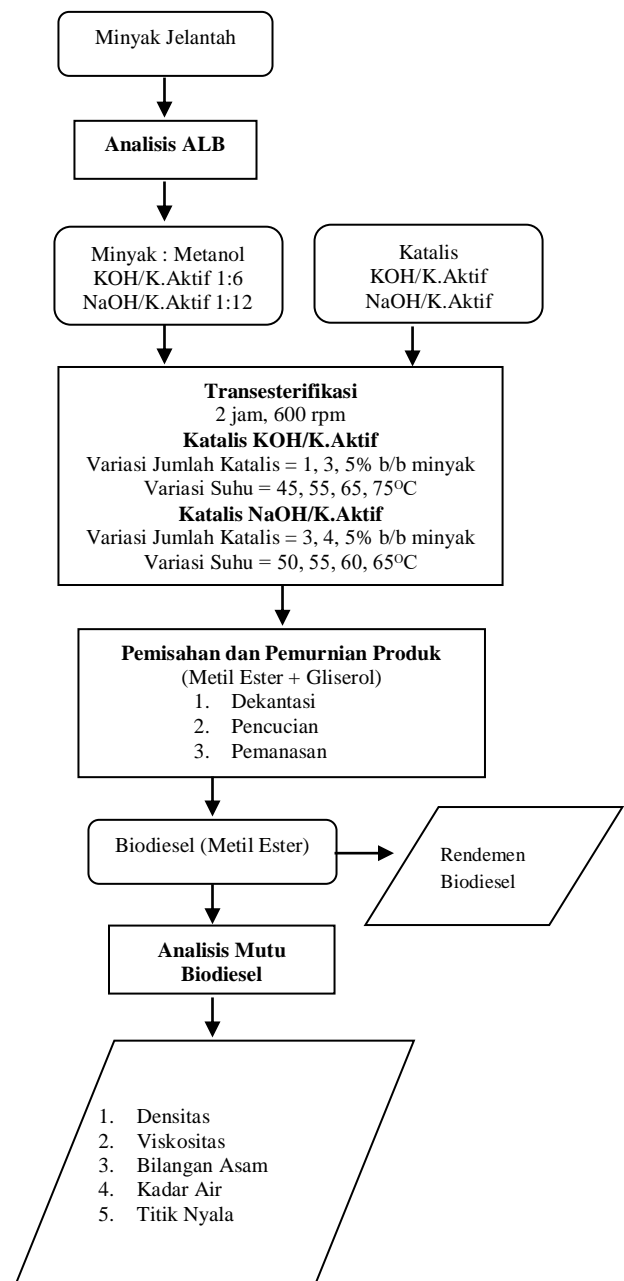
Katalis berbasis karbon aktif terimpregnasi basa yang digunakan merupakan produk optimum dari penelitian tahap awal yang tentang Pembuatan Katalis Berbasis Karbon Aktif Serbuk Gergaji Kayu Akasia Diimpregnasi KOH dan NaOH Variasi Konsentrasi dan Waktu Impregnasi.

Pembuatan biodiesel menggunakan minyak jelantah sekali goreng dari minyak goreng merk *Fortune*.

Pembuatan katalis dilakukan dengan proses impregnasi menggunakan larutan basa KOH dan NaOH dengan konsentrasi 5 M selama 21 jam. Katalis hasil impregnasi dikeringkan dalam oven dan dilanjutkan dengan kalsinasi dalam furnace pada suhu 500°C selama 3 jam.

Katalis yang diperoleh diaplikasikan dalam pembuatan biodiesel dengan reaksi transesterifikasi dengan bahan baku minyak nabati dan metanol. Biodiesel hasil transesterifikasi dihitung rendemennya dan dilakukan analisis biodiesel untuk mengetahui mutu dari biodiesel yang dihasilkan.

Diagram Alir Penelitian Aplikasi Katalis berbasis karbon aktif diimpregnasi basa dalam Sintesis Biodiesel ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

#### Prosedur Penelitian

1. Menyiapkan peralatan seperangkat alat refluks dan bahan baku minyak jelantah, metanol dan katalis yang telah dibuat terlebih dahulu dengan metode impregnasi ke dalam karbon aktif menggunakan larutan basa KOH dan NaOH dengan konsentrasi 5 M selama 21 jam
2. Mencampurkan minyak jelantah, metanol dan katalis didalam labu leher empat. Reaksi transesterifikasi dilakukan pengadukan, pemanasan dengan penangas air dan refluks. Variabel tetap yang digunakan yaitu waktu reaksi 2 jam dan pengadukan 600 rpm. Pada aplikasi katalis karbon aktif/KOH digunakan rasio molar minyak metanol 1:6 dengan variasi jumlah katalis 1,3, dan 5% b/b minyak jelantah dan variasi suhu reaksi 45, 55, 65, dan 75°C.

Pada Aplikasi katalis karbon aktif/NaOH digunakan rasio molar minyak metanol 1:12 dengan variasi jumlah katalis 3, 4, dan 5% b/b minyak jelantah dan suhu reaksi 50, 55, 60, dan 65°C.

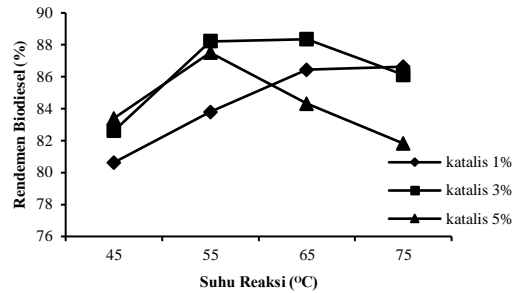
3. Melakukan dekantasi selama 12 jam, setelah itu dilakukan pemisahan metanol dengan pemanasan pada suhu 70°C selama 1 jam, selanjutnya pemurnian biodiesel dengan pencucian menggunakan akuades (70°C) hingga air hasil cucian jernih, dilanjutkan dengan penguapan air dengan pemanasan 105°C selama 2 jam.
4. Produk biodiesel yang telah dimurnikan ditimbang untuk mengitung rendemen biodiesel dan dilakukan analisa mutu biodiesel sesuai dengan SNI-04-7182-2006 yaitu parameter densitas (ASTM D 1298), viskositas kinematik (ASTM D 445), kadar air, bilangan asam (AOCS Cd 3-63) dan titik nyala(ASTM D 93).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a. Katalis Basa KOH/Karbon Aktif

- Rendemen Biodiesel dengan Variasi Jumlah Katalis dan Suhu Reaksi

Rendemen produk biodiesel yang diperoleh dari reaksi transesterifikasi menggunakan katalis KOH/Karbon aktif ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Pengaruh Suhu Reaksi Terhadap Rendemen Biodiesel dengan Variasi Jumlah Katalis KOH/Karbon Aktif

Biodiesel dihasilkan dari reaksi transesterifikasi yang merupakan proses reaksi antara trigliserida dengan alkohol dengan gliserol sebagai produk samping. Penelitian ini menggunakan minyak kelapa sawit sebagai sumber trigliserida dan metanol sebagai reaktan (alkohol), reaksi dibantu dengan katalis yang dibuat pada penelitian sebelumnya yaitu katalis berbasis karbon aktif yang diimpregnasi dengan larutan basa.

Gambar 2 menunjukkan hubungan antara suhu reaksi terhadap rendemen biodiesel yang dihasilkan dengan variasi jumlah katalis berbasis karbon aktif yang diimpregnasi KOH. Penggunaan katalis 1% b/b minyak pada suhu 45, 55, 65 dan 75°C menghasilkan rendemen masing masing sebesar 80,63%, 83,8%, 86,43% dan 86,83%. Produk biodiesel yang diperoleh cukup tinggi dan terjadi kenaikan rendemen biodiesel dengan adanya kenaikan suhu reaksi, hal ini dikarenakan molekul molekul reaktan yang semakin aktif bereaksi dengan meningkatnya suhu reaksi.

Pada saat jumlah penggunaan katalis ditambah sebanyak 3 % b/b minyak, rendemen biodiesel yang dihasilkan pada suhu reaksi 45, 55, 65 dan 75°C masing masing sebesar 82,61%, 88,23%, 88,35% dan 86,124%. Rendemen biodiesel cenderung meningkat dari penggunaan katalis 1 %. hal ini mengindikasikan dengan penambahan jumlah katalis menjadi 3% meningkatkan aktivitas katalitik pada reaksi transesterifikasi. dikarenakan dengan naiknya konsentrasi katalis akan semakin menurunkan energi aktivasi, sehingga meningkatkan jumlah molekul reaktan yang teraktifkan yang mengakibatkan kecepatan reaksi menjadi naik dan pada suhu 75°C rendemen biodiesel menurun, dikarenakan suhu reaksi yang terlalu tinggi atau lebih tinggi dari titik didih metanol menyebabkan metanol lebih cepat menguap dan tidak bereaksi dengan baik dalam reaksi transesterifikasi.

Pada penggunaan katalis 5% b/b, rendemen biodiesel yang dihasilkan pada suhu reaksi 45, 55, 65 dan 75°C masing masing sebesar 83,40%, 87,51%, 84,32% dan 81,82% . Pada suhu 45 dan 55°C rendemen meningkat dengan bertambahnya suhu yang mengaktifkan reaktan untuk bereaksi dan

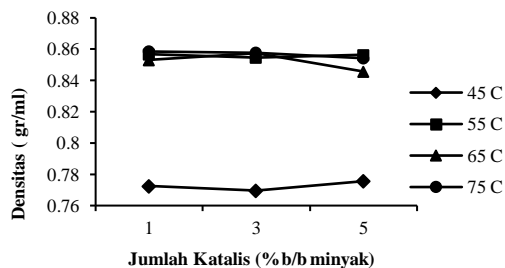
pada saat suhu 65 dan 75°C redemen menurun, terjadi penurunan rendemen biodiesel dengan bertambahnya jumlah katalis dan suhu reaksi. hal ini dikarenakan terjadinya reaksi samping antara minyak dan katalis basa yang berlebihan yaitu saponifikasi menyebabkan hasil penyabunan berupa surfaktan menghalangi kontak antara minyak dengan metanol. Akibatnya kecepatan reaksi dan konversi yang dihasilkan menurun.

Ditinjau dari penggunaan jumlah katalis dalam reaksi transesterifikasi dapat dilihat pada Gambar 2. bahwa rendemen biodiesel yang tertinggi diperoleh dari penggunaan jumlah katalis 3%. Semakin tinggi konsentrasi katalis, konversi reaksi semakin besar. Hal ini disebabkan karena dengan naiknya konsentrasi katalis akan semakin menurunkan energi aktivasi, sehingga meningkatkan jumlah molekul yang teraktifkan yang mengakibatkan kecepatan reaksi menjadi naik (Aziz, dkk., 2011).

Penggunaan jumlah katalis 5% b/b minyak telah terjadi reaksi samping saponifikasi karena menurunnya nilai rendemen yang digunakan dan akuades hasil pencucian yang keruh, menunjukkan bahwa masih terdapat banyak minyak dan sabun yang terkandung dalam produk biodiesel yang reaktif terhadap air.

- Densitas

Densitas biodiesel yang diperoleh dari reaksi transesterifikasi menggunakan katalis KOH/Karbon aktif ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Nilai Densitas Biodiesel dengan Variasi Jumlah Katalis KOH/Karbon Aktif pada Berbagai Suhu Reaksi

Gambar 3 menunjukkan grafik hubungan antara temperatur reaksi dan jumlah katalis terhadap densitas biodiesel yang dihasilkan. Densitas biodiesel yang dihasilkan berada dalam range yang tidak terlalu jauh yaitu 0,7724 gr/ml-0,8585 gr/ml. Pada penggunaan suhu reaksi 45°C dengan jumlah katalis 1, 3, 5% menghasilkan biodiesel yang tidak memenuhi SNI biodiesel yaitu dibawah 0,85-0,89 gr/ml, selain itu semua sampel biodiesel memiliki densitas didalam

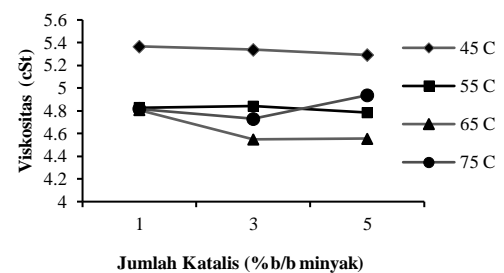
rentang SNI biodiesel yaitu berkisar antara 0,85-0,89 gr/ml.

Menurut penelitian sebelumnya tentang reaksi transesterifikasi menggunakan katalis basa semakin banyak jumlah katalis yang digunakan pada pembuatan biodiesel, maka semakin besar densitas dari produk biodiesel yang dihasilkan (Faizal, dkk., 2013). Semakin besarnya kadar densitas salah satu penyebabnya adalah proses pencucian dan pemurnian kurang sempurna dilakukan, sehingga masih terdapat gliserol dalam produk dimana kandungan gliserol menyebabkan densitas naik (Hadihah, dkk., 2011).

Nilai densitas biodiesel yang diperoleh memiliki berat jenis yang memenuhi standar SNI biodiesel, hal ini menunjukkan bahwa rantai unsur karbon didalam biodiesel lebih kecil dari umpan minyak jelantah yang memiliki densitas >0,89 gr/ml karena telah terputus rantai karbon panjang di dalam minyak.

- Viskositas

Viskositas biodiesel yang diperoleh dari reaksi transesterifikasi menggunakan katalis KOH/Karbon aktif ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Nilai Viskositas Biodiesel dengan Variasi Jumlah Katalis KOH/Karbon Aktif pada Berbagai Suhu Reaksi

Grafik pada Gambar 4 menunjukkan pada penggunaan katalis 1,3, 5% pada suhu 45°C terjadi penurunan nilai viskositas dengan bertambahnya jumlah katalis, sedangkan pada penggunaan katalis 1,3, 5% pada suhu 55, 65, 75°C viskositas cenderung turun dengan bertambahnya jumlah katalis.

Berdasarkan hasil analisa dengan viskometer bola jatuh diperoleh nilai viskositas terhadap 12 sampel seluruhnya memenuhi standar SNI yaitu dalam range 2,3-6 cSt. Waktu yang dibutuhkan bola stainless steel untuk melewati biodiesel berkisar 9-10,5 detik, proses transesterifikasi pada pembuatan biodiesel menyebabkan turunnya viskositas trigliserida yang digunakan. Hal ini dikarenakan berkurangnya berat molekul trigliserida yang dikonversi menjadi metil ester (Santoso, dkk., 2013). Viskositas berkaitan dengan komposisi asam lemak dan tingkat kemurnian biodiesel sehingga dapat dianalisa bahwa nilai viskositas biodiesel yang

memenuhi SNI menunjukkan bahwa proses konversi minyak jelantah menjadi biodiesel yang dibantu oleh katalis berbasis karbon aktif dari kayu akasia yang diimpregnasi KOH mengkatalisis reaksi dengan baik.

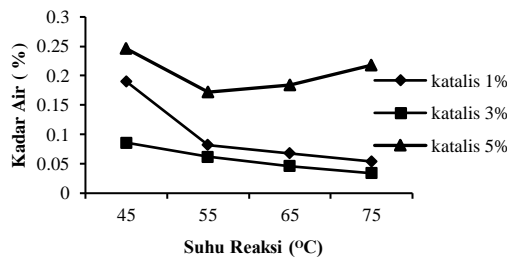
• Kadar Air

Kadar air biodiesel yang diperoleh dari reaksi transesterifikasi menggunakan katalis KOH/Karbon aktif ditunjukkan pada Gambar 5.

Kadar air pada 10 sampel produk biodiesel memiliki kadar air yang melebihi SNI biodiesel yaitu 0,0545%-2,244% sehingga memiliki kualitas yang tidak baik. Hanya biodiesel pada penggunaan katalis 3% pada suhu 65 dan 75°C yang memiliki kadar air dibawah 0,05%.

Kadar air produk biodiesel yang tidak memenuhi SNI dikarenakan kurangnya proses pemurnian dengan pemanasan, pada saat pencucian biodiesel produk kontak dengan air cukup lama sehingga kandungan

airnya tinggi untuk itu harus dilakukan pemanasan lebih lanjut untuk menguapkan sisa air yang tersisa di dalam biodiesel.

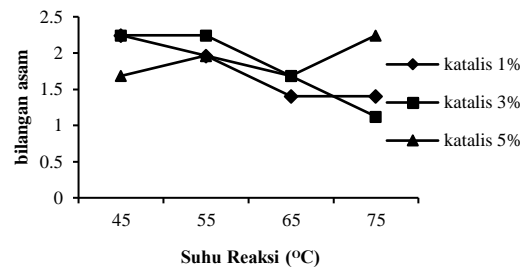


Gambar 5. Grafik Kadar Air Biodiesel Berbagai Suhu Reaksi dengan Variasi Jumlah Katalis KOH/ Karbon Aktif.

Grafik pada Gambar 5 menunjukkan kadar air biodiesel mengalami penurunan dengan meningkatnya suhu reaksi transesterifikasi karena semakin tinggi suhu yang digunakan maka kandungan air yang terkandung didalam biodiesel semakin banyak yang teruapkan. Grafik menunjukkan bahwa kadar air biodiesel dengan penggunaan jumlah katalis 5 % paling tinggi, jumlah katalis yang berlebihan menyebabkan reaksi penyabunan yang sangat reaktif terhadap air sehingga saat pencucian biodiesel dengan jumlah katalis 5% bereaksi dengan air.

• Bilangan Asam

Bilangan asam biodiesel yang diperoleh dari reaksi transesterifikasi menggunakan katalis KOH/Karbon aktif ditunjukkan pada Gambar 6.



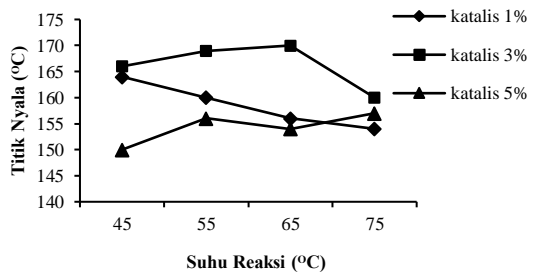
Gambar 6. Grafik Bilangan Asam Biodiesel pada Berbagai Suhu Reaksi dengan Variasi Jumlah Katalis KOH/Karbon Aktif

Nilai bilangan asam yang diperoleh dari seluruh sampel biodiesel, hanya 1 sampel yang memenuhi SNI yaitu tidak lebih dari 0,8 yaitu pada penggunaan katalis 1% pada suhu 75°C. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas biodiesel masih rendah karena memiliki kadar asam lemak yang tidak memenuhi standar. Masih belum terpenuhinya nilai angka asam dari biodiesel yang dihasilkan dimungkinkan karena pH biodiesel yang masih dibawah 6.

Semakin kecil angka asam maka akan semakin baik kualitas dari biodiesel. Angka asam berhubungan dengan pH dari masing-masing produk biodiesel. Semakin besar pH terutama berkisar antara 6 hingga 7, yaitu menuju netral maka semakin kecil angka asam serta semakin baik metil ester yang dihasilkan (Faizal, dkk., 2013).

• Titik Nyala

Titik nyala biodiesel yang diperoleh dari reaksi transesterifikasi menggunakan katalis KOH/Karbon aktif ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Titik Nyala Biodiesel pada Berbagai Suhu Reaksi dengan Variasi Jumlah Katalis KOH/Karbon Aktif

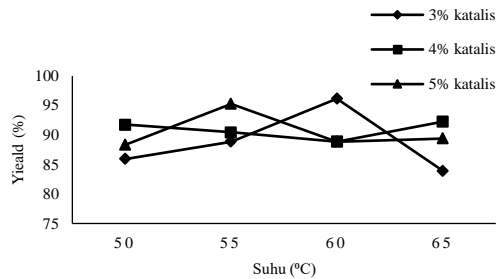
Menurut penelitian sebelumnya semakin besar jumlah katalis maka konversi biodiesel akan semakin kecil karena semakin besar kemungkinan terjadinya proses penyabunan (Pujaningtyas, 2017). Hal ini menyebabkan titik nyala biodiesel akan semakin tinggi karena kandungan fraksi ringan (residu alkohol) semakin rendah, sehingga semakin tinggi temperatur yang dibutuhkan untuk biodiesel bisa menyala. Dapat diperoleh informasi bahwa penggunaan katalis 3% yang titik nyalanya lebih

tinggi mengandung fraksi ringan (residu alkohol) yang paling rendah.

b. Katalis Basa NaOH/Karbon Aktif

- Rendemen Biodiesel dengan Variasi Jumlah Katalis dan Suhu Reaksi

Rendemen biodiesel yang diperoleh dari reaksi transesterifikasi menggunakan katalis NaOH/Karbon aktif ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Pengaruh Suhu Reaksi Terhadap Yield Biodiesel dengan Variasi Porsen Katalis NaOH/Karbon Aktif

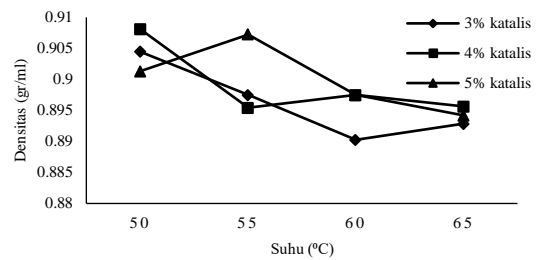
Gambar 8 menunjukkan bahwa yield biodiesel terbesar yang dihasilkan adalah pada penggunaan 3% katalis dengan suhu reaksi 60°C. Semakin besar porsen katalis yang digunakan seharusnya semakin besar yield biodiesel yang dihasilkan, seperti pada 3% katalis yang menunjukkan pengaruh suhu terhadap yield biodiesel. Penggunaan 3% katalis menghasilkan biodiesel yang mengalami peningkatan seiring meningkatnya suhu sampai pada titik suhu 60°C, namun menurun saat suhu 65°C. Dalam hal ini suhu tidak terlalu mempengaruhi yield biodiesel, bahkan yield maksimum diperoleh dari reaksi dengan hanya menggunakan 3% katalis yaitu 96,15%.

Dalam penelitian ini, penggunaan 4% katalis terlihat lebih stabil terhadap yield biodiesel yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena terbentuknya dimetil eter antara metanol dan NaOH. Dimana katalis basa berlebih membentuk reaksi saponifikasi yang dapat terjadi akibat rasio mol minyak dan metanol yang besar yaitu 1:12. Saponifikasi dapat menghambat pembentukan metil ester yang diharapkan. Sabun dari hasil transesterifikasi akan meningkatkan viskositas dari biodiesel dan mengganggu pemisahan gliserol dan juga turunnya yield metil ester (Ramadhans, dkk., 2005 ; Ashwath, 2010).

- Densitas

Densitas biodiesel yang diperoleh dari reaksi transesterifikasi menggunakan katalis

NaOH/Karbon aktif ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Pengaruh Suhu Reaksi Terhadap Densitas Biodiesel dengan Variasi Porsen Katalis NaOH/Karbon Aktif

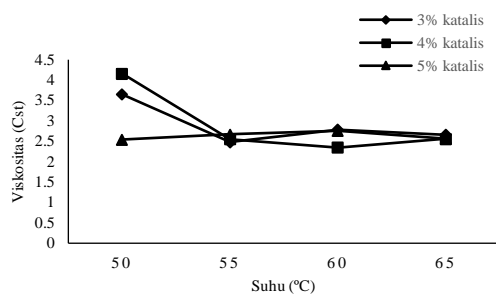
Berdasarkan SNI 04-7182-2006, densitas untuk biodiesel adalah 0,85-0,89 gr/ml. Biodiesel yang tidak memenuhi SNI dapat menyebabkan mesin mengalami keausan pada mesin dan emisi gas buang. Densitas biodiesel dari hasil penelitian dapat diperhatikan pada Gambar 9.

Pada Gambar 9 dapat diamati bahwa densitas biodiesel masih masuk dalam maksimal angka SNI densitas biodiesel. Nilai densitas suatu biodiesel dapat dipengaruhi oleh proses pembuatan biodiesel tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar suhu reaksi maka densitas biodiesel semakin kecil. Secara teori, semakin tinggi suhu suatu zat maka akan semakin kecil densitas zat tersebut. Dimana semakin tinggi suhu zat tersebut, semakin bertambah juga volume zat tersebut dengan massa yang tetap (Setiorini dan Zuhri, 2010). Semakin banyak porsen katalis yang digunakan, maka semakin besar densitas biodiesel yang dihasilkan. Hal ini terlihat pada kurva 4% dan 5% katalis yang berada di atas kurva 3% katalis.

Porsen katalis menunjukkan banyaknya katalis yang akan kontak dengan reaktan, sehingga semakin besar porsen katalis semakin banyak tumbukan yang terjadi yang dalam hal ini akan mempengaruhi jumlah gliserol. Meningkatnya sebagian densitas biodiesel diduga karena masih terdapat kandungan gliserol didalam biodiesel. Dimana gliserol memiliki densitas yang tinggi yaitu 1,26 gr/ml sehingga dapat mempengaruhi densitas biodiesel itu sendiri (Putra, dkk., 2012).

- Viskositas

Viskositas yang tinggi menunjukkan fluida tersebut masih lebih kental sehingga akan mengakibatkan kecepatan aliran akan lebih lambat sehingga proses derajat atomisasi bahan bakar akan terlambat pada ruang bakar. Untuk mengatasi hal ini perlu dilakukan proses kimia yaitu transesterifikasi untuk menurunkan nilai viskositas minyak nabati itu sampai mendekati viskositas biodiesel. Hasil penelitian dapat di lihat pada Gambar 10.



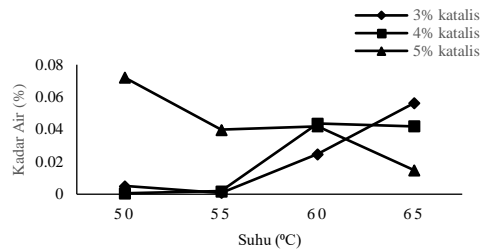
Gambar 10. Grafik Pengaruh Suhu Reaksi Terhadap Viskositas Biodiesel dengan Variasi Persen Katalis NaOH/Karbon Aktif

Gambar 10 menunjukkan nilai viskositas dari biodiesel yang dihasilkan, dimana untuk semua sampel nilai viskositas memenuhi SNI 04-7182-2006 yaitu 2,3-6,0 cSt. Viskositas berkaitan dengan komposisi asam lemak dan tingkat kemurnian biodiesel. Proses transesterifikasi pada pembuatan biodiesel menyebabkan turunnya nilai viskositas triglisirida yang digunakan. Hal ini dikarenakan berkurangnya berat molekul triglisirida yang dikonversi menjadi metil ester (Santoso, dkk., 2010). Viskositas berpengaruh secara langsung terhadap kemampuan bahan bakar tersebut bercampur dengan udara, sehingga viskositas yang tinggi dapat menyebabkan pembakaran tidak sempurna.

Jika harga viskositas terlalu tinggi maka akan besar kerugian gesekan di dalam pipa, kerja pompa akan berat, penyaringannya sulit dan kemungkinan kotoran ikut terendap besar, serta sulit mengabutkan bahan bakar. Sebaliknya jika viskositas terlalu rendah berakibat pelumasan yang tipis, jika dibiarkan terus menerus akan mengakibatkan keausan.

•Kadar Air

Kadar air dalam biodiesel dapat mempengaruhi kualitas biodiesel. Biodiesel yang berkualitas tinggi memiliki kandungan kadar air yang rendah. Menurut SNI 04-7182-2006, batas maksimum kadar air dalam biodiesel adalah 0,05%. Kadar air dalam bahan bakar membentuk sedimen yang akan mengakibatkan korosi, sehingga bahan bakar yang baik adalah yang bebas dari kandungan air. Berikut ini data hasil penelitian kadar air biodiesel yang ditunjukkan oleh Gambar 11.

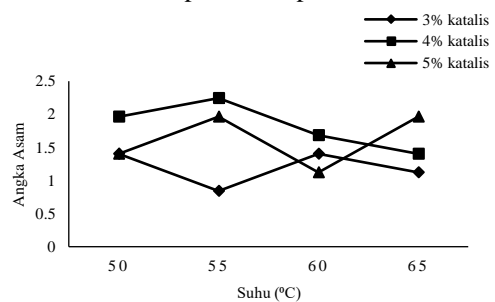


Gambar 11. Grafik Pengaruh Suhu Reaksi Terhadap Kadar Air Biodiesel dengan Variasi Persen Katalis NaOH/Karbon Aktif

Pada Gambar 11 terlihat bahwa keseluruhan biodiesel memiliki kadar air yang rendah. Tingginya kadar air dalam variasi 3% katalis pada suhu 65°C dan 5% katalis pada suhu 50°C dapat disebabkan karena penguapan yang tidak maksimal sehingga perlu dilakukan pemanasan kembali agar kadar air yang masih terkandung dalam biodiesel dapat berkurang. Perbedaan kadar air pada setiap biodiesel karena pengaruh proses pemanasan yang berbeda beda antara setiap sampel.

•Bilangan Asam

Bilangan asam pada biodiesel berhubungan dengan pH. Semakin pH menuju angka netral yaitu 6 hingga 7, maka semakin kecil angka asam serta semakin baik biodiesel yang dihasilkan. Berdasarkan SNI 04-7182-2006, angka asam biodiesel maksimal adalah 0,8 mgKOH/gram. Berikut angka asam biodiesel dari hasil penelitian pada Gambar 12.

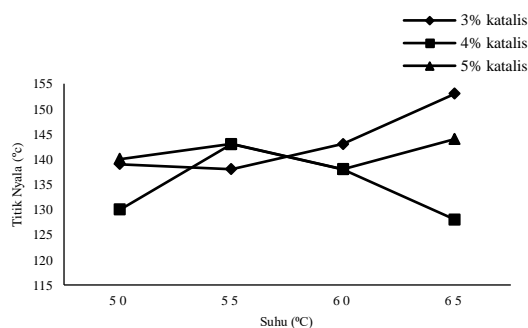


Gambar 12. Grafik Pengaruh Suhu Reaksi Terhadap Angka Asam Biodiesel dengan Variasi Persen Katalis NaOH/Karbon Aktif

Gambar 12 menunjukkan bahwa angka asam biodiesel masih terlalu tinggi. Pada 3% katalis dengan suhu reaksi 55°C angka asam menunjukkan 0,84, yang berarti katalis tersebut memenuhi SNI 04-7182-2006. Angka asam yang tinggi juga menandakan bahwa masih terdapat asam lemak bebas pada biodiesel, sehingga biodiesel akan bersifat korosif pada mesin bila digunakan. Oleh karena itu semakin rendah angka asam maka kualitas biodiesel semakin baik (Hadih, dkk., 2011).

•Titik Nyala

Titik nyala adalah titik temperatur terendah dimana bahan bakar dapat menyala ketika bereaksi dengan udara. Bila nyala terus terjadi secara menerus maka suhu tersebut dinamakan titik bakar (*fire point*). Berdasarkan SNI 04-7182-2006, titik nyala biodiesel adalah minimal 110 °C. Titik nyala yang terlampaui tinggi dapat menyebabkan keterlambatan penyalaan sementara apabila titik nyala terlampaui 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 (Widyastuti, 2007). Berikut hasil pengamatan titik nyala biodiesel yang dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik Pengaruh Suhu Reaksi Terhadap Titik Nyala Biodiesel dengan Variasi Porsen Katalis NaOH/Karbon Aktif

Pada Gambar 13 terlihat bahwa reaksi pada suhu rendah maka titik nyala biodiesel yang dihasilkan cenderung lebih rendah daripada biodiesel yang dihasilkan saat reaksi pada suhu yang lebih tinggi. Semakin tinggi suhu reaksi maka titik nyala biodiesel semakin tinggi pula. Hal ini disebabkan karena biodiesel semakin murni dari kandungan metanol, sehingga apabila titik nyala biodiesel rendah berarti menunjukkan banyaknya kandungan alkohol dan pelarut dalam biodiesel (Zuhelmi, 2013).

#### 4. KESIMPULAN

1. Katalis NaOH/kerbon aktif dari serbuk kayu akasia dapat digunakan dalam mengkonversi minyak jelantah menjadi biodiesel
2. Katalis berbasis karbon aktif dari serbuk kayu akasia yang diimpregnasi KOH dan NaOH mampu mengkatalisis reaksi transesterifikasi sintesis biodiesel dengan menghasilkan rendemen masing-masing 80,26-88,35% dan 83,92-96,15%. Rendemen tertinggi diperoleh

pada penggunaan 3% katalis KOH/Karbon Aktif dengan suhu reaksi 65°C dan 3% katalis NaOH/Karbon Aktif dengan suhu reaksi 60°C.

3. Suhu reaksi transesterifikasi dan porsen katalis mempengaruhi proses konversi minyak jelantah menjadi biodiesel, meskipun pada beberapa grafik terjadi penyimpangan. Seperti titik nyala, dimana semakin tinggi suhu reaksi maka titik nyala biodiesel yang dihasilkan semakin tinggi.
4. Mutu Biodiesel yang dihasilkan :
  - Parameter densitas seluruhnya memenuhi SNI 04-7182-2006 kecuali produk biodiesel pada jumlah katalis KOH/Karbon Aktif 1, 3, 5% suhu 45°C, Katalis NaOH/Karbon Aktif 3% suhu 50°C dan Katalis NaOH/Karbon Aktif 5% suhu 50-55°C.
  - Parameter viskositas seluruhnya memenuhi SNI 04-7182-2006
  - Parameter kadar air yang memenuhi SNI 04-7182-2006 pada jumlah 3% katalis KOH/Karbon Aktif suhu 65 dan 75°C, dan katalis NaOH/Karbon Aktif 5% dengan suhu reaksi 50°C.
  - Parameter bilangan asam seluruhnya tidak memenuhi SNI 04-7182-2006
  - Parameter titik nyala seluruhnya memenuhi SNI 04-7182-2006

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arpiwi, Ni Luh. 2015. *Bioenergi: Biodiesel dan Bioetanol*. Diktat Kuliah Prodi Biologi Fakultas MIPA. Denpasar: Universitas Udayana.
- Aziz, Isalmi, Siti Nurbayti dan Badrul Ulum. 2011. *Pembuatan Produk Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Car Esterifikasi dan Transesterifikasi*. Jurnal Kimia Valensi, 1 (3).
- Danish, Mohammed, Rokiah Hasyim. M.N. Mohamad Ibrahim dan Othman Sulaiman. 2013. *Characterization of Physically Activated Acacia mangium Wood-Based Carbon for the Removal of Methyl Orange Dye*. Peer-Reviewed Article Bio Resource, 8 (3), 4323-4339
- Faizal, M.Ulfa Maftuchah dan Wika Arto Auriyani. 2013. *Pengaruh Kadar Metanol, Jumlah Katalis, dan Waktu Reaksi pada Pembuatan Biodiesel dari Lemak Sapi melalui Proses Transesterifikasi*. Jurnal Teknik Kimia., 4(19)
- Hadihah, Fitri. Oki Alfernando dan Yudi Sumbarin. 2011. *Pengaruh Jumlah Katalis dan Temperatur Terhadap Kuantitas dan Kualitas Biodiesel dari Biji Jarak Pagar*. Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya, 6 (17).
- Munnik, P., Petra, E. dan Krijn, P. 2015. *Recent Developments in The Synthesis of Supported*



- Catalyst*. American Chemical Society (155), 6687-6718
- Nurhasanah. 2017. "Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Kapuk (*Ceiba Pentandra*) dengan Katalis Lempung Teraktivasi ; Pengaruh Konsentrasi Katalis". Skripsi. Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau, Pekanbaru.
- Pujaningtyas, Lestari. 2017. *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Proses Transesterifikasi menggunakan Katalis KOH*. Tugas Akhir. Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Putra, R. P., Wibawa, G. A., Priharini, P., dan Mahfud, M. 2012. "Pembuatan Biodiesel Secara Batch dengan Memanfaatkan Gelombang Mikro". Jurnal Teknik ITS. Vol. 1, No. 1, Hal. 34-37
- Ramadhas, As., Jayaraj, Simon., dan Chandrasekharan, M. 2005. *Biodiesel production from high FFA rubber seed oil, fuel*. 84, 335-340.
- Santoso, H., Kristianto, I., dan Setyadi, A. 2010. *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Kapuk Randu (*Ceiba Pentandra*) Melalui Proses Transesterifikasi dengan Menggunakan CaO Sebagai Katalis*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Santoso, H., Kristianto, I., dan Setyadi, A. 2013. *Pembuatan Biodiesel menggunakan Katalis Basa Heterogen Berbahan Dasar Kulit Telur*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Katolik Prahayangan
- Sayid Abdullah, Sharifah Hanis Yasmin, Nur Hanis Mohamad Hanapi, Azman Azid, Roslan Umar, Hafizan Juahir, Helena Khatoon, dan Azizah Endut. 2016. *A Review of Biomass-Derived Heterogeneous Catalyst For A Sustainable Biodiesel Production*. Elsevier. Renewable and Sustainable Energy Reviews.
- Setiorini, I dan Zuhri A.A. 2010. "Massa Jenis Padat Bentuk Tak Kontinyu dan Zat Cair". Laporan Seminar Fisika Jurusan Fisika. Universitas Negeri Surabaya: Surabaya.
- Widyastuti, L. 2007. *Reaksi Metanolisis Minyak Biji Jarak Pagar Menjadi Metil Ester Sebagai Bahan Bakar Pengganti Minyak Diesel Dengan Menggunakan Katalis KOH*. Tugas Akhir II. Universitas Negeri Semarang.
- Zabeti, M., Daud, W.M.A.W., dan Aroua, M.K. 2009. "Activity of Solid Catalyst for Biodiesel Production". *A rievew Fuel Processing Technology*. 90: 770-777.
- Zuhelmi, Tazora. 2013. "Peningkatan Mutu Biodiesel dari Minyak Biji Karet Melalui Pencampuran dengan Biodiesel dari Minyak Biji Jarak Pagar". Skripsi, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian: Bogor.