

Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas Menjadi Biodiesel Dengan Arang Aktif Kulit Pisang Kepok Sebagai Adsorben yang Diaktivasi Menggunakan NaOH

Irma Andrianti¹, Supriyadi²

¹Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Migas
Email: andrianti.irma@gmail.com

² Teknik Perminyakan, Sekolah Tinggi Teknologi Migas
Email: suryadi.otomotiv@gmail.com

Abstract

Processing used cooking oil into biodiesel is one alternative that needs to be studied in the utilization of used cooking oil so that it does not become waste. In making biodiesel from used cooking oil, the quality of cooking oil with an acid number of less than 1% is required. One way to reduce the acid number is by adsorbing process using activated charcoal. The purpose of this study is to determine the effect of adsorbing used cooking oil using kepok banana peel on the manufacture of biodiesel from used cooking oil, and to determine the characteristics of biodiesel, namely acid number, flash point, density, viscosity and free glycerol from biodiesel produced with used cooking oil base material made by transesterification process with activated charcoal adsorption process of kapok banana peel first. The utilization of used cooking oil as a base material to make biodiesel was successfully carried out. The used cooking oil that will be utilized as the base material for biodiesel was previously pre-treated in the form of an adsorption process using activated charcoal of kapok banana peel. The longer the time used for adsorbing used cooking oil using activated charcoal, the better the results. The best biodiesel characteristics from this study were obtained from the adsorption process for 2 hours with a flash point of 162 ° C, acid number 2.288 mg KOH/gram, density 830 kg/m³ and viscosity 6.76 cSt

Keywords: Biodiesel, adsorbs, activated charcoal, used cooking oil

Abstrak

Pengolahan minyak goreng bekas menjadi biodiesel merupakan salah satu alternatif yang perlu dikaji dalam pemanfaatan minyak goreng bekas agar tidak menjadi limbah. Dalam pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas, diperlukan kualitas minyak goreng dengan angka asam kurang dari 1%. Salah satu cara untuk menurunkan angka asam adalah dengan proses adsorpsi menggunakan arang aktif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh adsorpsi minyak jelantah dengan menggunakan kulit pisang kepok pada pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas, dan untuk mengetahui karakteristik biodiesel yaitu angka asam, titik nyala, massa jenis, viskositas dan gliserol bebas dari biodiesel yang dihasilkan dengan bahan dasar minyak goreng bekas yang dibuat dengan proses transesterifikasi dengan proses adsorpsi

Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas Menjadi Biodiesel Dengan Arang Aktif Kulit Pisang Kepok Sebagai Adsorben yang Diaktivasi Menggunakan NaOH

Jurnal Teknosains
Kodepena
Pp 51-59



arang aktif kulit pisang kapok terlebih dahulu. Pemanfaatan minyak goreng bekas sebagai bahan dasar untuk membuat biodiesel berhasil dilakukan. Minyak goreng bekas yang akan dimanfaatkan sebagai bahan dasar biodiesel sebelumnya dilakuka *pra - treatment* berupa proses adsorpsi menggunakan arang aktif kulit pisang kapok. Semakin lama waktu yang digunakan untuk proses adsorpsi minyak goreng bekas menggunakan arang aktif akan semakin baik hasilnya. Karakteristik biodiesel yang terbaik dari penelitian ini di dapatkan dari proses adsorpsi selama 2 jam dengan titik nyala 162°C, angka asam 2,288 mg KOH/gram, massa jenis 830 kg/m³ dan viskositas 6,76 cSt.

Keywords: Biodiesel, adsorpsi, arang aktif, penggunaan minyak goreng

1. PENDAHULUAN

Pengolahan minyak goreng bekas menjadi biodiesel merupakan salah satu alternatif yang perlu dikaji dalam pemanfaatan minyak goreng bekas agar tidak menjadi limbah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh adsorpsi minyak jelantah dengan menggunakan kulit pisang kepok pada pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas, dan untuk mengetahui karakteristik biodiesel yaitu angka asam, titik nyala, massa jenis, viskositas dan gliserol bebas dari biodiesel yang dihasilkan dengan bahan dasar minyak goreng bekas yang dibuat dengan proses transesterifikasi dengan proses adsorpsi arang aktif kulit pisang kapok terlebih dahulu

Berbagai penelitian telah dilakukan sebelumnya tentang pembuatan biodiesel sebagai energi terbarukan. Pada tahun 2011 Sri Wahyuni, dkk. meneliti tentang variasi rasio minyak goreng bekas dengan methanol serta perbandingan katalis KOH dan NaOH untuk proses transesterifikasi. Selain itu juga Erni Dwi Cahyati pada tahun 2017 meneliti tentang pembuatan biodiesel menggunakan minyak goreng bekas menggunakan katalis KOH dengan variasi pada konsentrasi katalis KOH. Pada tahun 2018, Winny Anndalia, dkk juga melakukan penelitian tentang pembuatan biodiesel menggunakan katalis KOH dengan variasi pada jumlah volume methanol yang digunakan. Selain menggunakan katalis KOH, pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas juga dapat menggunakan katalis NaOH seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Joni Prasetyo pada tahun 2018. Dalam penelitiannya menggunakan katalis NaOH dengan konsentrasi 2 M.

Dalam pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas, diperlukan kualitas minyak goreng dengan angka asam kurang dari 1%. Salah satu cara untuk menurunkan angka asam adalah dengan proses adsorpsi menggunakan arang aktif. Mirsa (2013) melakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai karbon aktif. Dalam penelitiannya menyatakan bahwa karbon aktif dari limbah kulit pisang memiliki daya adsorpsi yang lebih maksimal dengan bahan baku yang ekonomis. Selain itu juga Yustinah, dkk (2015) melakukan sebuah penelitian yang menggunakan kulit pisang sebagai adsorben untuk pemurnian minyak goreng bekas. Dalam penelitiannya diketahui adsorpsi menggunakan arang aktif kulit pisang dapat menurunkan kadar asam lemak bebas, penurunan angka peroksida dan perubahan warna minyak goreng bekas. Agus Krismaya, dkk (2016) juga meneliti tentang penggunaan kolom adsorpsi arang aktif yang dilengkapi pemanas untuk menjernihkan minyak goreng bekas. Pada penelitiannya diketahui bahwa semakin kecil ukuran adsorben pada proses adsorpsi akan menghasilkan hasil yang lebih baik..

Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas Menjadi Biodiesel Dengan Arang Aktif Kulit Pisang Kepok Sebagai Adsorben yang Diaktivasi Menggunakan NaOH

Berdasarkan pembahasan diatas, pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas masih terus dilakukan untuk menemukan kondisi biodiesel yang sesuai dengan standar mutu biodiesel.

2. METODE PENELITIAN

Prosedur Penelitian

Proses pembuatan biodiesel ini melalui beberapa tahapan yaitu dimulai dengan membuat arang aktif dari kulit pisang kepok, kemudian mencampurkan sampel minyak goreng bekas lalu diaduk sehingga homogen, kemudian dilakukan penjernihan minyak menggunakan adsorben arang aktif kulit pisang kepok, proses transesterifikasi, dan pengukuran karakteristik biodiesel yang dihasilkan.

Pembuatan Arang Aktif

Untuk membuat arang aktif dari kulit pisang kepok hal pertama yang dilakukan adalah memotong limbah kulit pisang kepok hingga berukuran kecil – kecil dan kemudian dikeringkan dengan sinar matahari selama 1 hari. Selanjutnya kulit pisang kepok dikarbonisasi menggunakan oven dengan suhu pembakaran 400°C selama 10 menit hingga menjadi arang. Arang kulit pisang kepok yang telah jadi kemudian diaktivasi dengan NaOH 1 N dengan cara direndam dalam larutan NaOH selama 12 jam. Selanjutnya arang aktif disaring dan dicuci dengan aquadest sampai air cucian memiliki pH netral.

Penjernihan Metode Absorpsi

Proses penjernihan minyak goreng bekas adalah dengan memanaskan minyak goreng bekas sebanyak 500 ml dengan suhu 110°C. Kemudian menambahkan adsorben arang aktif kulit pisang sebanyak 25 gram dan diaduk dengan kecepatan 100 rpm selama variasi waktu 1 jam; 1,5 jam; dan 2 jam. Selanjutnya minyak goreng bekas disaring untuk memisahkan minyak goreng bekas dari arang aktif.

Proses Transesterifikasi

Pada proses transesterifikasi, dimulai dengan memasukkan minyak goreng bekas sebanyak 400 ml kedalam gelas beaker 500 ml, kemudian dipanaskan dengan *magnetic stir* pada suhu 50 – 55°C dan diaduk dengan kecepatan 100 rpm. Kemudian membuat larutan metoksida menggunakan metanol 97% dan KOH. Perbandingan volum minyak goreng bekas dengan volume metanol adalah 4 : 1. Masukkan metanol sebanyak 100 ml kedalam gelas ukur 250 ml dan tambahkan KOH padat 1% dari berat minyak goreng bekas. Kemudian larutan metoksida campurkan pada minyak goreng bekas yang telah dipanaskan sebelumnya. Proses transesterifikasi ini dilakukan selama 1 jam.

Proses Pemisahan

Setelah melakukan proses transesterifikasi, matikan alat pemanas dan alat pengaduk kemudian diamkan selama 10 – 11 jam agar terjadi pemisahan biodiesel dengan gliserin. Pengendapan dapat dilihat dari adanya dua lapisan berbeda. Warna gelap yang berada dibawah merupakan gliserin, sedangkan warna terang dilapisan atas merupakan biodiesel.

Proses Pencucian Biodiesel

Biodiesel yang dihasilkan perlu dilakukan pencucian untuk memisahkan air dan reaktan yang tersisa dari reaksi. Pertama dengan memanaskan air sampai suhu 80°C. Kemudian mencampurkan hasil transesterifikasi dengan air yang telah dipanaskan dengan

perbandingan 1 : 1 dengan kecepatan pengadukan 650 rpm selama 30 menit. Kemudian mendinginkan hasil pencucian selama 24 jam hingga terbentuk 2 lapisan.

Pengukuran Karakteristik Minyak Biodiesel

a) Bilangan Asam

Biodiesel sebanyak 5 gram dimasukkan ke dalam Erlenmeyer dan ditambahkan alkohol 95% sebanyak 50 ml. Kemudian dipanaskan menggunakan magnetik stirr hingga terbentuk larutan homogen. Selanjutnya ditambahkan larutan indikator *phenoftalein* sebanyak 3 tetes, kemudian larutan dititrasi dengan larutan KOH 0,1 N sampai terbentuk warna merah jambu yang tidak berubah warna selama 30 detik (Nurhasawati dkk., 2015).

$$\text{Bilangan Asam} = \frac{\text{ml KOH} \times \text{N KOH} \times 56.1}{\text{Massa Sampel}}$$

b) Pengukuran Massa Jenis (Densitas)

Pengukuran massa jenis diukur dengan menggunakan piknometer 10 ml. Langkah pertama yang dilakukan adalah piknometer kosong ditimbang menggunakan timbangan analitik. Kemudian minyak biodiesel di masukkan ke dalam piknometer sebanyak 10 ml dan ditimbang lagi. Dicatat berat piknometer kosong dan berat piknometer dengan minyak biodiesel.

$$p = \frac{(\text{Berat Piknometer} + \text{minyak}) - (\text{Berat Piknometer kosong})}{10\text{ml}}$$

a) Massa Jenis Biodiesel

Tabel 1. Perhitungan massa jenis sampel biodiesel

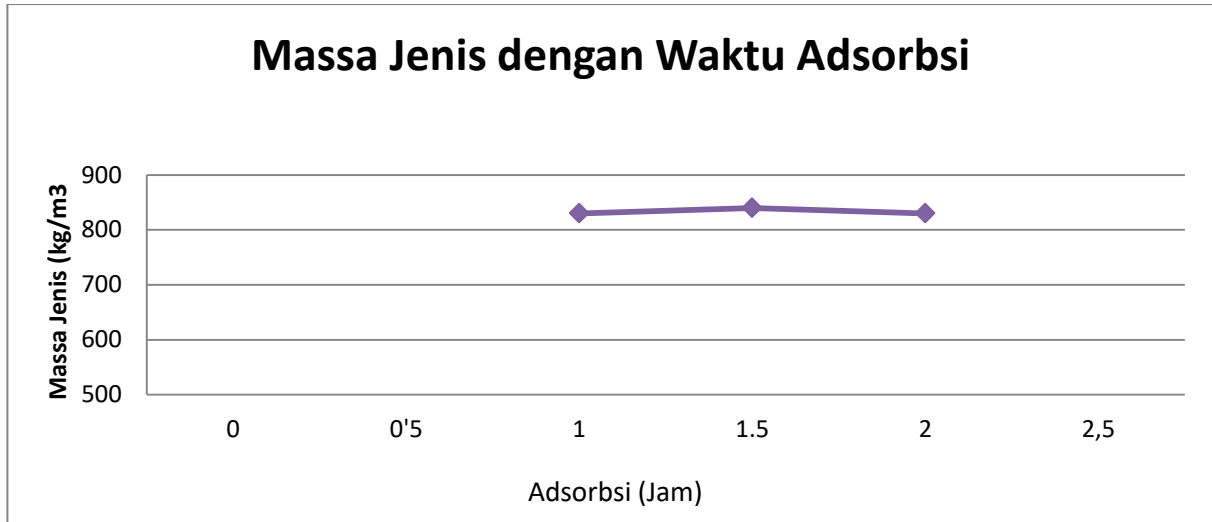
Sampel biodiesel	Berat piknometer + minyak (gram)	Berat piknometer kosong (gram)	Volume piknometer (ml)	Densitas Biodiesel		Standar Mutu kg/m ³
				gram/ml	kg/m ³	
1	23,5	15,2	10	0,83	830	850 - 890
2	23,6	15,2	10	0,84	840	
3	23,5	15,2	10	0,83	830	

Pada Tabel 1. didapatkan nilai massa jenis biodiesel pada variasi waktu adsorpsi 1 jam; 1,5 jam dan 2 jam. Nilai massa jenis biodiesel yang di dapatkan dari minyak goreng bekas yang di adsorpsi selama 1 jam adalah 830 kg/m³. Sedangkan massa jenis biodiesel dari minyak goreng bekas yang di adsorpsi selama 1,5 jam adalah 840 kg/m³. Dan massa jenis biodiesel yang dibuat dari minyak goreng bekas yang di adsorpsi selama 2 jam adalah 830 kg/m³. Massa jenis yang sesuai untuk biodiesel sebagai bahan bakar nabati yang akan dipasarkan dalam negeri adalah 850 - 890 kg/m³. Dari hasil yang diperoleh, diketahui

Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas Menjadi Biodiesel Dengan Arang Aktif Kulit Pisang Kepok Sebagai Adsorben yang Diaktivasi Menggunakan NaOH

bahwa massa jenis biodiesel yang dihasilkan masih belum memenuhi massa jenis standar biodiesel yang ada.

Pengaruh Variasi Waktu Adsorpsi Terhadap Massa Jenis Biodiesel



Grafik 1. Pengaruh waktu adsorpsi terhadap massa jenis biodiesel

Grafik 1. dapat dilihat bahwa massa jenis biodiesel yang dihasilkan dari minyak goreng bekas yang di adsorpsi dengan variasi waktu yang ada tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

b) Titik Nyala (*Flash Point*)

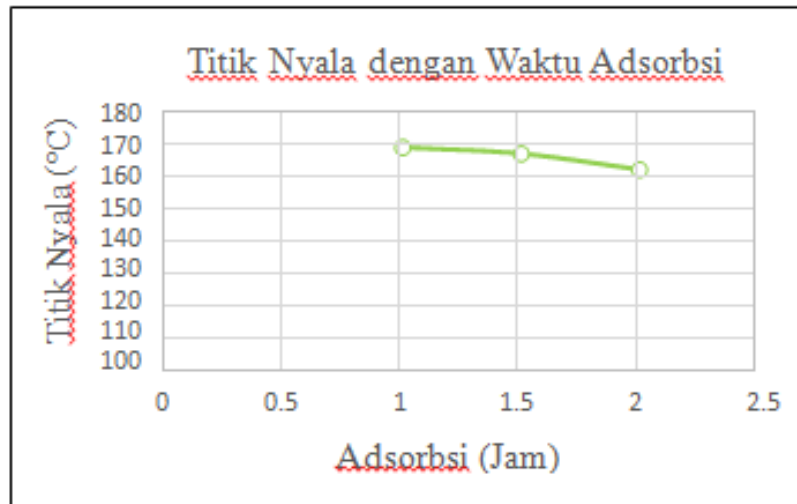
Pengujian titik nyala (*flash point*) menggunakan flash point tester dengan tutup terbuka (*open cup method*) sesuai dengan ASTM D92.

Tabel 2. Hasil Pengujian Titik Nyala (*Flash Point*).

Sampel biodiesel	Suhu (°C)	Standar Mutu Biodiesel Minimum (°C)
1	169	130
2	167	
3	162	

Pada Tabel 2 dapat dilihat hasil dari pengujian titik nyala biodiesel yang dihasilkan dari penelitian ini. Titik nyala biodiesel yang di dahasilkan dari minyak goreng bekas dengan proses adsorpsi selama 1 jam adalah 169°C. Sedangkan, titik nyala biodiesel dari minyak goreng bekas dengan adsorpsi 1,5 jam adalah 167°C. Kemudian, titik nyala biodiesel dari minyak goreng bekas dengan adsorpsi 2 jam adalah 162°C. Sesuai dengan standar mutu biodiesel untuk parameter titik nyala adalah minimal 130°C yang berarti titik nyala biodiesel yang dihasilkan sudah sesuai dengan standar mutu biodiesel

Pengaruh Variasi Waktu Adsorpsi Terhadap Titik Nyala Biodiesel



Grafik 2. Pengaruh waktu adsorpsi terhadap titik nyala (*flash point*) biodiesel

Grafik 2 dapat dilihat bahwa proses adsorpsi 1 jam menghasilkan biodiesel dengan titik nyala yang lebih tinggi dari biodiesel dengan adsorpsi minyak goreng bekas selama 1,5 jam dan biodiesel dari adsorpsi minyak goreng bekas selama 1,5 jam memiliki titik nyala lebih tinggi dari biodiesel adsorpsi minyak goreng bekas selama 2 jam.

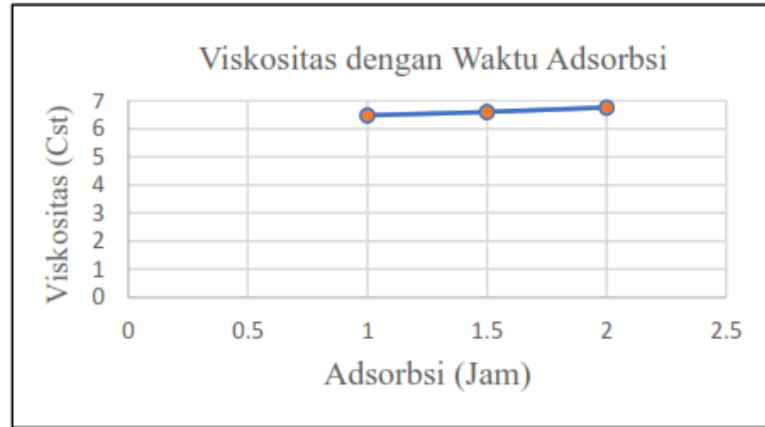
Titik nyala atau *flash point* adalah nilai yang menyatakan suhu terendah dari bahan bakar minyak untuk bisa menyala jika terkena nyala api (Prasetyo, 2017). Semakin rendah titik nyala, maka bahan bakar akan semakin mudah terbakar. Dan sebaliknya, apabila titik nyala semakin tinggi, maka bahan bakar akan semakin sulit untuk terbakar. Titik nyala bahan bakar yang tinggi lebih mudah dalam penyimpanan bahan bakarnya karena tidak mudah terbakar. Titik nyala yang rendah memerlukan perhatian khusus dalam penyimpanannya.

c) Viskositas (*Viscosity*)

Pengujian viskositas dilakukan sesuai dengan SNI 7182:2015 yaitu dengan menggunakan ASTM D 445 *Kinematic Viscosity Tester*. Nilai viskositas kinematik untuk biodiesel dari minyak goreng bekas yang di adsorpsi selama 1 jam adalah 6,48 cSt. Sedangkan viskositas kinematik biodiesel dari minyak goreng bekas dengan adsorpsi selama 1,5 jam adalah 6,60 cSt. Dan biodiesel dari minyak jelantah yang di adsorpsi selama 2 jam adalah 6,76 cSt. Dari semua pengujian yang dilakukan, viskositas kinematik biodiesel dari minyak jelantah masih terlalu tinggi dari viskositas kinematik standar mutu biodiesel yaitu, 2,3– 6.0 cSt.

Pengaruh Variasi Waktu Adsorpsi Terhadap Viskositas Biodiesel

Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas Menjadi Biodiesel Dengan Arang Aktif Kulit Pisang Kepok Sebagai Adsorben yang Diaktivasi Menggunakan NaOH



Grafik 3. Pengaruh waktu adsorpsi terhadap viskositas (*viscosity*) biodiesel

Grafik 3. dapat dilihat hubungan antara lamanya waktu adsorpsi dengan viskositas kinematik bahwa semakin lama proses adsorpsi pada minyak goreng bekas kemudian di jadikan biodiesel, maka viskositasnya akan semakin tinggi.

d) Angka Asam

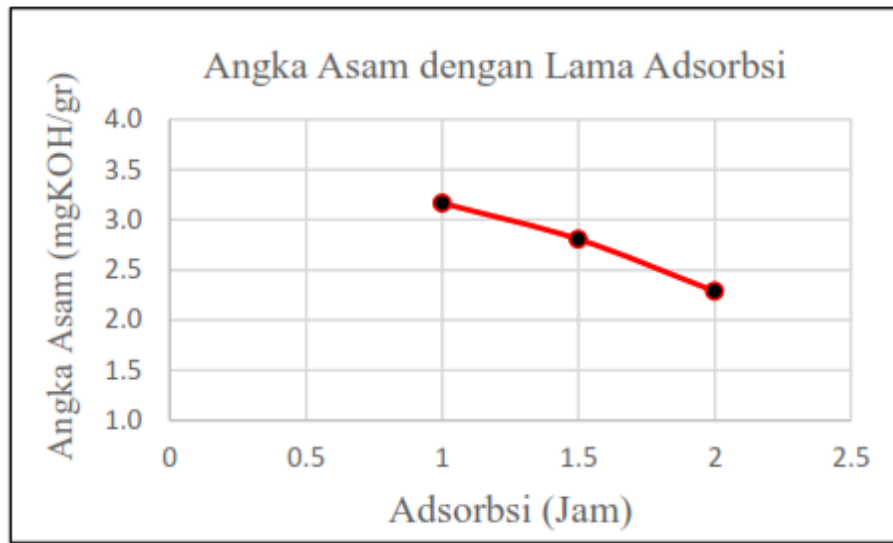
Pengujian angka asam dilakukan dengan cara titrasi menggunakan KOH 0,1 N. Setelah dilakukan pengujian di dapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian angka asam

Sampel Biodiesel	Volume Titran (ml)	Massa Sampel (gr)	Angka Asam (mgKOH/gr)	Standar Mutu Biodiesel (mgKOH/gr)
1	2,82	5	3,164	0,4
2	2,50	5	2,805	
3	2,04	5	2,288	

Angka asam menunjukkan adanya asam lemak bebas dalam biodiesel. Adanya asam lemak bebas dalam biodiesel dapat mengakibatkan terbentuknya abu dalam proses pembakaran (Sapril. 2019). Dari Tabel 4. diketahui nilai angka asam biodiesel yang dihasilkan dari adsorpsi minyak jelantah selama 1 jam adalah 1,3464 mgKOH/gr. Sedangkan angka asam untuk biodiesel dari adsorpsi minyak goreng bekas selama 1,5 jam adalah 1,8625 mgKOH/gr dan angka asam biodiesel dari minyak goreng bekas dengan adsorpsi 2 jam adalah 2,0196 mgKOH/gr. Nilai angka asam yang sesuai dengan standar mutu biodiesel adalah 0,4 mgKOH/gr. Dengan demikian nilai angka asam dari biodiesel yang dihasilkan masih terlalu tinggi.

Pengaruh Variasi Waktu Adsorpsi Terhadap Angka Asam Biodiesel



Grafik 4. Pengaruh waktu adsorpsi terhadap angka asam (*acid number*) biodiesel

Grafik 4. dapat dilihat bahwa angka asam biodiesel yang dihasilkan dari minyak goreng bekas yang diadsorpsi selama 1 jam memiliki angka asam yang paling tinggi. Dan sebaliknya, biodiesel dari minyak goreng bekas dengan adsorpsi selama 2 jam memiliki nilai angka asam yang paling rendah. Oleh karena itu, nilai angka asam akan semakin berkurang dengan melakukan adsorpsi pada minyak goreng bekas dengan waktu yang lebih lama.

4. PENUTUP

Kesimpulan

- 1) Pemanfaatan minyak goreng bekas sebagai bahan dasar untuk membuat biodiesel berhasil dilakukan. Minyak goreng bekas yang akan dimanfaatkan sebagai bahan dasar biodiesel sebelumnya dilakuka *pra - treatment* berupa proses adsorpsi menggunakan arang aktif kulit pisang kapok. Semakin lama waktu yang digunakan untuk proses adsorpsi minyak goreng bekas menggunakan arang aktif akan semakin baik hasilnya.
- 2) Karakteristik biodiesel yang terbaik dari penelitian ini di dapatkan dari proses adsorpsi selama 2 jam dengan titik nyala 162°C, angka asam 2,288 mg KOH/gram, massa jenis 830 kg/m³ dan viskositas 6,76 cSt.

Saran

Untuk proses adsorpsi menggunakan arang aktif kulit pisang perlu tambah rentan waktu yang lebih banyak untuk mendapatkan hasil yang lebih optimum dan pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas perlu di tambahkan variabel lebih banyak untuk mengetahui kondisi yang sesuai untuk pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Adinata, Mirsa Restu. 2013. Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Sebagai Karbon Aktif : Jurnal Tenik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran". Surabaya.
- Andalia, Winny. Pratiwi, Irnanda. 2018. Kinerja Katalis NaOH dan KOH Ditinjau Dari Kualitas Produk Biodiesel Yang Dihasilkan Dari Minyak Goreng Bekas: Jurnal Tekno Global Vol. 7 No. 2. Palembang.
- Ari Wibowo, dkk. 2019. Pengembangan Standar Biodiesel B20 Mendukung Implementasi Diversifikasi Energi Nasional. Jakarta : Jurnal Pusat Penelitian dan Pengembangan Standarisasi, Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Pusat Statistik Balikpapan. 2018. Kota Balikpapan Dalam Angka: Katalog No.1102001.6471. Balikpapan.
- Dwi Cahyati, Erni. dkk. 2017. Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas Dengan Proses Transeseterifikasi Menggunakan Katalis KOH: Jurnal Teknik Kimia, Istitut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Dwiastuti, Inne. (2008). Analisis Manajemen Strategi Alternatif Studi Kasus Biofuel.
- Harianja, E., 2010. Pra Rancangan Pabrik Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Kapasitas 15.000 ton/tahun. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Jurnal Ekonomi dan Pembangunan. Pusat Penelitian Ekonomi. LIPI
- Kementerian Energi Sumber Daya Mineral. (2016). Program strategis EBTKE dan ketenagalistrikan. Jurnal energi edisi 2 tahun 2016, hal. 16.
- Krismaya, Agus, dkk. 2016. Adsorpsi Pengotor Dalam Minyak Jelantah Menggunakan Kolom Adsorpsi yang Dilengkapi Elemen Pemanas: Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Listiadi, A. P. dan I M. B. Putra. 2013. Intensifikasi Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Metode Transesterifikasi dan Pemurnian Dry Washing. Skripsi. Universitas Sultan Agung Tirtayasa. Banten.
- Marchetti J. M., dan Errazu A. F. (2008), Esterification of Free Fatty Acids Using Sulfuric Acid as Catalyst in the Presence of Triglycerides. Journal of Biomass Bioenergy., 32,892-895.
- Nurhasnawati, H., Supriningrum, R., & Caesariana, N. (2015). Penetapan Kadar Asam Lemak Bebas dan Bilangan Peroksida pada Minyak Goreng yang Digunakan Pedagang Gorengan di JL. A.W Sjahrani Samarinda. Jurnal Ilmiah Manuntung, 25-30
- Prasetyo, Joni. 2018. Studi Pemanfaatan Minyak Jelantah Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel: Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM, Vol. 2, No. 2. Tangerang Selatan.

- Siti, Mualifah, 2009, Penentuan Angka Asam Thiobarbiturat Dan Angka Peroksida Pada Minyak Goreng Bekas Hasil Pemurnian Dengan Karbon Aktif Dari Biji Kelor (*Moringa Oleifera*, Lamk), Malang: Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
- Wahyuni, Sri. dkk. 2011. Sintesis Biodiesel Dari Minyak Jelantah Sebagai Sumber Energi Alternatif Solar: Jurnal Teknik Kimia, Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Yanni, Kussuryani dan Anwar Chairil. (2009). Bahan bakar nabati “biodiesel” dan jaminan mutu. Lembaran Publikasi LEMIGAS Vol.43 no.3, hal. 247-255.
- Yuliana. 2005. Pengurangan Adsorben Untuk Mengurangi Kadar Free Fatty Acid, Peroxide value Dan Warna Minyak Goreng Bekas. Surabaya : Jurnal Teknik Kimia Universitas Widya Mandala.