



Penggunaan Adsorben Bentonit pada Proses Pencucian Kering dalam Pemurnian Biodiesel Minyak Jelantah

The Using of Bentonite Adsorbent in the Dry Washing Process in the Refining Used Cooking Oil Biodiesel

Hijrah Amaliah Azis^{*1}, Mariaulfa Mustam¹, Nurfika Ramdani¹, Ida Ifdaliah Amin¹, Nurmala Sari², Geraldys Gregorius³

¹Program Studi Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Teknologi Sulawesi, Makassar, 90221, Indonesia

²Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Megarezky, Makassar, 90234, Indonesia

³PT. Lestari Smelter Indonesia, Morowali, Sulawesi Tengah, Indonesia

*Email: hijrah.amalia@utsmakassar.ac.id

Article history:

Diterima : 28 Maret 2023
Direvisi : 4 Juni 2023
Disetujui : 23 Agustus 2023
Mulai online : 28 September 2023

E-ISSN: 2337-4888

How to cite:

Hijrah Amaliah Azis, Mariaulfa Mustam, Nurfika Ramdani, Ida Ifdaliah Amin, Nurmala Sari, Geraldys Gregorius. (2023). Penggunaan Adsorben Bentonit pada Proses Pencucian Kering dalam Pemurnian Biodiesel Minyak Jelantah. Jurnal Teknik Kimia USU, 12(2), 108-115.

ABSTRAK

Biodiesel dapat dibuat dengan memanfaatkan minyak jelantah melalui proses kimia yaitu melalui reaksi transesterifikasi yakni mengubah minyak (trigliserida) menjadi asam lemak metil ester. Pencucian harus dilakukan guna menghilangkan sisa pengotor yang ada pada biodiesel. Metode *dry washing* yaitu pemurnian dengan memanfaatkan proses adsorpsi untuk menghilangkan zat pengotor dalam biodiesel kasar. Bentonit merupakan adsorben alternatif yang dapat digunakan sebagai *dry washing* pada proses pemurnian biodiesel karena lebih murah, melimpah di alam, dan mempunyai struktur berlapis dengan kemampuan mengembang. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui kemampuan bentonit yang diaktivasi dengan asam sebagai *dry washing agent* dalam pemurnian biodiesel. Metode pemurnian yang digunakan adalah metode proses pencucian kering dengan menggunakan adsorben bentonit. Pemberian adsorben bentonit sebanyak 6 gram dengan waktu kontak 3 jam adalah kondisi operasi terbaik menghasilkan biodiesel dengan pH 6 dan nilai kejernihan (persen transmisi) sebesar 96,7.

Kata kunci: biodiesel, minyak jelantah, bentonit, pencucian kering, adsorben

ABSTRACT

Biodiesel can be made by utilizing used cooking oil through a chemical process, namely through a transesterification reaction, namely changing the oil (triglycerides) into fatty acid methyl esters. Washing must be done to remove the remaining impurities in biodiesel. The dry washing method is purification by utilizing the adsorption process to remove impurities in crude biodiesel. Bentonite is an alternative adsorbent that can be used as dry washing in the biodiesel refining process because it is cheaper, abundant in nature, and has a layered structure with the ability to swell. The purpose of the study was to determine the ability of bentonite activated with acid as a dry washing agent in biodiesel purification. The research method used is the dry washing process method using bentonite adsorbents. The application of bentonite adsorbent as much as 6 grams with a contact time of 3 hours is the best operating condition to produce biodiesel with a pH of 6 and a clarity value of 96.7.

Keyword: biodiesel, cooking oil, bentonite, dry washing, adsorbent



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International.
<https://doi.org/10.32734/jtk.v12i2.11644>

1. Pendahuluan

Kebutuhan manusia yang meningkat terhadap konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) berbasis fosil (*fossil fuel*) menimbulkan setidaknya dua resiko serius, yakni faktor ekonomi, berbentuk jaminan penyediaan bahan bakar fosil untuk beberapa dekade mendatang, permasalahan suplai, harga dan fluktuasinya, serta polusi akibat emisi pembakaran bahan bakar fosil ke lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengganti BBM.

Alternatif pengganti BBM adalah biodiesel. Biodiesel merupakan bahan bakar yang berasal dari minyak tumbuh-tumbuhan atau lemak hewani. Pembuatan biodiesel dibagi menjadi dua langkah, yaitu esterifikasi guna menurunkan kandungan asam lemak bebas (*Free Fatty Acid (FFA)*) dan transesterifikasi menjadi metil ester. Proses akhir pembuatan biodiesel membentuk dua lapisan cairan berbeda, yaitu lapisan atas yang berupa lapisan biodiesel yang terkontaminasi dan lapisan bawah yang berupa gliserol terkontaminasi. Biodiesel (produk) dimurnikan dari pengotor-pengotornya agar biodiesel diperoleh dengan kualitas terbaik [1].

Pencucian harus dilakukan guna menghilangkan sisa pengotor yang ada pada biodiesel. Metode pemurnian biodiesel yang biasa digunakan adalah *water washing*, yaitu pemurnian menggunakan air hangat [2], namun metode ini memiliki kelemahan, yaitu memerlukan waktu yang lama dan membutuhkan biaya yang banyak. Selain itu, proses ini juga menimbulkan limbah cair yang banyak dan membahayakan lingkungan serta waktu pemurnian yang cukup lama [3]. Solusi teknologi yang dapat digunakan untuk memperbaiki proses pemurnian biodiesel adalah pemurnian dengan metode *dry washing*, yaitu pemurnian dengan memanfaatkan proses adsorpsi untuk menghilangkan zat pengotor dalam biodiesel kasar. Teknik pencucian kering biasanya digunakan untuk memurnikan biodiesel dengan menggunakan adsorben, seperti magnesium silikat (*Magnesol* atau *Trisyl*), resin pertukaran ion (*Amberlite* atau *Purolite*), selulosa, arang aktif, karbon aktif, dan serat aktif. Adapun teknik pencucian dengan menggunakan sabun dan gliserin dapat dihilangkan dengan kombinasi empat metode, yaitu filtrasi, adsorpsi fisik, adsorpsi kimia, dan pertukaran ion [4]. Metode pencucian menggunakan adsorben (*dry washing*) dalam pemurnian biodiesel dapat memberikan keuntungan yang lebih dibanding metode pencucian dengan air.

Ada banyak senyawa yang dapat digunakan sebagai bahan adsorpsi, antara lain zeolit, karbon aktif, bentonit, dan magnetit [5]. Tingginya harga adsorben karbon aktif dan sulitnya diregenerasi membuat bentonit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dipilih sebagai adsorben alternatif karena biayanya lebih murah, melimpah di alam, dan mempunyai struktur berlapis dengan kemampuan mengembang [6]. Sifat-sifatnya tersebut menjadikan bentonit cocok dimanfaatkan sebagai adsorben. Namun, jika lempung bentonit tidak dimodifikasi terlebih dahulu, maka akan memberikan hasil yang kurang maksimal bila diaplikasikan sebagai adsorben. Hal ini disebabkan oleh sifatnya yang mudah menyerap air, sehingga kurang stabil jika digunakan sebagai bahan penyerap.

Kelemahan dari bentonit yang mudah mengalami *swelling* dapat diatasi melalui proses aktivasi menggunakan asam mineral (HCl atau H_2SO_4), sehingga dihasilkan lempung dengan situs aktif yang lebih besar karena asam mineral tersebut larut dan bereaksi dengan komponen berupa tar, garam Ca, dan garam Mg yang menutupi pori-pori adsorben. Bentonit juga memiliki keasamaan permukaan yang tinggi yang mengakibatkan kemampuan adsorpsi menjadi lebih tinggi dibandingkan sebelum diaktivasi. Puspaningrum (2007) juga melakukan penelitian dengan metode *dry washing* menggunakan adsorben bentonit pada minyak biodiesel biji jarak [7].

Mendow dkk (2012) menggunakan metode *wet washing* dan *dry washing* untuk memurnikan biodiesel berbahan baku minyak bunga matahari [8]. *Wet washing* menggunakan air dan *dry washing* menggunakan resin penukar ion disertai dengan *stripping* nitrogen. Semua metode digunakan dengan sangat efektif untuk menghilangkan kandungan sabun dan gliserol bebas. Baroutian dkk (2012) menggunakan metode pemurnian dua langkah, menggabungkan *wet washing* dan *dry washing* [9]. Langkah pertama, air suling panas diasamkan dengan asam *tannic* (0,1%) kemudian digunakan untuk mencuci biodiesel mentah. Dua fase dipisahkan oleh gravitasi dan lapisan biodiesel dikeringkan pada kondisi atmosfer. Hasil pencucian basahnya adalah kandungan katalis *crude* biodiesel berkurang dari 44,32 mg KOH/kg menjadi 5,74 mg KOH/kg. Langkah kedua menggunakan adsorpsi karbon aktif tempurung kelapa. Proses pemurnian biodiesel juga bisa dilakukan dengan menggunakan membran. Cheng dkk (2009) memurnikan biodiesel dengan menggunakan membran keramik berpori dengan ukuran pori 0,14 μm [10]. Namun, penggunaan membran keramik (membran anorganik) tidak cocok untuk diterapkan dalam industri skala besar karena harganya yang mahal [11].

Bahan adsorben yang memiliki kandungan silika tinggi seperti bentonit berpotensi untuk digunakan dalam proses pemurnian biodiesel. Pemurnian dengan metode *dry washing* menghilangkan kontaminan dari *crude* biodiesel dengan adsorpsi atau resin penukar ion [12, 13]. Secara umum, keuntungan metode pencucian kering antara lain mempersingkat waktu proses pemurnian biodiesel, mengurangi jumlah air yang digunakan, mengurangi timbulan limbah, dan menurunkan biaya operasional. Selain itu, konsumsi energi metode ini adalah 23% lebih kecil dibandingkan dengan metode pencucian dengan air [14].

Beberapa penelitian melaporkan bahwa proses pemurnian biodiesel dengan pencucian kering merupakan metode yang prospektif untuk diterapkan. Suppalakpanya dkk (2010) menggunakan *bleaching earth* untuk memurnikan biodiesel dari CPO [15]. Berrios dkk (2011) menggunakan magnesium silikat dan bentonit untuk memurnikan biodiesel dari minyak jelantah [13].

Nanda dkk (2019) menghasilkan rendemen biodiesel tertinggi sebesar 94,1% yang diperoleh dengan metode pencucian kering dengan bentonit aktif pada kondisi 1% massa bentonit dan waktu pencucian 10 menit [16]. Penelitian Frita dan Harun (2013) yaitu karakteristik biodiesel dari minyak biji kelor dengan metode *dry washing* menggunakan adsorben bentonit dengan variasi waktu interaksi 0 jam, 1 jam, 2 jam, dan 3 jam dengan memperoleh hasil yang terbaik, yaitu dengan variasi waktu interaksi 3 jam [3]. Lathifah dkk (2019) menjelaskan bahwa konsentrasi bentonit sebagai adsorben dan suhu adsorpsi berpengaruh dalam pemurnian minyak pelumas bekas. Konsentrasi bentonit optimum adalah 30% dan suhu adsorpsi optimum adalah 70 °C, menghasilkan persen efisiensi kenaikan viskositas sebesar 49,15% untuk suhu 40 °C dan 30,79% untuk suhu 100 °C [17].

Berdasarkan sifat mineralogi, sifat bentonit yaitu mempunyai permukaan spesifik yang luas, dapat sebagai penukar ion, dan mempunyai kemampuan akan adsorpsi, sehingga sering dipakai untuk kegiatan industri dan kegiatan pertanian. Manfaat bentonit yang banyak tersebut juga menyebabkan bentonit harus diolah terlebih dahulu sebelum digunakan untuk keperluan tertentu. Hal ini karena di alam, sifat dan kualitas bentonit berbeda-beda. Jenis Ca-bentonit dapat dibuat menjadi Na-bentonit buatan.

Minyak goreng bekas (*waste cooking oil*) atau minyak jelantah sangat berpotensi untuk diolah menjadi biodiesel. Pada saat ini, pemanfaatan minyak jelantah di Indonesia masih belum berkembang. Potensi minyak jelantah akan meningkat seiring dengan meningkatnya produksi dan konsumsi minyak goreng [18]. Minyak jelantah merupakan limbah yang mengandung senyawa-senyawa karsinogenik yang terjadi selama proses penggorengan, sehingga jika dipakai secara terus-menerus, maka dapat menyebabkan kerusakan pada tubuh manusia.

Salah satu bentuk pemanfaatan minyak jelantah yang dapat dilakukan adalah dengan cara mengubahnya menjadi biodiesel. Hal ini dapat dilakukan karena minyak jelantah juga merupakan minyak nabati. Pemanfaatan minyak nabati sebagai bahan baku biodiesel memiliki beberapa kelebihan, diantaranya sumber minyak nabati mudah diperoleh, proses pembuatan biodiesel dari minyak nabati mudah dan cepat, dan tingkat konversi minyak nabati menjadi biodiesel yang tinggi (95%). Biodiesel dapat dibuat dengan memanfaatkan minyak jelantah melalui proses kimia, yaitu melalui reaksi transesterifikasi yang mengubah minyak (trigliserida) menjadi asam lemak metil ester. FFA pada minyak jelantah adalah salah satu faktor penting dalam metode pembuatan biodiesel [19].

Persyaratan mutu biodiesel di Indonesia sudah dilakukan dalam SNI 7182-2015, yang telah disahkan dan diterbitkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN). Persyaratan kualitas biodiesel disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan mutu biodiesel di Indonesia [20]

Parameter Uji	Satuan	Persyaratan
Massa jenis pada 40 °C	kg/m ³	850 – 890
Viskositas kinematik pada 40 °C	mm ² /s (cSt)	2,3 – 6,0
Angka setana	Min	51
Titik nyala (mangkok tertutup)	°C, min	100
Titik kabut	°C, maks	18
Air dan sedimen	% volume, maks	0,05
Temperatur distilasi 90%	°C, maks	360
Belerang	mg/kg, maks	50
Fosfor	mg/kg, maks	4
Angka asam	mg-KOH/g, maks	0,5
Gliserol bebas	% massa, maks	0,02
Gliserol total	% massa, maks	0,24
Kadar ester metil	% massa, maks	96,5
Kestabilan oksidasi:		
- Periode induksi metode rancimat atau	menit	480
- Periode induksi metode petro oksidasi		36
Monogliserida	% massa, maks	0,8

2. Metode

Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan adalah *aquadest* (H₂O), asam klorida (HCl) 1 N, indikator pH, biodiesel kasar, dan bentonit. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik, ayakan, oven, *magnetic stirrer* dan *stirrer*, *beaker glass* 100 mL, *hot plate*, *beaker glass* 300 mL, *bulp*, lumpang alu, gelas *beaker* 1000 mL, *statif* dan klem, erlenmeyer 300 mL, penyangga corong, botol semprot, *desikator*, labu ukur 250 mL, kasa asbes, termometer 100 °C, corong kaca, gegap besi, pipet skala 10 mL, cawan petri, kertas saring, dan spektrofotometer UV-VIS.

Teknik Pengumpulan Data Primer

Aktivasi Bentonit

Bentonit ditimbang sebanyak 35 g, kemudian ditambahkan asam klorida (HCl) 1 N sebanyak 150 mL. Campuran diaduk dengan kecepatan 200 rpm selama 3 jam. Pada pH 3-4, bentonit dicuci dan dipisahkan dari filtratnya. Setelah itu, bentonit dikeringkan di dalam oven pada suhu 110 °C dengan waktu 2 jam. Bentonit didinginkan di dalam desikator dan dicatat hasilnya.

Pencucian Biodiesel Kasar dengan Bentonit Variasi Konsentrasi

Bentonit ditimbang dengan variasi 2 g, 4 g, dan 6 g. Bentonit dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian diisi biodiesel sebanyak 200 mL. Campuran bentonit dan biodiesel dihomogenkan selama 30 menit dengan kecepatan 200 rpm dan temperatur 55 °C. Bentonit kemudian disaring, diuji warna dengan spektrofotometri UV-Vis, dan pengujian pH dilakukan dengan menggunakan kertas pH universal. Hasilnya dicatat.

3. Hasil

Aktivasi dilakukan dengan memakai larutan asam klorida (HCl) 1 N sebanyak 150 mL, kemudian diaduk dengan kecepatan 100 rpm selama 3 jam, aktivasi dengan HCl menyebabkan adsorben bentonit terprotonasi yang mengakibatkan bentonit bermuatan positif. Penambahan asam klorida dimaksudkan untuk menghilangkan dan mengurangi macam-macam mineral yang larut, sehingga memperbesar pori-pori adsorben dalam upaya mempermudah penjerapan [21].

Material yang ingin dihilangkan dalam proses pencucian ini salah satunya adalah sisa katalis yang masih tertinggal di biodiesel. Kadar katalis yang cukup tinggi dapat menyebabkan korosi pada mesin diesel. Penurunan nilai kadar katalis dalam biodiesel setelah proses pencucian juga berindikasi terhadap nilai pH yang dihasilkan oleh biodiesel tersebut. Turunnya nilai pH hingga mendekati netral pada biodiesel setelah dimurnikan mengindikasikan bahwa sisa katalis telah berkurang atau hilang dalam biodiesel. Sifat katalis kalium hidroksida (KOH) yang cenderung basa dapat menyebabkan nilai pH biodiesel menjadi basa juga [22]. Biodiesel kasar tidak hanya mengandung sisa katalis, tetapi juga mengandung metanol yang tidak bereaksi serta sabun yang dihasilkan karena proses transesterifikasi tidak sempurna. Oleh karena itu, pengukuran nilai pH ini juga dapat melihat penurunan kandungan komponen-komponen tersebut dalam biodiesel. Nilai pH dari masing-masing biodiesel hasil pemurnian dapat dilihat dalam Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Hasil analisis nilai pH biodiesel pencucian variasi konsentrasi

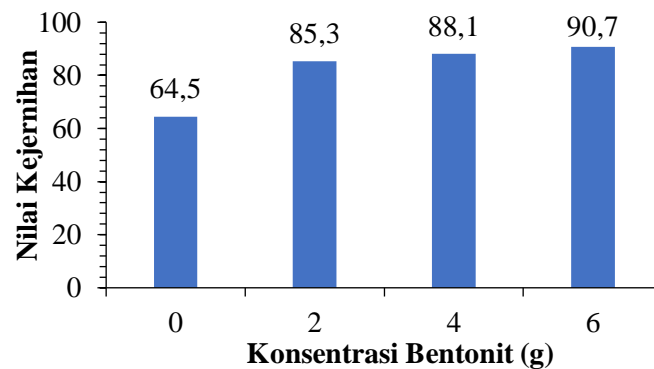
Suhu	Massa bentonit (g)	pH biodiesel kasar	Waktu kontak (jam)	pH hasil pemurniaan
55 °C	2	9	1/2	8
	4			7
	6			7

Tabel 3. Hasil analisis nilai pH biodiesel hasil pencucian variasi waktu

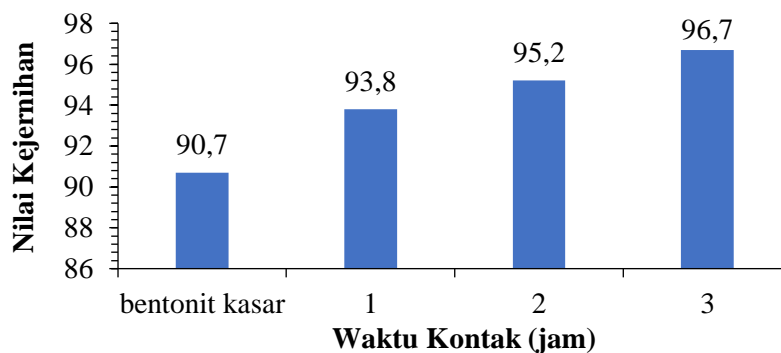
Suhu	Massa bentonit (g)	pH biodiesel kasar	Waktu kontak (jam)	pH hasil pemurniaan
55 °C	6	9	1/2	7
			1	7
			2	6
			3	6

Tabel 2 dan Tabel 3 menunjukkan hasil bahwa penggunaan adsorben dalam proses pencucian biodiesel dapat menurunkan nilai pH dari biodiesel kasar. Nilai pH biodiesel yang dimurnikan dengan adsorben berkisar 6-8. Penurunan pH tertinggi terjadi di variabel waktu kontak 2 jam dan 3 jam dengan nilai pH 6 dan nilai pH yang terbaik terjadi pada variasi konsentrasi 4 g dan 6 g dengan waktu kontak 1/2 jam dan konsentrasi 6 g dengan waktu kontak 1 jam dan didapatkan nilai pH 7 (netral). Nilai pH yang diinginkan pada biodiesel yang telah dimurnikan adalah netral. Hal ini telah sesuai dengan pH yang didapatkan pada proses pencucian menggunakan adsorben adalah 7 (netral), nilai pH yang netral menyatakan bahwa ion H^+ dan ion OH^- yang terlarut dalam biodiesel berada pada jumlah yang sama, sehingga keberadaan komponen-komponen seperti katalis, metanol, serta sabun dalam biodiesel dapat ditolerir. Berdasarkan Tabel 2 dan Tabel 3, pHnya akan semakin rendah dengan meningkatnya konsentrasi serta lama waktu kontak yang digunakan.

Pengukuran kejernihan biodiesel ini dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang antara 400 nm - 450 nm. Nilai yang dilihat adalah pada pengukuran persen transmisi. Persen transmisi merupakan radiasi sinar yang akan diteruskan oleh sumber cahaya melalui suatu larutan pada wadah transparan pada intensitas tertentu. Kejernihan biodiesel hasil pemurnian dengan adsorben dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.



Gambar 1. Grafik kejernihan (persen transmisi) biodiesel hasil pemurnian variasi konsentrasi



Gambar 2. Grafik kejernihan (persen transmisi) biodiesel hasil pemurnian variasi waktu

Tabel 4. Hasil analisis nilai kejernihan (persen transmisi) biodiesel hasil pencucian

Suhu	Massa bentonit (g)	Biodiesel kasar (%)	Waktu kontak (jam)	Hasil pemurniaan
55 °C	2	64,5	½	85,3
	4			88,1
	6			90,7

Tabel 5. Hasil analisis nilai kejernihan (persen transmisi) biodiesel hasil pencucian

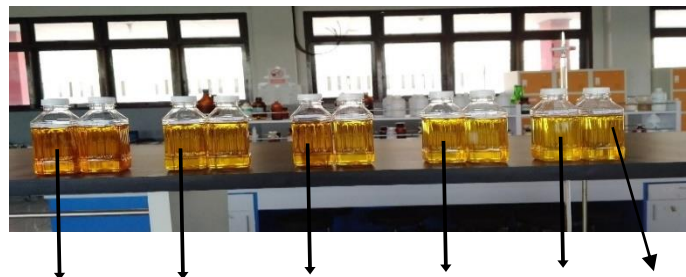
Suhu	Massa bentonit (g)	Biodiesel kasar (%)	Waktu kontak (jam)	Hasil pemurniaan
55 °C	6	64,5	½	90,7
			1	93,8
			2	95,2
			3	96,7

Data hasil penelitian pada Tabel 4 dan Tabel 5 menunjukkan bahwa pada penambahan waktu kontak terjadi peningkatan nilai kejernihan (persen transmisi) yang berarti kandungan material pengotor pada biodiesel cukup rendah. Pada Gambar 1 dan Gambar 2 menunjukkan grafik kejernihan (persen transmisi) biodiesel hasil pemurnian variasi waktu. Hasil pemurnian (persen transmisi) paling tinggi dimiliki oleh biodiesel yang dimurnikan pada konsentrasi 6 g dan waktu kontak 3 jam. Hasil analisis persen transmisi berhubungan dengan jumlah material anorganik pada biodiesel. Dengan meningkatnya material pengotor pada biodiesel, maka nilai persen transmisi yang dihasilkan akan semakin rendah. Begitu pun sebaliknya, apabila nilai persen transmisi yang besar (mendekati nilai 100%) akan menunjukkan kandungan material pengotor pada biodiesel cukup rendah. Akibatnya, radiasi sinar dapat mudah diteruskan oleh cahaya sebab tidak adanya material yang akan menghambat diteruskannya cahaya [4].

Proses pemurnian biodiesel dilakukan untuk menghilangkan material-material pengotor yang tertinggal dalam biodiesel. Adanya kandungan material pengotor seperti katalis, sabun, asam lemak bebas, gliserol, dan metanol dalam biodiesel dapat menimbulkan masalah pada mesin diesel. Berdasarkan hasil yang didapatkan pada pengujian kejernihan biodiesel, peningkatan konsentrasi dan waktu kontak yang digunakan menyebabkan tingkat kejernihan (persen transmisi) pada biodiesel yang didapatkan semakin tinggi, terlihat biodiesel sebelum dan setelah pemurnian pada Gambar 3.



(a)



2 gram;
30 menit 4 gram;
30 menit 6 gram;
30 menit 6 gram;
1 jam 6 gram;
2 jam 6 gram;
3 jam

(b)

Gambar 3. Biodiesel (a) sebelum pemurnian dan (b) sesudah pemurnian

Penelitian oleh Atikah (2018) yaitu proses adsorpsi minyak goreng bekas dengan adsorben Ca bentonit dapat menurunkan kadar FFA. Penelitian tersebut mendapatkan hasil terbaik untuk semua parameter yang diperoleh pada kondisi temperatur 100 °C dan berat Ca bentonit 80 g. Hasil analisis hasil pengolahan minyak goreng bekas ini adalah FFA sebesar 0,7 mg KOH/g, bilangan peroksida sebesar 16,2 mek O₂/kg, kadar air sebesar 0,022 %b/b, kejernihan 1,10; dan kadar kotoran sebesar 1,009 mg/g [23], sedangkan penelitian oleh Nanda (2019) menghasilkan kadar air sampel pencucian kering menggunakan bentonit aktif dengan waktu 10 menit dan massa adsorben 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% adalah 1,17%; 1,15%; 1,20%; 1,25%; dan 1,32%. Biodiesel setelah pemurnian melalui metode pencucian basah menghasilkan kadar air sebesar 2,67% yang digunakan sebagai pembandingan. Penelitian tersebut memperoleh rendemen biodiesel tertinggi sebesar 94,1% [16], sedangkan pada penelitian ini, diperoleh hasil analisis kejernihan (persen transmisi) biodiesel sebesar 96,7. Hasil yang diperoleh mendekati penelitian yang dilakukan oleh Nanda (2019). Hal ini membuktikan

bahwa bentonit dapat berperan sebagai *dry washing agent* yang mampu menyerap air pada biodiesel yang dihasilkan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh pengaruh adsorben bentonit dengan menggunakan metode *dry washing* terhadap kualitas biodiesel yang menunjukkan bahwa adsorben bentonit dapat menurunkan nilai pH pada biodiesel dan dapat memurnikan warna dari biodiesel minyak jelantah. Efektivitas bentonit terhadap proses pencucian biodiesel menunjukkan hasil terbaik yang diperoleh pada massa adsorben bentonit 6 g dengan waktu kontak 3 jam, dengan hasil analisis kejernihan (persen transmisi) biodiesel sebesar 96,7. Untuk nilai pH, hasil terbaik diperoleh pada massa adsorben bentonit 6 g dan waktu kontak 30 menit dan 1 jam, dengan hasil analisis pH biodiesel sebesar 7.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Universitas Teknologi Sulawesi (UTS) Makassar sebagai institusi yang memberi dukungan atas penelitian ini.

6. Konflik Kepentingan

Semua penulis tidak memiliki konflik kepentingan (*conflict of interest*) pada publikasi artikel ini.

Daftar Pustaka

- [1] F. I. Darmawan and I. W. Susila, "Proses produksi biodiesel dari minyak jelantah dengan metode pencucian dry-wash sistem," *Jtm*, vol. 01, no. 01, pp. 80–87, 2013.
- [2] S. Widyanaagari, "Penggunaan adsorben dalam proses pemurnian biodiesel jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn)", Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Pertanian Bogor, Bogor, 2008.
- [3] F. D. Nurdyaningrum and H. Nasrudin, "Pemurnian dan karakterisasi biodiesel dari minyak biji kelor (*Moringa oleifera*) dengan menggunakan adsorben bentonit," *UNESA J. Chem.*, vol. 2, no. 1, 2013.
- [4] I. Gupta, S. C. Muster, B. Klaus, and A. J. Jarvelin, "Alternative polyadenylation diversifies post-transcriptional regulation by selective RNA-protein interactions," *Mol Syst Biol*, vol. 10, 719, 2014.
- [5] A. S. Maylani, T. Sulistyaningsih, and E. Kusumastuti, "Preparasi nanopartikel Fe₃O₄ (magnetit) serta aplikasinya sebagai adsorben ion logam kadmium," *Indones. J. Chem. Sci.*, vol. 5, no. 2, pp. 130–135, 2016.
- [6] P. Suarya, "Adsorpsi pengotor minyak daun cengkeh oleh lempung teraktivasi asam," *J. Kim.*, vol. 2, no. 1, pp. 19–24, 2008.
- [7] S. Puspaningrum, "Pengaruh jenis adsorben pada pemurnian biodiesel dari minyak jarak pagar (*Jatropha curcas* L.)," Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Pertanian Bogor, Bogor, 2007.
- [8] G. Mendow, N. S. Veizaga, B. S. Sánchez, and C. A. Querini, "Biodiesel production by two-stage transesterification with ethanol by washing with neutral water and water saturated with carbon dioxide," *Bioresour. Technol.*, vol. 118, pp. 598–602, 2012.
- [9] S. Baroutian, K. Shahbaz, F. S. Mjalli, I. M. Alnashef, and M. A. Hashim, "Adsorptive removal of residual catalyst from palm biodiesel: Application of response surface methodology," *Hemijiska Industrija.*, vol. 66, no. 3, pp. 373–380, 2012.
- [10] L. H. Cheng, Y. F. Cheng, S. Y. Yen, and J. Chen, "Ultrafiltration of triglyceride from biodiesel using the phase diagram of oil–FAME–MeOH," *J. Memb. Sci.*, vol. 330, no. 1–2, pp. 156–165, 2009.
- [11] G. Q. Lu *et al.*, "Inorganic membranes for hydrogen production and purification: A critical review and perspective," *J. Colloid Interface Sci.*, vol. 314, no. 2, pp. 589–603, Oct. 2007.
- [12] I. J. Stojkovic, O. S. Stamenkovic, D. S. Povrenovic, and V. B. Veljkovic, "Purification technologies for crude biodiesel obtained by alkali-catalyzed transesterification," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 32, pp. 1–15, 2014.
- [13] M. Berrios, M. A. Martin, A. F. Chica, and A. Martin, "Purification of biodiesel from used cooking oils," *Appl. Energy*, vol. 88, no. 11, pp. 3625–3631, 2011.
- [14] R. Alamsyah and E. H. Loebis, "Design and technical testing for crude biodiesel reactor using dry methods: Comparison of energy analysis," *Energy Procedia*, vol. 47, pp. 235–241, 2014.
- [15] K. Suppalakpanya, S. B. Ratanawilai, and C. Tongurai, "Production of ethyl ester from esterified crude palm oil by microwave with dry washing by bleaching earth," *Appl. Energy*, vol. 87, no. 7, pp. 2356–2359, 2010.
- [16] N. Suriaini, T. T. Febriana, A. Yulanda, A. Adisalamun, Y. Syamsuddin, and M. D. Supardan, "Purification of biodiesel from waste cooking oil using bentonite as dry washing agent," *J. Rekayasa*

- Kim. Lingkung.*, vol. 14, no. 2, pp. 155–162, 2019.
- [17] T. Lathifah, N. Yuliani, and G. A. P. K. Wardhani, “Bentonit teraktivasi asam sulfat sebagai adsorben dalam pemurnian pelumas bekas,” *J. Sains Nat.*, vol. 9, no. 1, p. 1, 2019.
 - [18] N. Nuraeni, Y. F. Yun, and D. M. Agustini, “Biodiesel from waste cooking oil using activate carbon as adsorbent and synthesis of triacetin using nitric acid as catalyst,” *J. Kartika Kim.*, vol. 2, no. 1, pp. 17–22, 2019.
 - [19] V. A. Umami, “Sintesis biodiesel dari minyak jelantah dengan gelombang mikro, Tugas Akhir, Fakultas Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang, Semarang, 2015.
 - [20] B. S. Nasional, “SNI 3506:2017,” 2015.
 - [21] G. Fikria and C. Rustana, “Analysis of the physical characteristics of biodiesel products made from used cooking oil,” *J. Neutrino*, vol. 14, no. 2, pp. 63–69, 2022.
 - [22] F. Destri dan H. Nasrudin, “Pemurnian dan karakterisasi biodiesel dari minyak biji kelor (*Moringa oleifera*) dengan menggunakan adsorben bentonit,” *UNESA J. Chem.*, vol. 2, no. 1, 2013.
 - [23] Atikah, “Peningkatan mutu minyak goreng bekas dengan proses adsorpsi menggunakan Ca bentonit,” *Distilasi*, vol. 3, no. 2, pp. 22–32, 2018.