

PRETREATMENT MINYAK JELANTAH DENGAN MENGGUNAKAN ADSORBEN SEBAGAI BAHAN BAKU BIODIESEL

PRETREATMENT OF WASTE COOKING OIL USES ADSORBENT AS A RAW MATERIAL FOR BIODIESEL

Lety Trisnaliani^{*1}, Jaksen¹, K.A. Ridwan¹, Desi Fitriyanti^{*1}

¹Program Studi Teknik Energi / Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya.

Jalan Sriwijaya Negara-Palembang 30139, (0711)353414/(0711)355918
e-mail : *lety_trisnaliani@yahoo.com, / desifitrides23@gmail.com

ABSTRACT

This research is about recycling processed cooking oil into oil which can be used as raw material of biodiesel in a clean condition without dirt and low FFA, by using bagasse and banana peel as natural absorbent material and bleaching earth or pale soil as a chemical absorbent. Natural absorbent materials such as bagasse as well as banana peels that have been used as adsorbents can be directly used to absorb waste of waste oil into raw materials of biodiesel. From the result of the research, we found that the weight of adsorbent of optimum bagasse at SNI is 13% with free fatty acid 0.49%, acid number 0.37 mg KOH/mg Sample, number of sapling 187 and water content 0.43%. As well as the weight of the optimal banana husk adsorbent according to the SNI is 13% with free fatty acid 0.63%, the acid number 0.45 mg KOH/mg samples, the rate of sapping 135.58 and the moisture content of 0.43%. This indicates that the purifying tool jelantah oil by utilizing adsorbent of bagasse and banana peel skin as comparator to produce biodiesel raw material according to SNI. Whereas for chemical adsorbents, the results showed that the optimum conditions were obtained at 25% concentration and 60 minutes. For adsorbent 25% of free fatty acid acquisition was 0.49%, acidic value was 0.37, saponification number was 187 and water content was 0.018%. Where this number has produced biodiesel raw materials according to SNI.

Keywords: Waste cooking oil, Adsorbent, Bagasse, Banana peel, Bleaching earth.

1. PENDAHULUAN

Sumber bahan baku biodiesel salah satunya adalah minyak jelantah, yang diketahui mempunyai banyak keuntungan. Selain dapat menghasilkan bahan bakar yang relatif murah juga dapat mengurangi polusi air dan tanah karena sisa minyak sering dibuang ke selokan, mengurangi bahan bersifat karsinogenik di masyarakat. Bahan karsinogenik berpotensi memicu kanker usus, ginjal dan gangguan jantung. Mengingat banyaknya keuntungan yang dapat diperoleh dan besarnya ketersediaan minyak jelantah maka pengolahan minyak jelantah menjadi biodiesel tepat dilakukan (Manurung, 2006).

Akan tetapi FFA yang dimiliki oleh minyak jelantah masih tinggi. Kadar FFA yang tinggi dalam produksi biodiesel mampu memicu terjadinya reaksi saponifikasi yang akan berakibat pada penurunan kadar FAME (*fatty acid methyl ester*) yang dihasilkan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Tiwari (2007) yang menyatakan kadar FFA minyak diatas 1% akan menurunkan tingkat rendemen yang dihasilkan dan meningkatkan pembentukan sabun, sehingga proses pemisahan biodiesel dan gliserol menjadi sulit. Hasil penelitian Nurkamari (1999), menyatakan bahwa minyak goreng bekas 6 kali pemakaian masih dapat dimurnikan kembali secara ekonomis, dan dihasilkan peralatan pengolahan minyak bekas semi otomatis yang cukup sederhana.

Dewasa ini telah ditemukan suatu teknologi daur ulang mengolah minyak jelantah menjadi minyak layak pakai kembali dalam keadaan bersih tanpa kotoran serta FFA rendah, dengan menggunakan adsorben bahan alami maupun adsorben bahan kimia. Dimana adsorben bahan alami menggunakan ampas tebu dan kulit pisang sebagai bahan penyerap. Sedangkan adsorben bahan kimia menggunakan *Bleaching earth* sebagai bahan penyerap. Bahan penyerap seperti ampas tebu serta kulit pisang yang sudah dijadikan adsorben bisa

langsung digunakan dengan untuk menyerap kotoran minyak jelantah menjadi bahan baku biodiesel. Penggunaan ampas tebu dan kulit pisang juga merupakan satu solusi mengurangi limbah padat perkotaan sedangkan

Adsorpsi adalah peristiwa penyerapan atau pengayaan (*enrichment*) bahan dari suatu komponen campuran gas/cair di daerah antar fasa dimana bahan yang akan dipisahkan ditarik oleh permukaan zat padat. Bahan penyerap berupa zat padat, penyerap hanya dipermukaan zat penyerap. Pada peristiwa adsorpsi, komponen akan berada di daerah antar muka, tetapi tidak masuk ke dalam fase. Komponen yang terserap disebut adsorbat (*adsorbate*), sedangkan daerah tempat terjadinya penyerapan disebut adsorben (*substrate*).

Proses adsorpsi tergantung pada sifat zat padat yang mengadsorpsi, sifat atom/molekul yang diserap, konsentrasi, temperatur dan lain-lain. Pada proses adsorpsi terbagi menjadi 4 tahap yaitu:

1. Transfer molekul-molekul zat terlarut yang teradsorpsi menuju lapisan film yang mengelilingi adsorben.
2. Difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui lapisan film (*film diffusion process*).
3. Difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui kapiler/pori dalam adsorben (*pore diffusion process*).
4. Adsorpsi zat terlarut yang teradsorpsi pada dinding pori atau permukaan adsorben (proses adsorpsi sebenarnya), (Reynolds, 1982).

Ampas tebu merupakan salah satu limbah padat pabrik gula. Ampas tebu jumlahnya berlimpah di Indonesia. Ampas tebu merupakan limbah padat dari pengolahan industri gula tebu yang volumenya mencapai 30-40% dari tebu giling. Saat ini perkebunan tebu rakyat mendominasi luas areal perkebunan tebu di Indonesia. Ampas tebu termasuk

biomassa yang mengandung lignoselulosa sangat dimungkinkan untuk dimanfaatkan menjadi sumber energi alternatif seperti bioethanol atau biogas. Ampas tebu memiliki kandungan selulosa 52,7%, hemiselulosa 20,0%, dan lignin 24,2% (Handayani, 2013).

Kulit pisang merupakan bahan buangan (limbah buah pisang) yang cukup banyak jumlahnya. Menurut (Indrawati, 2016) jumlah kulit pisang adalah 1/3 dari buah pisang yang belum dikupas. Produksi pisang di Indonesia pada tahun 2011 mencapai 6.189.052 ton, sedangkan produksi pisang di Lampung pada tahun 2011 mencapai 687.761 Ton (BPS, 2012). Dilihat dari jumlah produksi pisang di Indonesia maka jumlah kulit pisang mencapai 2.063.017 ton/tahun. Pada umumnya kulit pisang belum dimanfaatkan secara nyata dan hanya dibuang sebagai limbah organik saja atau digunakan sebagai makanan ternak seperti kambing, sapi, dan kerbau. Jumlah kulit pisang yang cukup banyak akan memiliki nilai jual yang menguntungkan apabila bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku makanan (Indrawati, 2016).

(Adinata 2013), menganalisis komposisi kulit pisang mentah berdasarkan analisis dinding sel (% berat kering) yaitu: 37,52% hemiselulosa, 12,06% selulosa, 7,04% lignin. Lignoselulosa terdiri dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin (Gomez dkk., 2008). Lignoselulosa mengandung selulosa sekitar 35-50%, hemiselulosa 20-35% dan lignin 10-25%.

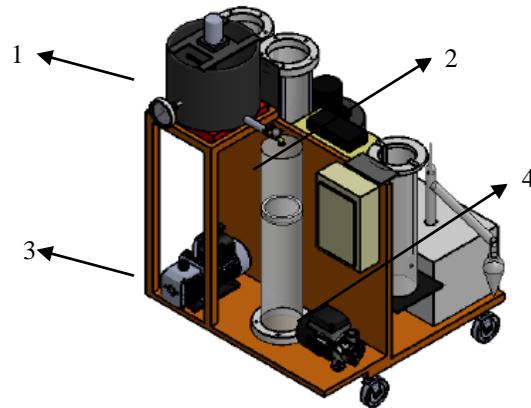
Bleaching Earth atau tanah pemucat merupakan sejenis tanah liat dengan komposisi utama yang terdiri dari SiO_2 , Al_2O_3 , air terikat serta ion Ca^{2+} , magnesium oksida dan besi oksida. Daya pemucat *bleaching earth* disebabkan keberadaan ion Al^{3+} pada permukaan partikel penyerap sehingga mengadsorpsi zat warna dan tergantung perbandingan Al_2O_3 dan SiO_2 dalam *bleaching earth* (Qowim, 2012). Tujuan utama proses bleaching adalah menghilangkan warna dari minyak. Selain warna, pemucatan juga berperan mengurangi komponen minor lainnya seperti aroma, senyawa impuritis dari minyak jelantah. Selama proses bleaching minyak berlangsung, peroksida akan didegradasi dan dihilangkan, komponen Fe dan Cu dihilangkan, fosfolipida diserap, ketengikan minyak diturunkan, serta terjadi proses hidrolisis parsial dari minyak.

Penelitian ini akan memberikan informasi mengenai pengaruh penambahan adsorben alami berupa ampas tebu dan kulit pisang dan adsorben kimia berupa *bleaching earth* atau tanah pemucat dalam proses pemucatan (*bleaching*) minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel dan untuk mengetahui rasio optimal dalam meningkatkan kemurnian minyak jelantah.

2. METODE

Penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahap yaitu tahap rancang bangun dan pengujian (pengambilan data) beserta analisa hasil dan dilakukan ditempat yang sama yaitu Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

Pendekatan Desain Struktural



Gambar 1. Desain Alat Penjernihan Minyak Jelantah
Keterangan :

1. Tangki *Bleaching*
2. Tangki Filtrasi
3. Pompa Vakum
4. Pompa Sentrifugal

Pendekatan Desain Fungsional

1. Tangki *Bleaching*
Tangki *bleaching* digunakan sebagai tempat pemucatan (*bleaching*) minyak jelantah yang dilengkapi dengan media pemanas dan pengaduk.
2. Tangki Filtrasi
Tangki filtrasi digunakan sebagai tempat untuk penyaringan minyak jelantah hasil dari proses pemucatan. Tangki ini dilengkapi dengan filter.
3. Pompa Vakum
Pompa vakum digunakan untuk membantu proses filtrasi pada minyak jelantah di dalam tangki filtrasi.
4. Pompa Sentrifugal
Pompa sentrifugal digunakan untuk mengalirkan minyak jelantah menuju tangki umpan.

Prosedur Penelitian

1. Menyiapkan 2 liter minyak jelantah dan adsorben berupa ampas tebu dengan rasio persen berat (7%, 9%, 11%, 13%, 15% dan 17%).
2. Memastikan bahwa semua katup dalam posisi tertutup.
3. Memasukkan minyak jelantah dan adsorben ke dalam tangki *bleaching*.
4. Menghubungkan sakelar utama pada sumber listrik.
5. Menghidupkan pengaduk dan pemanas.
6. Melakukan pengadukan selama 60 menit dengan suhu 80°C.
7. Membuka katup keluaran tangki *bleaching* menuju tangki filtrasi.
8. Menghidupkan pompa vakum dengan menekan tombol *vacuum pump*.
9. Mengulangi percobaan diatas, untuk adsorben kulit pisang kepok dengan rasio persen berat yang sama dan adsorben *bleaching earth* atau tanah pemucat dengan rasio persen berat (10%, 15%, 20% dan 25%).

Kadar Air

Menggunakan ASTM D 3302M-12

Asam Lemak Bebas

Menggunakan ASTM 6751

Angka Asam

Menggunakan ASTM D 974-08

Angka Penyabunan

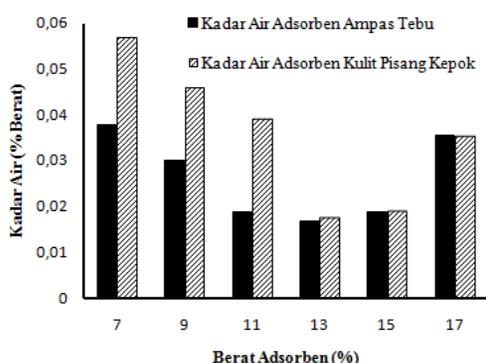
Menggunakan ASTM D 664

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah dibuat *prototype* atau rancang bangun penjernihan minyak jelantah. Penelitian ini menggunakan bahan baku berupa minyak jelantah yang didapat dari rumah makan yang ada di daerah Plaju. Minyak jelantah yang digunakan pada mulanya diuji kadar asam lemak bebasnya. Kadar asam lemak bebas minyak jelantah pada mulanya sebesar 13%. Minyak jelantah kemudian dijernihkan dengan menggunakan adsorben bahan alami berupa ampas tebu dan kulit pisang kapok serta adsorben bahan kimia berupa *bleaching earth* pada suhu 80°C selama 1 jam dengan pengadukan teratur. Selanjutnya disaring dengan menggunakan kertas saring yang dihisap oleh pompa vakum berfungsi untuk menyaring sisa adsorben yang masih berada dalam minyak jelantah.

Kadar Air

Berdasarkan data hasil pengamatan dan analisa karakteristik produk penjernihan dengan adsorben alami berupa ampas tebu dan kulit pisang kepok dapat diketahui perbandingan keduanya pada pengaruh kadar air. Hasil analisa menunjukkan bahwa semakin banyak massa adsorben yang digunakan maka semakin kecil kadar air yang didapatkan. Kadar air terendah yang dimiliki oleh produk penjernihan minyak jelantah dengan adsorben ampas tebu yaitu 0,017% pada variasi berat adsorben 13%. Sama halnya dengan produk penjernihan menggunakan adsorben ampas tebu, produk penjernihan menggunakan kulit pisang kepok juga memiliki kadar air terendah yaitu 0,017% pada variasi berat adsorben 13%.

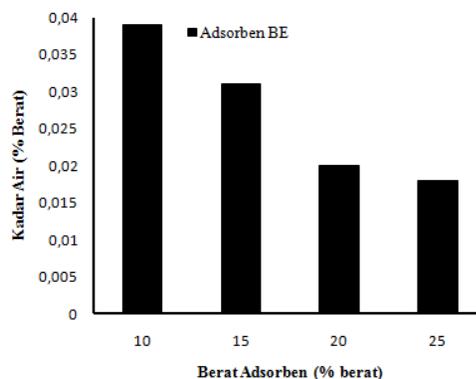


Gambar 2. Pengaruh berat adsorben dengan Kadar Air

Gambar 2 diatas menunjukkan, produk penjernihan minyak jelantah dengan adsorben ampas tebu memiliki kadar air yang lebih seragam dibandingkan dengan adsorben kulit pisang kepok yang tidak seragam karena terjadi kenaikan pada variasi berat adsorben 11%. Hal ini dikarenakan adanya kandungan hemiselulosa yang dapat mengikat air. Kandungan hemiselulosa pada ampas tebu terbilang cukup besar yaitu sebesar 35-40% sementara kandungan hemiselulosa pada kulit pisang kepok sebesar 37,35%. Selain dapat mengikat air, hemiselulosa juga bersifat plastis dan mempunyai permukaan kontak molekul yang lebih luas sehingga dapat memperbaiki ikatan antar serat (Aditama, 2003).

Berdasarkan data hasil pengamatan dan analisa karakteristik produk penjernihan dengan adsorben berbahan kimia berupa *bleaching earth* dapat

diketahui pada pengaruh kadar air, Hasil uji kadar air terhadap minyak jelantah menunjukkan adanya penurunan kadar air setelah proses penjernihan.

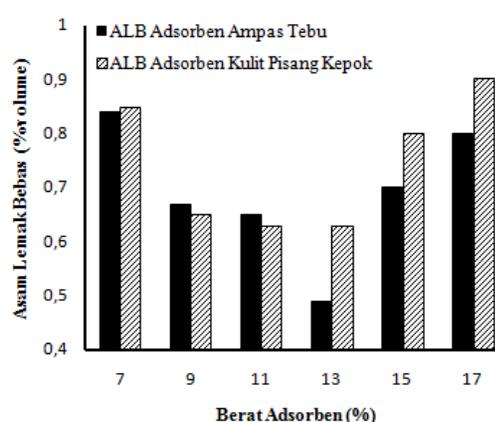


Gambar 3. Pengaruh berat adsorben BE dengan Kadar Air

Gambar 3 menunjukkan penggunaan adsorben pada konsentrasi 20% dan 25% menghasilkan kadar air lebih rendah yaitu 0,020% dan 0,018% dari pada adsorben 10% dan 15%. Hal ini disebabkan oleh adanya ion Al^{3+} pada permukaan adsorben *bleaching earth* yang mengadsorpsi partikel-partikel zat warna (Ketaren, 1986). Terjadinya penurunan kadar air minyak jelantah setelah diproses dengan penambahan adsorben *bleaching earth* diduga karena selama proses pemanasan, adsorben tersebut mempercepat keluarnya molekul-molekul air dalam minyak. Dari data hasil pengamatan dan analisa karakteristik produk penjernihan dengan adsorben *bleaching earth*, hasil analisa menunjukkan bahwa semakin banyak adsorben yang digunakan maka semakin kecil kadar air yang didapatkan.

Asam Lemak Bebas

Kadar asam lemak bebas merupakan asam lemak yang tidak teresterifikasi dengan gliserol. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa ALB yang terendah dapat dihasilkan dengan berat adsorben 13% sebesar 0,49%, sedangkan untuk ALB yang tertinggi dihasilkan dengan berat adsorben 7%, yaitu 0,84%.

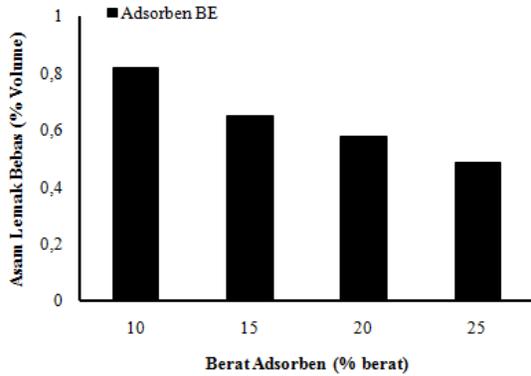


Gambar 4. Pengaruh berat adsorben dengan ALB

Sama halnya dengan penjernihan minyak jelantah dengan menggunakan ampas tebu, penjernihan minyak jelantah dengan adsorben kulit pisang kepok juga memiliki pola yang menurun. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa ALB yang terendah dapat dihasilkan dengan berat adsorben 13% sebesar 0,63%, sedangkan untuk ALB yang tertinggi dihasilkan dengan berat adsorben 7%, yaitu 0,84%.

Berdasarkan data hasil pengamatan dan analisa karakteristik produk penjernihan dengan adsorben berbahan kimia berupa *bleaching earth* atau tanah pemucat, berdasarkan data hasil pengamatan yang telah dihasilkan sudah cukup optimum. Hasil yang

diperoleh menunjukkan bahwa ALB terendah dapat dihasilkan dengan berat adsorben 25% sebesar 0,49% sedangkan untuk ALB yang tertinggi dihasilkan dengan berat adsorben 10% yaitu 0,82%. Hal ini dikarenakan oleh semakin banyak adsorben yang digunakan maka akan semakin banyak asam lemak bebas yang terikat hal ini menyebabkan terjadi penurunan asam lemak bebas (Kristinah, dkk., 2009).



Gambar 5. Pengaruh berat adsorben BE dengan ALB

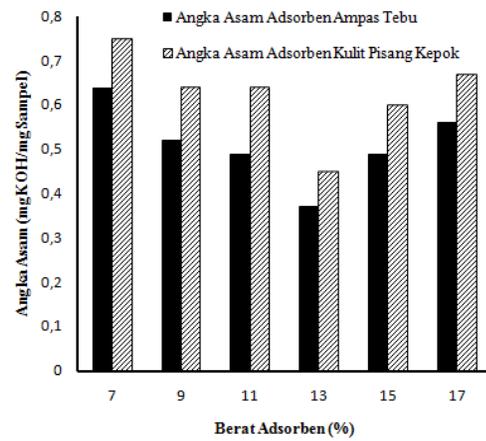
Berdasarkan Gambar 5 diatas, menunjukkan bahwa terjadi penurunan asam lemak bebas seiring dengan peningkatan persen adsorben. Penurunan asam lemak bebas dikarenakan adanya penyerapan kotoran yang terdapat di dalam minyak jelantah. Dimana asam lemak bebas menjadi tinggi apabila mengalami proses hidrolisis dan oksidasi biasanya bergabung dengan lemak netral.

Hasil penjernihan dengan adsorben *bleaching earth* tidak semuanya memenuhi standar SNI dengan asam lemak bebas sebesar 0,5%. Pada persen berat sebesar 25% dan 20% minyak jelantah yang telah dijernihkan dapat memenuhi standar yang ditetapkan SNI. Berbeda dengan persen berat 10%, dan 15%, yang belum memenuhi SNI. Hal ini dipengaruhi oleh berat adsorben *bleaching earth* yang digunakan untuk menjernihkan minyak jelantah. Semakin banyak adsorben yang digunakan maka semakin kecil asam lemak bebas yang dihasilkan.

Angka Asam

Untuk penjernihan dengan adsorben ampas tebu angka asam terendah pada berat adsorben 13% sebesar 0,37. Sementara hasil penjernihan dengan adsorben ampas tebu yang tertinggi untuk angka asam yaitu berat adsorben 7% sebesar 0,64. Tidak semua hasil penjernihan minyak jelantah dengan adsorben ampas tebu ini memenuhi SNI. Pada variasi berat adsorben 7%, minyak tersebut tidak dapat memenuhi SNI karena memiliki angka asam diatasnya.

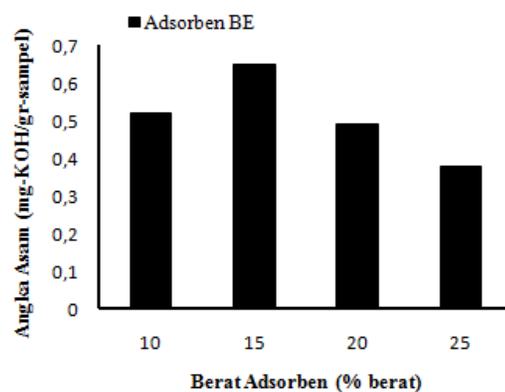
Sementara untuk penjernihan minyak jelantah dengan adsorben kulit pisang kepok, hanya hasil dari variasi berat adsorben 13% yang memenuhi SNI yaitu sebesar 0,45. Hal ini karena hasil penjernihan variasi berat adsorben 7%, 9%, dan 11% memiliki angka asam yang sangat tinggi.



Gambar 6. Pengaruh berat adsorben dengan Angka Asam

Hasil yang terlihat juga menunjukkan jika adsorben yang menggunakan ampas tebu jauh lebih baik karena produk yang dihasilkan memiliki angka asam yang lebih rendah dibandingkan dengan kulit pisang kepok. Hal ini terjadi karena kadar selulosa yang dapat menyerap kotoran serta logam yang dimiliki ampas tebu lebih besar yaitu 44,70% (Samsuri, 2007). Sementara kulit pisang kepok memiliki ampas tebu yang lebih rendah yaitu 12,04% (Robertson, 1993). Meski begitu keduanya dapat menghasilkan produk dengan angka asam yang hampir memenuhi SNI.

Berdasarkan data hasil pengamatan, menunjukkan penjernihan minyak jelantah dengan adsorben *bleaching earth* dapat menghasilkan angka asam yang rendah. Pada gambar dibawah ini, menunjukkan bahwa penjernihan minyak jelantah dengan adsorben *bleaching earth* dapat dianalisa bahwa semakin banyak massa adsorben yang digunakan, maka semakin rendah angka asam yang dihasilkan.



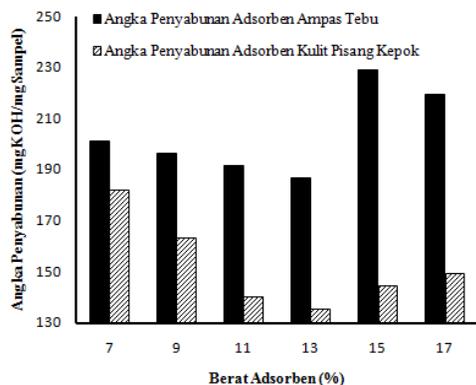
Gambar 7. Pengaruh berat adsorben BE dengan Angka Asam

Hal ini terlihat pada berat adsorben 25% memiliki angka asam terendah sebesar 0,38, diikuti oleh berat adsorben 20% yang memiliki angka asam sebesar 0,49. Namun terjadi kenaikan angka asam untuk variasi adsorben 15% sebesar 0,65 dan untuk adsorben 10% memiliki angka asam sebesar 0,52. Sementara hasil penjernihan dengan adsorben yang tertinggi untuk angka asam yaitu berat adsorben 15% sebesar 0,65. Tidak semua hasil penjernihan minyak jelantah dengan adsorben *bleaching earth* ini memenuhi SNI. Pada variasi berat adsorben 15% minyak tersebut tidak dapat memenuhi SNI karena memiliki angka asam diatasnya.

Angka Penyabunan

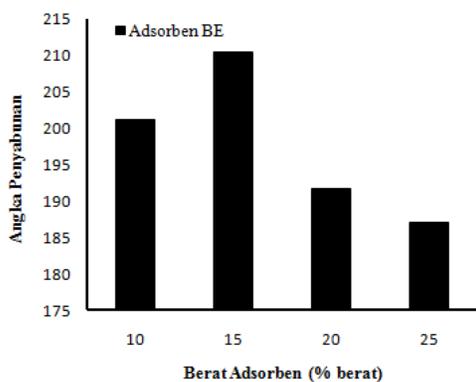
Berdasarkan data hasil pengamatan dan analisa karakteristik produk penjernihan minyak jelantah dengan adsorben ampas tebu memiliki angka penyabunan terendah yaitu 187. Dimana angka ini

lebih kecil dibanding SNI. pada penjernihan dengan adsorben ampas tebu hanya variasi berat 7 dan 9%. Sementara pada penjernihan dengan adsorben kulit pisang kepok tidak ada yang memenuhi SNI karena angka asam yang terlalu rendah.



Gambar 8. Pengaruh berat adsorben dengan Angka Penyabunan

Berdasarkan Gambar 8 dapat dilihat penjernihan minyak jelantah baik dengan adsorben ampas tebu maupun adsorben kulit pisang kepok memiliki pola yang sama. Semakin besar massa adsorben yang digunakan maka semakin kecil angka penyabunan yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena kadar selulosa yang dapat menyerap kotoran serta logam yang dimiliki ampas tebu lebih besar yaitu 44,70% (Samsuri, 2007). Sementara kulit pisang kepok memiliki ampas tebu yang lebih rendah yaitu 12,04% (Robertson, 1993).



Gambar 9. Pengaruh berat adsorben BE dengan Angka Penyabunan

Dapat dilihat pada Gambar 9 diatas, dengan variasi adsorben 25% dan 20% memiliki angka penyabunan terendah yaitu 187 dan 191,168. Dimana angka ini lebih kecil dibandingkan SNI. Pada variasi berat 10% dan 15% diperoleh angka penyabunan sebesar 201,03, dan 210,38 dimana angka ini telah memenuhi standar yang ditetapkan SNI. Hal ini disebabkan oleh keberadaan ion-ion logam pada permukaan partikel penjerap sehingga dapat mengadsorpsi zat warna dan tergantung perbandingan Al_2O_3 dan SiO_2 yang terkandung dalam *bleaching earth* (Qowim, 2012). Berdasarkan gambar diatas, dapat dilihat bahwa semakin besar massa adsorben yang digunakan maka semakin kecil angka penyabunan yang dihasilkan.

4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian proses pretreatment minyak jelantah dengan menggunakan ampas tebu dan kulit pisang kepok sebagai pembanding untuk bahan baku biodiesel, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Produk penjernihan minyak jelantah menggunakan adsorben ampas tebu optimal pada variasi berat adsorben 13% dengan asam lemak

bebas 0,49%, angka asam 0,37 mgKOH/mgSampel, angka penyabunan 187, dan kadar air 0,43% .

2. Produk penjernihan minyak jelantah menggunakan adsorben kulit pisang kepok optimal pada variasi berat adsorben 13% dengan asam lemak bebas 0,63%, angka asam 0,45 mgKOH/mgSampel, angka penyabunan 135,58 dan kadar air 0,43% .

3. Penjernihan menggunakan adsorben *bleaching earth* dapat menghasilkan produk minyak jelantah yang lebih baik berdasarkan angka asam, asam lemak bebas, angka penyabunan, dan kadar air yang hampir semuanya memenuhi SNI. Produk penjernihan minyak jelantah menggunakan adsorben *bleaching earth* optimal pada variasi berat adsorben 25% dengan asam lemak bebas sebesar 0,49%, angka asam sebesar 0,37 mgKOH/mgsampel, angka penyabunan sebesar 187, dan kadar air sebesar 0,018%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinata, M. R. 2013. *Pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai karbon aktif*. Surabaya: Universitas Pembangunan Nasional 'Veteran'.
- Aditama. 2003. *Kimia organik dasar I*. Yogyakarta: DEPARTEMEN P&K.
- Andiani, Ria Halimatussyakdinah. 2003. *Pemucatan Minyak Curah dengan Bleaching Earth*. Inderalaya: Jurusan Teknik Kimia UNSRI.
- Badan Pusat Statistik. 2012. *Produksi Tanaman Buah-Buahan di Kota Bandar Lampung*. <http://lampung.bps.go.id> (Diakses pada 14 Juni 2018)
- Gomez, M. C. S. dan Pereira, N. C. 2010. *Separation of biodiesel and glycerol using ceramic membranes*, *Journal of Membrane Science*, 352(1-2), 271- 276.
- Handayani, A. W. 2013. *Penggunaan Selulosa Ampas Tebu Sebagai Adsorben Logam Berat Cd(Ii)*. Surakarta: Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Kristinah, dan Haryati. 2009. *Potensi Bentonit Sebagai Penjernihan Minyak Goreng Bekas*. Semarang: Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Manurung. 2006. *Pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai karbon aktif*. Surabaya: Universitas Pembangunan Nasional 'Veteran'.
- Qowim, A Syihab Fahmil. 2012. *Rekayasa Proses Produksi Biodiesel Minyak Residu dalam Tanah Pemucat Bekas Melalui Proses Esterifikasi-Transesterifikasi In Situ*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Reynolds. 1982. *Unit Operations and Process in Enviromental EGINEERING*. California: Wadsworth Inc.
- Robertson, G. L. 1993. *Food Packing Principles and Practices*. Marcel Dekker Inc. New York

Samsuri, A. 2007. *Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Sebagai Adsorben Untuk Peningkatan Kualitas Air Gambut*. *JOM FMIPA*, 56-61.

SNI 01-3741-1995 (Standar Nasional Indonesia). www.bkipm.kkp.go.id. (Diakses pada 15 Juni 2018)

SNI 01-3741-2001 (Standar Nasional Indonesia). www.bkipm.kkp.go.id. (Diakses pada 15 Juni 2018)