

PENGARUH VOLUME ASAM FOSFAT (H_3PO_4) DALAM PROSES *DEGUMMING* TERHADAP KUALITAS BIODIESEL DARI BAHAN BAKU BIJI BUAH BINTARO METODE KATALIS

Bobby Farid Afansah

Teknik Mesin Konversi Energi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: bobbyafansah16050754055@mhs.unesa.ac.id

I Wayan Susila

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: wayansusila@unesa.ac.id

ABSTRAK

Kelangkaan bahan bakar minyak akibat adanya tingkat pertumbuhan kendaraan bermotor yang pesat menuntut dilakukan upaya pembuatan energi alternatif seperti biodiesel. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kualitas dan *yield* biodiesel metode katalis yang dihasilkan dari minyak biji buah bintaro sesuai standar SK Dirjen EBTKE Nomor: 189 K/10/DJE/2019 dengan variasi volume penggunaan H_3PO_4 1,1%, 1,2%, dan 1,3% sebagai adsorben dalam proses *degumming*. Katalis yang digunakan adalah H_2SO_4 dan NaOH. Proses pembuatan biodiesel ini melewati 3 tahapan yaitu tahap pembuatan minyak mentah, tahap pembuatan biodiesel, tahap pengujian kualitas biodiesel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses *degumming* menggunakan H_3PO_4 1,3% memiliki kualitas optimum sesuai SK Dirjen EBTKE Nomor: 723 K/10/DJE/2019 adalah sebagai berikut: Densitas 887,1kg/m³, Viskositas 5,892mm²/s, Angka Setana 51,02, Titik Nyala 131°C, Fosfor 3,577mg/kg, Residu Karbon 0,129% massa, Kandungan Air 0,0323% volume, dan Angka Asam 0,402mgKOH/g. *Yield* yang dihasilkan masing-masing sampel yaitu: 1) 71,03% (H_3PO_4 1,1%). 2) 73,06% (H_3PO_4 1,2%). 3) 77,84% (H_3PO_4 1,3%).

Kata Kunci: *degumming*, biodiesel, minyak biji buah bintaro, H_3PO_4

ABSTRACT

The scarcity of fuel oil due to the rapid growth rate of motorized vehicles demands efforts to make alternative energy such as biodiesel. The purpose of this study was to determine the quality and yield of the catalyst method biodiesel produced from Bintaro fruit seed oil according to the standards of the Decree of the Director General of EBTKE Number: 189 K / 10 / DJE / 2019 with variations in the volume of use of H_3PO_4 1,1%, 1,2%, and 1,3% as adsorbent in the degumming process. The catalysts used were H_2SO_4 and NaOH. The process of making biodiesel includes 3 stages, namely the stage of making crude oil, the stage of making biodiesel, the stage of testing the quality of biodiesel. The results showed that the degumming process using H_3PO_4 1,3% had optimum quality according to the Decree of the Director General of EBTKE Number: 723 K/10/DJE /2019, which were as follows: Density 887,1kg/m³, Viscosity 5,892mm²/s, Cetane Figures 51,02, Flash Point 131°C, Phosphorus 3,577mg/kg, Carbon Residue 0,129% by mass, Water Content 0,0323% by volume, and Acid Number 0.402mgKOH / g. The yields produced by each sample are: 1) 71,03% (H_3PO_4 1,1%). 2) 73,06% (H_3PO_4 1,2%). 3) 77,84% (H_3PO_4 1,3%).

Keywords: *degumming*, biodiesel, Bintaro fruit seed oil, H_3PO_4

Universitas Negeri Surabaya

PENDAHULUAN

Seiring dengan tingkat penggunaan kendaraan bermotor yang semakin banyak juga memiliki imbas terhadap permintaan konsumsi bahan bakar minyak bumi yang menyebabkan kelangkaan. Berkat dikembangkannya teknologi untuk menemukan bahan bakar alternatif baru yang mudah didapat, persediaannya melimpah dan berasal dari sumber daya alam Indonesia serta yang diharapkan menjadi pengganti dari minyak bumi. Salah satunya yakni dengan melakukan pengembangan terhadap tanaman yang dapat menghasilkan minyak (lemak) dibagian biji maupun buah sebagai bahan baku

biofuel, khususnya pengganti dari solar kelak mendatang yang diolah menjadi efisien dan ramah lingkungan. Biodiesel menjadi salah satu solusi bahan bakar alternatif baru yang tepat. Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif untuk mesin diesel yang diproduksi dengan reaksi transesterifikasi dan esterifikasi menggunakan bahan baku minyak tumbuhan atau lemak hewan yang direaksikan dengan alkohol rantai pendek seperti metanol atau etanol dengan bantuan katalis (Pasae, dkk., 2019)^[5]. Biodiesel sebagian besar bahan bakunya didapatkan dari komoditas biji-bijian yang mengandung lemak (minyak). Komoditas baru yang memiliki potensi besar untuk

dijadikan biodiesel salah satunya bersumber dari buah biji bintaro.

Hendra dkk. (2016) dalam penelitiannya disimpulkan bahwa penggunaan senyawa asam fosfat (H_3PO_4) sebagai adsorben dalam proses *degumming* dengan melakukan variasi terhadap kadar persentasenya sejumlah 0,5%, 1% dan 1,5% (v/v) dalam proses *degumming*. Hasil dalam penelitian tersebut didapatkan nilai bilangan asam sebesar 5,32mg *bases/g*, 4,15mg *bases/g*, dan 4,60mg *bases/g*. Perlakuan terbaik adalah penggunaan 1% H_3PO_4 yang menghasilkan bilangan asam terendah yaitu 4,15 mg *bases/g*^[2].

Mardawati dkk. (2019) dalam penelitiannya disimpulkan bahwa variasi pengaruh katalis H_2SO_4 pada proses esterifikasi menghasilkan nilai FFA biodiesel terbaik sebesar 0,81% dan kualitas karakteristik yang sudah memenuhi acuan SNI diperoleh pada penggunaan katalis asam sulfat volume 1% dan rasio molar minyak dengan metanol 1:6^[4]

Haryono dkk. (2019) dalam penelitiannya disimpulkan bahwa proses transesterifikasi dengan katalis NaOH dihasilkan *yield* terbaik biodiesel 87,62% (terbaik) pada penggunaan 0,5% (b/b) dengan rasio molar minyak: metanol 1:5^[1].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang “Pengaruh Volume Asam Fosfat (H_3PO_4) Dalam Proses *Degumming* Terhadap Kualitas Biodiesel Dari Bahan Baku Minyak Biji Buah Bintaro Metode Katalis”.

METODE

Jenis Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen (*experimental research*). Metode eksperimen adalah metode untuk mencari adanya hubungan sebab akibat antara beberapa faktor yang saling berkaitan. Pada eksperimen ini peneliti memvariasikan volume asam fosfat (H_3PO_4) (1,1%, 1,2%, dan 1,3%) Pada eksperimen ini peneliti memvariasikan persentase volume H_3PO_4 (1,1%, 1,2% dan 1,3%) pada proses *degumming* untuk menghasilkan kualitas biodiesel sesuai dengan SK Dirjen EBTKE Nomor: 189 K/10/DJE/2019 dan nilai *yield* yang dihasilkan^[3] ..

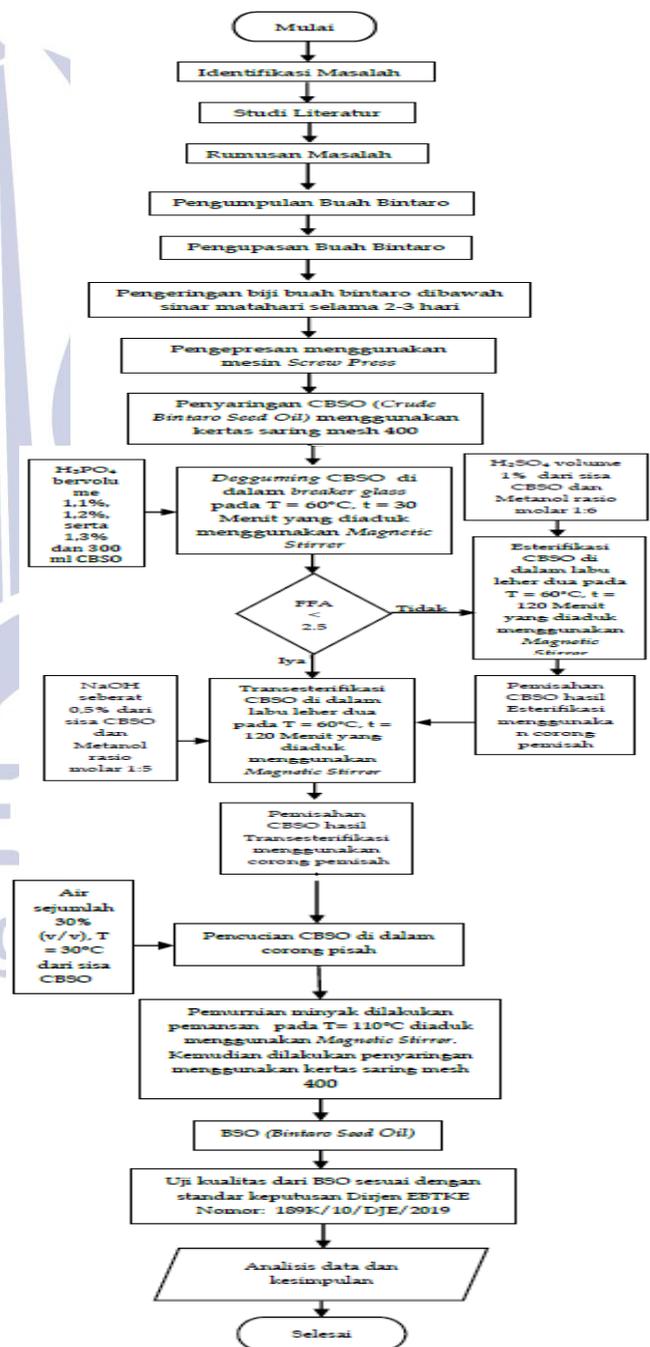
Variabel Penelitian

- Variabel Bebas
Volume H_3PO_4 (1,1%, 1,2% dan 1,3%) pada proses *degumming*
- Variabel Terikat
Karakteristik kualitas yang dihasilkan biodiesel yaitu: densitas, viskositas, angka setana, titik nyala, fosfor, residu karbon, angka asam dan kadar air sesuai dengan

standart SK Dirjen EBTKE Nomor: 718 K/10/DJE/2019^[3]..

- Variabel Kontrol
 - Volume awal minyak didalam *breaker glass* pada saat proses *degumming* sejumlah 300 ml.
 - Suhu pemanasan proses *degumming* yaitu 60°C
 - Suhu pemanasan proses esterifikasi yaitu 60°C.
 - Suhu pemanasan proses transesterifikasi yaitu 60°C.
 - Suhu pemanasan proses pemurnian yaitu 110°C.

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Prosedur Penelitian

- Tahap Pembuatan Minyak Mentah
 - Pengumpulan buah bintaro untuk diambil bijinya dilakukan di daerah Jawa Timur.
 - Pengeringan biji buah bintaro dengan cara melakukan penjemuran dibawah sinar selama 2-3 hari.
 - Penggilingan biji buah bintaro menggunakan alat *meat grinder* yang dilakukan berulang sebanyak dua kali.
 - Pengepresan biji buah bintaro dilakukan dengan cara manual menggunakan media penekan sistem hidrolik.
 - Minyak mentah biji buah bintaro disaring menggunakan kertas saring mesh 400.
- Tahap Pembuatan Biodiesel
 - Menyiapkan peralatan untuk proses sakarifikasi.
 - Proses *degumming* dilakukan dengan menambahkan H_3PO_4 sesuai volume sampel uji (1,1%, 1,2%, dan 1,3%) ke dalam 300ml *Crude Bintaro Seed Oil* (CBSO) yang telah dipanaskan bersuhu $60^\circ C$ pada *breaker glass* serta direaksikan selama 30 menit melalui pengadukan oleh *magnetic stirrer*. Hasil *degumming* lalu diendapkan selama 12 jam.
 - Proses esterifikasi terlebih dahulu dilakukan pereaksian H_2SO_4 sejumlah 1% (v/v) dari minyak sisa *degumming* dengan metanol rasio molar 1:6. Selanjutnya campuran tersebut dimasukan ke dalam minyak hasil dari pengendapan proses *degumming* yang telah dipanaskan bersuhu $60^\circ C$ pada *breaker glass* serta direaksikan selama 120 menit melalui pengadukan oleh *magnetic stirrer*. Hasil esterifikasi lalu diendapkan selama 12 jam.
 - Proses transesterifikasi terlebih dahulu dilakukan pereaksian NaOH sejumlah 0,5% (b/b) dari minyak sisa esterifikasi dengan metanol rasio molar 1:5. Selanjutnya campuran tersebut dimasukan ke dalam minyak hasil dari pengendapan proses esterifikasi yang telah dipanaskan bersuhu $60^\circ C$ pada *breaker glass* serta direaksikan selama 120 menit melalui pengadukan oleh *magnetic stirrer*. Hasil esterifikasi lalu diendapkan selama 12 jam.
 - Proses pencucian dilakukan dengan menambahkan air hangat sejumlah 30% (v/v) bersuhu $30^\circ C$ dari minyak hasil pengendapan proses transesterifikasi yang dilakukan 3-4 hingga pH air cucian netral.
 - Proses pemurnian minyak hasil pencucian dilakukan dengan pemanasan pada suhu $110^\circ C$ dengan selama 45-60 menit.
- Tahap Pengujian Kualitas Biodiesel
 - Nilai kalor dilakukan pengujian menggunakan alat *bomb calorimeter*
 - Densitas dilakukan pengujian sesuai dengan metode ASTM D-29.
 - Viskositas dilakukan pengujian sesuai dengan metode ASTM D-445.
 - Angka setana dilakukan pengujian sesuai dengan metode ASTM D-613.
 - Titik nyala dilakukan pengujian sesuai dengan metode sesuai ASTM D-93.
 - Fosfor dilakukan pengujian sesuai dengan metode AOCS Ca 12-55
 - Kadar residu karbon dilakukan pengujian sesuai dengan metode ASTM D-189.
 - Kadar air dilakukan pengujian sesuai dengan metode ASTM D 2709.
 - Angka asam dilakukan pengujian sesuai dengan metode ASTM D-664

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Berikut merupakan hasil pengujian FFA (*Free Fatty Acid*) pada biodiesel metode katalis dari minyak biji buah bintaro dengan proses *degumming* dan minyak mentah biji buah bintaro.

Tabel 1. Hasil Pengujian FFA (*Free Fatty Acid*)

Jenis Sampel Uji	% FFA (<i>Free Fatty Acid</i>)
<i>Degumming</i> H_3PO_4 1,1%**	0,396
<i>Degumming</i> H_3PO_4 1,2%**	0,378
<i>Degumming</i> H_3PO_4 1,3%**	0,283*
<i>Crude Oil</i> **	8,8185

Keterangan :

* = Hasil pengujian terbaik

** = Pengujian di Laboratorium TAKI (Teknologi Air dan Konsultasi Industri) Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Berikut merupakan hasil pengujian *Heating Value* (Nilai Kalor) biodiesel metode katalis dari minyak biji buah bintaro dengan proses *degumming*.

Tabel 2. Hasil Pengujian *Heating Value*

Jenis Sampel Uji	% <i>Heating Value</i> (Nilai Kalor) (Cal/gr)
<i>Degumming</i> H ₃ PO ₄ 1,1%**	9.421,63
<i>Degumming</i> H ₃ PO ₄ 1,2%**	9.458,26
<i>Degumming</i> H ₃ PO ₄ 1,3%**	9.484,53*

Keterangan :

* = Hasil pengujian terbaik

** = Pengujian di Laboratorium TAKI (Teknologi Air dan Konsultasi Industri) Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Berikut ini adalah hasil pengujian perbandingan spesifikasi biodiesel sesuai standar SK Dirjen EBTKE Nomor: 189 K/10/DJE/2019 dengan biodiesel dari biji buah bintaro metode katalis.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kualitas Biodiesel

No.	Karakteristik	Standar Biodiesel sesuai Dirjen EBTKE 2019	Metode Uji	Hasil Uji Biodiesel dari Minyak Biji Buah Bintaro Metode Katalis <i>Degumming</i> H ₃ PO ₄			Satuan
				1,1 %	1,2 %	1,3 %	
1.	Densitas pada 40°C**	850-900	ASTM D-129	890,6	889,3	887,1*	kg/m ³
2.	Viskositas Kinematik pada 40°C**	2,3-6,0	ASTM D-445	5,902	5,896	5,892*	mm ² /s
3.	Angka Setana***	Min. 51	ASTM D-613	50,94	50,97	51,02*	-
4.	Titik Nyala**	Min. 130	ASTM D-93	131	131	132*	°C
5.	Korosi lempeng tembaga (3 jam pada 50°C)	nomor 1	ASTM D130-10	x	x	x	-
6.	Residu Karbon*** - Dalam contoh asli, atau - Dalam 10% ampas distilasi	Maks. 0,05 Maks 0,3	ASTM D-189	0,148	0,136	0,129*	%mas-sa
7.	Temperatur distilasi 90	Maks. 360	ASTM D-1160	x	x	x	°C
8.	Abu tersulfatkan	0,02	ASTM D-874	x	x	x	%mas-sa
9.	Belerang	Maks. 10	ASTM D-1266	x	x	x	mg/kg
10.	Fosfor**	Maks. 4	AOCs Ca 12-55	3,581	3,579	3,577*	mg/kg
11.	Angka Asam**	Maks. 0,6	ASTM D-664	0,448	0,443	0,402*	mgKOH/g
12.	Gliserol bebas	Maks. 0,02	ASTM D-6584	x	x	x	%mas-sa

Lanjutan Tabel 3.

No.	Karakteristik	Standar Biodiesel sesuai Dirjen EBTKE 2019	Metode Uji	Hasil Uji Biodiesel dari Minyak Biji Buah Bintaro Metode Katalis <i>Degumming</i> H ₃ PO ₄			Satuan
				1,1 %	1,2 %	1,3 %	
13.	Gliserol Total	Maks. 0,24	ASTM D-6584	x	x	x	%mas-sa
14.	Kadar estil metil	Min. 96,5	SNI 7182:2012	x	x	x	%mas-sa
15.	Angka Iodium	Maks. 115	AOCs Cd 1-25	x	x	x	%mas-sa
16.	Kestabilan oksidasi Periode induksi metode rancimat atau Periode induksi metode metro oksidasi	600	EN 15751				menit
17.	Monogliserida	Maks. 0,55	SNI 7182:2015	x	x	x	%mas-sa
18.	Warna	Maks. 3	ASTM D-1500	x	x	x	-
19.	Kadar Air***	Maks. 350	ASTM D-2709	323	320	318*	ppm
20.	CFPP (<i>Cold Filter Plugging Point</i>)	Maks. 15	ASTM D-6371	x	x	x	°C
21.	Logam I (Na+K)	Maks. 5	EN 14108	x	x	x	mg/kg
22.	Logam II (Ca+Mg)	Maks. 5	EN 14538	x	x	x	mg/kg
23.	Total kontaminan	Maks. 20	ASTM D-2276	x	x	x	mg/filter

Keterangan :

* = Hasil pengujian terbaik

** = Pengujian di Laboratorium TAKI (Teknologi Air dan Konsultasi Industri) Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

*** = Pengujian dilakukan di Laboratorium Energi dan Lingkungan LPPM Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

x = Tidak dilakukan pengujian

Pembahasan

Data hasil pengujian karakteristik kualitas biodiesel dianalisa sebagai berikut ini.

- Rendemen *Crude Bintaro Seed Oil* (CBSO)

Crude Oil Seed Bintaro (CBSO) hasil dari pengepresan dihitung nilai rendemennya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Rendemen minyak mentah} &= \frac{\text{berat minyak mentah (kg)}}{\text{berat biji buah bintaro (kg)}} \times 100\% \\ &= \frac{0,382 \text{ (kg)}}{1 \text{ (kg)}} \times 100\% \\ &= 38,2\% \end{aligned}$$

Dihasilkan rendemen sebesar 38,2% dengan ampas sisa hasil 1kg pengepresan seberat 0,682kg. Jadi, untuk mendapatkan 1 liter dibutuhkan minimal 2,6kg. Banyaknya hasil minyak saat pengepresan juga tergantung dari kualitas biji buah bintaro. Jika kualitas biji buah bintaro baik maka rendemen minyak mentahnya juga akan bertambah. Kualitas biji buah bintaro juga tergantung pada perlakuan biji buah tersebut. Jika biji buah bintaro terlalu lama disimpan, maka akan keropos dan mengurangi kadar minyaknya saat pengepresan.

- *Yield*

Nilai *yield* dari biodiesel metode katalis dari minyak biji buah bintaro dengan proses *degumming* dilakukan perhitungan untuk sebagai berikut:

Crude Bintaro Seed Oil (CBSO)

Densitas CBSO (ρ_{CBSO}) dihitung dengan cara sebagai berikut:

- Volume CBSO yang akan dimasukkan ke dalam *picnometer*, $V = 25\text{ml}$
- Berat *picnometer* kosong, $W_1 = 17,136\text{g}$
- Berat *picnometer* dan CBSO, $W_2 = 40,122\text{g}$
- $\rho_{CBSO} = \frac{(W_2 - W_1)}{V} = \frac{(40,122 - 17,136)\text{g}}{25\text{ml}} = 0,9194\text{g/ml}$

Massa *Crude Bintaro Seed Oil* (CBSO)

Volume awal penggunaan CBSO dikonversi menjadi massa dihitung sebagai berikut:

- $V_{cbso} = 300\text{ml}$
- $m_{cbso} = \rho_{cbso} \times V_{cbso}$
 $= 0,9194 \frac{\text{g}}{\text{ml}} \times 300\text{ml} = 273,5\text{g}$

Yield biodiesel *degumming* H_3PO_4 1,1% dihitung sebagai berikut:

- Massa Biodiesel, $m_2 = 191,4\text{g}$
- Massa CBSO, $m_1 = 273,5\text{g}$

$$\begin{aligned} \text{Yield biodiesel} &= \frac{m_2}{m_1} \times 100\% \\ &= \frac{191,4 \text{ (g)}}{273 \text{ (g)}} \times 100\% \\ &= 70,13\% \end{aligned}$$

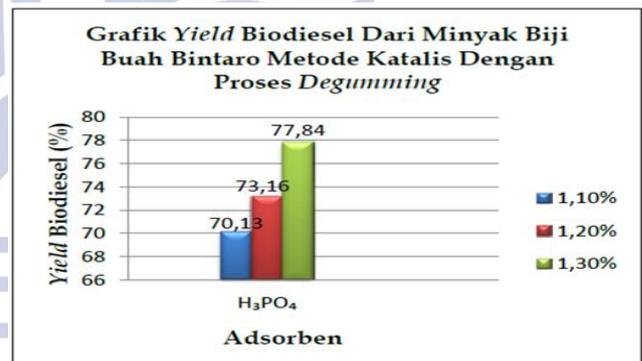
Yield biodiesel *degumming* H_3PO_4 1,2% dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Massa Biodiesel, } m_2 &= 200,09\text{g} \\ \text{Massa CBSO, } m_1 &= 273,5\text{g} \\ \text{Yield biodiesel} &= \frac{m_2}{m_1} \times 100\% \\ &= \frac{200,09 \text{ (g)}}{273,5 \text{ (g)}} \times 100\% \\ &= 73,15\% \end{aligned}$$

Yield biodiesel *degumming* H_3PO_4 1,3% dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Massa Biodiesel, } m_2 &= 212,90\text{g} \\ \text{Massa CBSO, } m_1 &= 273,5\text{g} \\ \text{Yield biodiesel} &= \frac{m_2}{m_1} \times 100\% \\ &= \frac{212,90 \text{ (g)}}{273,5 \text{ (g)}} \times 100\% \\ &= 77,84\% \end{aligned}$$

Data tersebut dibuat menjadi grafik sebagai berikut:



Gambar 1. Grafik Yield

Dapat diketahui bahwa nilai *yield* tertinggi dicapai oleh *degumming* H_3PO_4 volume 1,3% sebesar 77,84%.

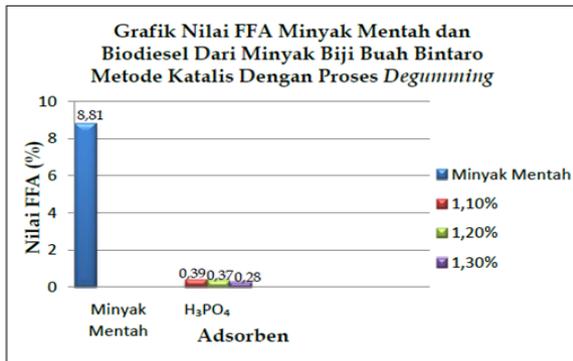
- FFA (*Free Fatty Acid*)

Berdasarkan tabel 1, dapat diketahui bahwa nilai FFA dari ketiga sampel biodiesel diperoleh hasil masing masing yaitu yang pertama dengan proses *degumming* H_3PO_4 1,1% adalah sebesar 0,396%, kedua dengan proses *degumming* H_3PO_4 1,2% adalah sebesar 0,378%, dan ketiga dengan proses *degumming* H_3PO_4 1,3% adalah sebesar 0,283%. Dari data yang diperoleh, ketiga sampel biodiesel dari minyak biji buah bintaro metode

katalis dengan proses *degumming* berhasil menurunkan kadar FFA dari minyak mentah biji buah bintaro yaitu sebesar 8,815%.

Dapat dianalisa bahwa penambahan volume H_3PO_4 yang semakin banyak pada sampel berpengaruh nyata pada penurunan nilai FFA. Nilai FFA terendah atau terbaik dicapai dengan *degumming* H_3PO_4 1,3% adalah sebesar 0,283%. Analisa selanjutnya yaitu peran H_2SO_4 pada proses esterifikasi untuk mengikat asam lemak bebas berjalan dengan optimal.

Data tersebut dibuat menjadi grafik sebagai berikut:



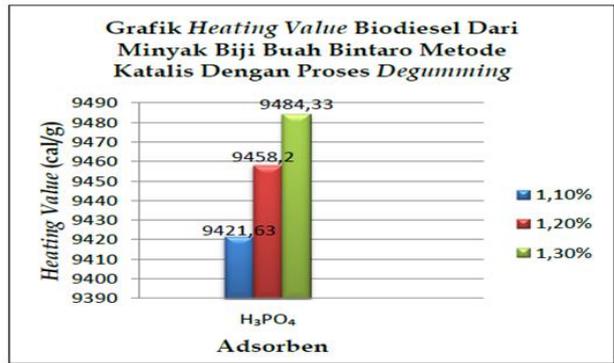
Gambar 2. Grafik FFA (*Free Fatty Acid*)

• *Heating Value*

Berdasarkan tabel 2, dapat diketahui bahwa *heating value* (nilai kalor) dari ketiga sampel biodiesel diperoleh hasil masing-masing yaitu yang pertama dengan proses *degumming* H_3PO_4 1,1% adalah sebesar 9.421,63cal/g, kedua dengan proses *degumming* H_3PO_4 1,2% adalah sebesar 9.458,26cal/g dan ketiga dengan proses *degumming* H_3PO_4 1,3% adalah sebesar 9.484,53cal/g.

Dari hasil analisis jumlah penambahan volume H_3PO_4 dalam proses *degumming* berpengaruh nyata terhadap nilai kalor yang dihasilkan. Semakin besar kadar pada sampel *degumming* H_3PO_4 tinggi nilai kalor yang dihasilkan. Nilai kalor tertinggi atau terbaik dicapai dengan *degumming* H_3PO_4 1,3% sebesar 9.484,53cal/g. Hal ini cukup baik karena semakin tinggi nilai kalor semakin bagus pula kualitas biodiesel.

Data tersebut dibuat menjadi grafik sebagai berikut:



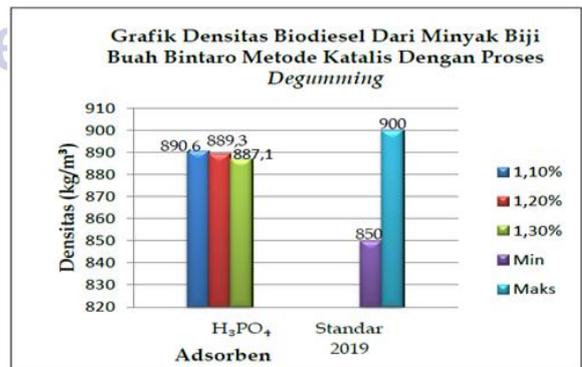
Gambar 3. Grafik *Heating Value*

• Densitas

Berdasarkan tabel 3 dapat diketahui bahwa densitas dari ketiga sampel biodiesel diperoleh hasil masing-masing yaitu yang pertama dengan proses *degumming* H_3PO_4 1,1% adalah sebesar 890,6kg/m³, kedua dengan proses *degumming* H_3PO_4 1,2% adalah sebesar 889,3kg/m³, dan ketiga dengan proses *degumming* H_3PO_4 1,3% adalah sebesar 887,1kg/m³. Berdasarkan hasil pengujian ketiga sampel tersebut telah memenuhi standar SNI Direktur Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi 2019 dari batasan antara 850-900kg/m³.

Dari hasil analisis jumlah penambahan volume H_3PO_4 dalam proses *degumming* yang semakin banyak pada sampel berpengaruh nyata menurunkan densitas yang telah memenuhi kualitas batasan standar biodiesel. Densitas terendah namun tetap berada pada batasan standar atau terbaik dicapai dengan *degumming* H_3PO_4 1,3% sebesar 887,1 kg/m³. Selain itu, analisa penurunan densitas karena minyak telah melewati pemanasan selama dari proses pembuatan biodiesel dan berhasilnya pemurnian yang menghilangkan pengotor.

Data tersebut dibuat menjadi grafik sebagai berikut:



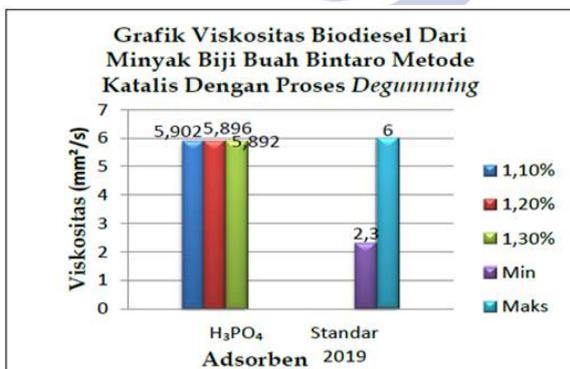
Gambar 4. Grafik Densitas

- Viskositas

Berdasarkan tabel 3 dapat diketahui bahwa Viskositas dari ketiga sampel biodiesel diperoleh hasil masing-masing yaitu yang pertama dengan proses *degumming* H_3PO_4 1,1% adalah sebesar 5,902mm²/s, kedua dengan proses *degumming* H_3PO_4 1,2% adalah sebesar 5,896mm²/s dan ketiga dengan proses *degumming* H_3PO_4 1,3% adalah sebesar 5,892mm²/s. Nilai viskositas dari ketiga sampel tersebut telah memenuhi standar SNI Direktur Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi 2019 dari batasan antara 2,3-6,0 mm²/s.

Dari hasil analisis jumlah penambahan volume H_3PO_4 dalam proses *degumming* yang semakin banyak pada sampel berpengaruh nyata menurunkan viskositas yang telah memenuhi kualitas batasan standar biodiesel. Viskositas terbaik dicapai dengan *degumming* H_3PO_4 1,3%sebesar 887,1 kg/m³. Selain itu, dianalisis peran H_3PO_4 dalam mengikat kandungan *gum* sehingga viskositas menjadi lebih rendah atau lebih berkurang serta pada proses transesterifikasi berjalan dengan maksimal mengikat gliserol yang membantu menurunkan viskositasnya. Semakin besar angka viskositas bahan bakar maka semakin lambat zat tersebut mengalir. Sebaliknya, semakin kecil angka viskositas bahan bakar semakin cepat zat tersebut mengalir. Viskositas biodiesel yang telah sesuai batasan standar jika digunakan pada mesin diesel dapat menyempurnakan proses pembentukan butir-butir cairan atau pengkabutan saat penyemprotan bahan bakar.

Data tersebut dibuat menjadi grafik sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik Viskositas

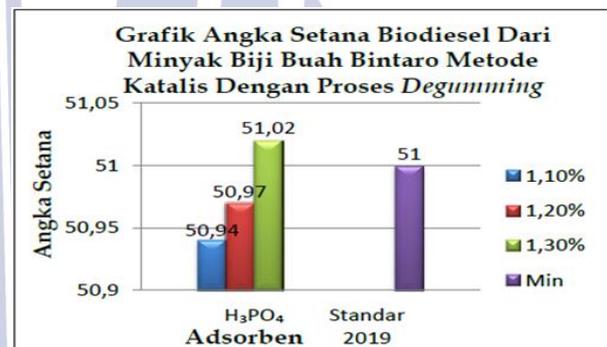
- Angka Setana

Berdasarkan tabel 3 dapat diketahui bahwa Viskositas dari ketiga sampel biodiesel diperoleh hasil masing-masing yaitu yang pertama dengan proses *degumming* H_3PO_4 1,1% adalah sebesar 50,89, kedua dengan proses *degumming* H_3PO_4 1,2% adalah sebesar 50,96 dan ketiga dengan proses *degumming* H_3PO_4 1,3% adalah sebesar

51,02. Nilai dari ketiga sampel hanya biodiesel dari minyak biji buah bintaro metode katalis dengan proses *degumming* H_3PO_4 1,3% telah memenuhi standar angka setana SNI Direktur Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi 2019 yang memiliki batasan minimal sebesar 51°C.

Dari hasil analisis jumlah penambahan volume H_3PO_4 dalam proses *degumming* yang semakin banyak pada sampel berpengaruh nyata menaikkan angka setana yang telah memenuhi kualitas batasan minimal standar biodiesel namun apabila kadarnya mendekati 1% justru menurunkannya. Angka setana tertinggi atau terbaik dicapai oleh *degumming* H_3PO_4 1,3%sebesar 51,02. Semakin tinggi angka setana dari bahan bakar tersebut, maka semakin cepat terbakar setelah diinjeksikan ke dalam ruang bakar.

Data tersebut dibuat menjadi grafik sebagai berikut:



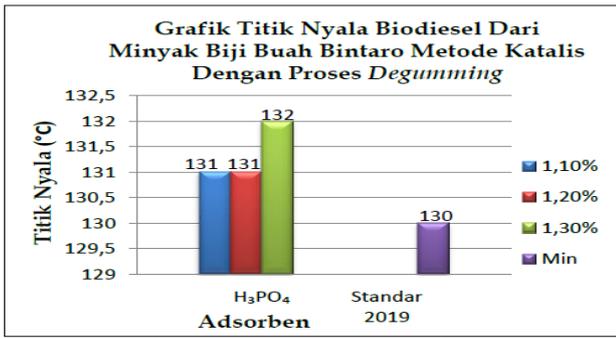
Gambar 6. Grafik Angka Setana

- Titik Nyala

Berdasarkan tabel 3 dapat diketahui bahwa titik nyala dari ketiga sampel biodiesel diperoleh hasil masing-masing yaitu yang pertama dengan proses *degumming* H_3PO_4 1,1% adalah sebesar 131°C, kedua dengan proses *degumming* H_3PO_4 1,2% adalah sebesar 131°C dan ketiga dengan proses *degumming* H_3PO_4 1,3% adalah sebesar 132°C. Nilai dari ketiga sampel biodiesel dari minyak biji buah bintaro metode katalis dengan proses *degumming* telah memenuhi standar titik nyala SNI Direktur Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi 2019 yang memiliki batasan minimal sebesar 130°C.

Dari hasil analisis jumlah penambahan volume H_3PO_4 dalam proses *degumming* yang semakin banyak pada sampel berpengaruh nyata menaikkan titik nyala yang telah memenuhi kualitas batasan minimal standar biodiesel. Titik nyala tertinggi atau terbaik dicapai dengan *degumming* H_3PO_4 1,3% sebesar 132°C. Itu berarti, biodiesel dari minyak biji buah bintaro ini aman untuk penyimpanannya karena tidak mudah terbakar.

Data tersebut dibuat menjadi grafik sebagai berikut:



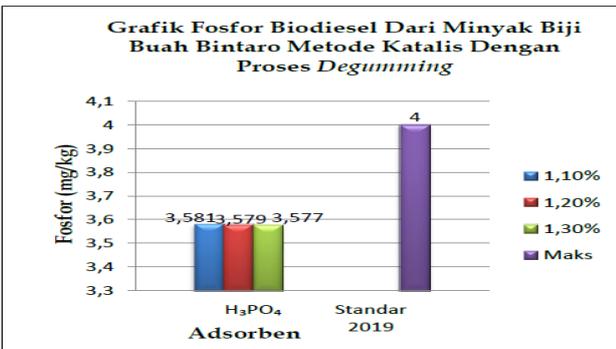
Gambar 8. Grafik Titik Nyala

- Fosfor

Berdasarkan tabel 3 dapat diketahui bahwa fosfor dari ketiga sampel biodiesel diperoleh hasil masing-masing yaitu yang pertama dengan proses *degumming* H₃PO₄ 1,1% adalah sebesar 3,581mg/kg, kedua dengan proses *degumming* H₃PO₄ 1,2% adalah sebesar 3,579mg/kg dan ketiga dengan proses *degumming* H₃PO₄ 1,3% adalah sebesar 3,577mg/kg. Nilai dari ketiga sampel biodiesel dari minyak biji buah bintaro metode katalis dengan proses *degumming* telah memenuhi standar fosfor SNI Direktur Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi 2019 yang memiliki batasan maksimal sebesar 4mg/kg.

Dari hasil analisis jumlah penambahan volume H₃PO₄ dalam proses *degumming* yang semakin banyak pada sampel berpengaruh nyata menurunkan fosfor yang telah memenuhi kualitas batasan maksimal standar biodiesel. Fosfor terendah atau terbaik dicapai dengan *degumming* H₃PO₄ 1,3% sebesar 3,577mg/kg. Hal ini sangat baik karena kandungan fosfor yang rendah berarti semakin mengurangi residu karbon pada biodiesel.

Data tersebut dibuat menjadi grafik sebagai berikut:



Gambar 9. Grafik Fosfor Biodiesel

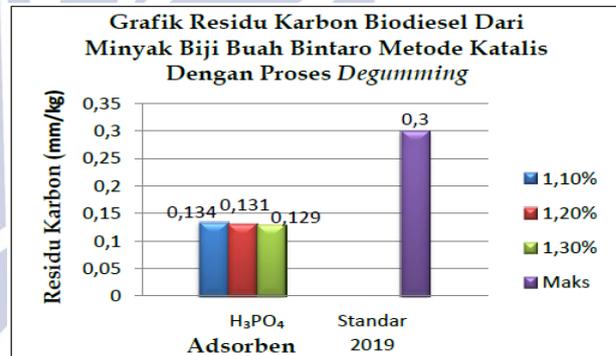
- Residu Karbon

Berdasarkan tabel 3 dapat diketahui bahwa residu karbon dari ketiga sampel biodiesel diperoleh hasil

masing-masing yaitu yang pertama dengan proses *degumming* H₃PO₄ 1,1% adalah sebesar 0,134% massa, kedua dengan proses *degumming* H₃PO₄ 1,2% adalah sebesar 0,131% massa dan ketiga dengan proses *degumming* H₃PO₄ 1,3% adalah sebesar 0,129% massa. Nilai dari ketiga sampel biodiesel dari minyak biji buah bintaro metode katalis dengan proses *degumming* telah memenuhi standar residu karbon SNI Direktur Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi 2019 yang memiliki batasan maksimal yaitu 0,30% (dalam 10% ampas distilasi).

Dari hasil analisis jumlah penambahan volume H₃PO₄ dalam proses *degumming* yang semakin banyak pada sampel berpengaruh nyata menurunkan residu karbon yang telah memenuhi kualitas batasan maksimal standar biodiesel. Residu karbon terendah atau terbaik dicapai dengan *degumming* H₃PO₄ 1,3% sebesar 3,577mg/kg. Ini sangat baik, karena residu karbon yang dibawah standar maksimal biodiesel meminimalisir adanya kerak dalam ruang bakar.

Data tersebut dibuat menjadi grafik sebagai berikut:



Gambar 10. Grafik Residu Karbon Biodiesel

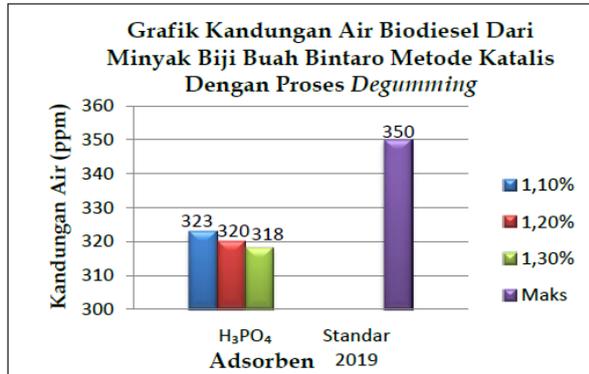
- Kandungan Air

Berdasarkan tabel 3 dapat diketahui bahwa kandungan air dari ketiga sampel biodiesel diperoleh hasil masing-masing yaitu yang pertama dengan proses *degumming* H₃PO₄ 1,1% adalah sebesar 323ppm, kedua dengan proses *degumming* H₃PO₄ 1,2% adalah sebesar 320ppm dan ketiga dengan proses *degumming* H₃PO₄ 1,3% adalah sebesar 318ppm. Nilai dari ketiga sampel biodiesel dari minyak biji buah bintaro metode katalis dengan proses *degumming* telah memenuhi standar kandungan air SNI Direktur Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi 2019 yang memiliki batasan maksimal sebesar 350ppm.

Dari hasil analisis jumlah penambahan volume H₃PO₄ dalam proses *degumming* yang semakin banyak pada sampel berpengaruh nyata menurunkan kadar air yang

telah memenuhi kualitas batasan maksimal standar biodiesel. Kandungan air terendah atau terbaik dicapai dengan *degumming* H_3PO_4 1,3% sebesar 318ppm. Analisa penurunan kadar air karena penguapan air yang terjadi selama pemanasan setelah dilakukan pencucian.

Data tersebut dibuat menjadi grafik sebagai berikut:



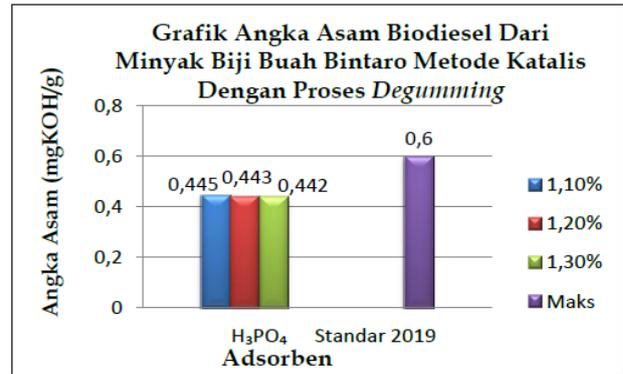
Gambar 11. Grafik Kandungan Air Biodiesel

- Angka Asam

Berdasarkan tabel 3 dapat diketahui bahwa angka asam dari ketiga sampel biodiesel diperoleh hasil masing-masing yaitu yang pertama dengan proses *degumming* H_3PO_4 1,1% adalah sebesar 0,445mgKOH/g, kedua dengan proses *degumming* H_3PO_4 1,2% adalah sebesar 0,443mgKOH/g dan ketiga dengan proses *degumming* H_3PO_4 1,3% adalah sebesar 0,442mgKOH/g. Nilai dari ketiga sampel biodiesel dari minyak biji buah bintaro metode katalis dengan proses *degumming* telah memenuhi standar angka asam SNI Direktur Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi 2019 yang memiliki batasan sebesar 0,8mgKOH/g.

Dari hasil analisis jumlah penambahan volume H_3PO_4 dalam proses *degumming* yang semakin banyak pada sampel berpengaruh nyata menurunkan menurunkan angka asam yang telah memenuhi kualitas batasan maksimal standar biodiesel. Angka terendah atau terbaik dicapai dengan *degumming* H_3PO_4 1,3% sebesar 0,442mgKOH/g. Analisis lainnya, pada biodiesel telah jadi dilakukan penutupan dengan benar yang meminimalisir terjadinya oksidasi apabila tutup tidak rapat yang bisa memicu nilai angka asam naik. Peran proses esterifikasi menurunkan FFA juga bisa berpengaruh merendahkan nilai angka asam.

Data tersebut dibuat menjadi grafik sebagai berikut:



Gambar 12. Grafik Angka Asam Biodiesel

- Analisa T Test

Analisa menggunakan metode T Test harus memiliki hipotesa sebelum dapat menarik sebuah kesimpulan, hipotesa yang diajukan sebagai berikut :

- Ho = Adanya pengaruh yang signifikan dari perbedaan volume H_3PO_4 terhadap kualitas Biodiesel yang dihasilkan sesuai standar
- Ha = Tidak adanya pengaruh yang signifikan dari perbedaan volume H_3PO_4 terhadap kualitas Biodiesel yang dihasilkan sesuai standar

Hasil pengujian T Test telah dilakukan dan hasil pengujian dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	1080,019	1401,069		,771	,447	
	VOLUME	2,817	648,569	,001	,004	,997	1,000

a. Dependent Variable: HASIL

Gambar 13. Pengujian T Test Hasil Kualitas Biodiesel

Dasar pengambilan keputusan T Test adalah dari nilai t hitung dan t tabel, jika t hitung > dari t tabel maka Ho diterima dan Ha ditolak, jika t hitung < dari t tabel maka Ho ditolak dan Ha diterima.

Untuk mencari nilai T tabel dari data penelitian dilakukan perhitungan sebagai berikut:

- Tingkat kepercayaan penelitian, $\alpha = 0,05$
- Jumlah data seluruh data hasil pengujian, $n = 30$
- Jumlah variabel penelitian (pengaruh penggunaan volume H_3PO_4), $n = 1$

$$\begin{aligned} \text{T Tabel} &= \left(\frac{\alpha}{2}; (n - k - 1) \right) \\ &= \left(\frac{0,05}{2}; (30 - 1 - 1) \right) \\ &= (0,025; 28) \end{aligned}$$

Setelah itu dilakukan pengecekan pada T tabel dengan α 0,025 pada df 28 didapatkan nilai 2,048. Berdasarkan uraian diatas, nilai t hitung adalah 0.004 dan dapat disimpulkan T hitung < dari T tabel yang berarti H_0 ditolak dan H_a diterima, dengan demikian tidak ada pengaruh yang signifikan dari variasi penggunaan volume H_3PO_4 terhadap kualitas Biodiesel yang dihasilkan sesuai standar.

PENUTUP

Simpulan

Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Tidak ada pengaruh yang signifikan pada penggunaan persentase volume H_3PO_4 dalam proses *degumming* terhadap hasil pengujian kualitas biodiesel namun secara keseluruhan telah memenuhi standar SK Dirjen EBTKE Nomor: 189 K/10/DJE/2019. Hanya parameter angka setana dari *degumming* volume H_3PO_4 1,1% dan 1,2% yang tidak memenuhi standar SK Dirjen EBTKE Nomor: 189 K/10/DJE/2019.
- Persentase *Yield* yang dihasilkan biodiesel dari minyak biji buah bintaro metode katalis adalah sebagai berikut: 1) *Degumming* menggunakan H_3PO_4 1,1% memiliki *yield* sebesar 70,13%. 2) *Degumming* menggunakan H_3PO_4 1,2% memiliki *yield* sebesar 73,15%. 3) *Degumming* menggunakan H_3PO_4 1,3% memiliki *yield* sebesar 77,84%. Atas hasil tersebut, *yield* tertinggi diraih oleh *degumming* menggunakan H_3PO_4 1,3%.

Saran

Dari penelitian ini, diberikan saran sebagai berikut:

- Disarankan peneliti selanjutnya melakukan variasi serta kadar adsorben lain untuk proses *degumming* dan katalis lain sehingga lebih maksimal meningkatkan kualitas biodiesel dari minyak biji buah bintaro.
- Disarankan peneliti selanjutnya untuk melakukan pengepresan biji menggunakan mesin *screw press* agar menghasilkan pengepresan rendemen minyak mentah lebih maksimal sebagai bahan baku biodiesel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Haryono, dkk., 2019. *Limbah Cair Industri Minyak Goreng Sawit Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel*. 4(1). Hal 36-48.
- [2]Hendra, Djani, dkk. 2016. *Karakteristik Biodiesel Biji Bintaro Dengan Proses Modifikasi*. 34 (1). Hal. 11-21
- [3]Dirjen EBTKE. 2019. *SK Dirjen EBTKE 2019 Tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Nabati (biofuel) Jenis Biodiesel Yang Akan Dipasarkan Di Dalam Negeri*. Jakarta Pusat: Kementerian ESDM.
- [4]Mawardati, Efri, dkk. 2019. *Produksi Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit Kasar Off Grade Dengan Variasi Pengaruh Asam Sulfat Pada Proses Esterifikasi Terhadap Mutu Biodiesel Yang Dihasilkan*.1(3). Hal. 46-60.
- [5]Pasae, Yoel, dkk. 2019. *Produksi Biodiesel Dari Minyak Jelantah Menggunakan Proses Reactive Separation*. 14 (3). Hal. 596-599.
- UNESA. 2000. *Pedoman Penulisan Artikel Jurnal*, Surabaya: Lembaga Penelitian Universitas Negeri Surabaya