



Effect of Carbonization of Activated Charcoal from Coconut Shell in the Adsorption Process to Improve Viscosity and Pour Point of Waste Cooking Oil

Enggal Nurisman^{1,*}, Syaiful¹, dan Rahmatullah¹

¹ Department of Chemical Engineering, Sriwijaya University, Jalan Srijaya Negara Ilir Barat I, Palembang, Indonesia 30128

*E-mail: enggalnurisman@ft.unsri.ac.id

Abstract. Activated carbon from coconut shell waste can be used as an adsorbent in the processing of waste cooking oil. The active charcoal used is derived from coconut shell which is the waste of plantation product after through carbonization process and activation. Before carbonized, coconut shell cleaned first, dried for 2 days then reduced in size to 4 mesh. After that, the coconut shells weighed for 100 grams of each of these samples for carbonization and activation. Carbonization is carried out at a time variation in 1.5 hours, 2 hours, and 2.5 hours with 450°C, 475°C, and 500°C temperatures in Electrical Carbonization Furnace (EFC) equipment. The subsequent carbonization charcoal was activated using a 10 g / 50 mL HCl activator for 24 hours then dried by the oven at 105 ° C for 1 hour until it was ready to be used as activated charcoal. After the adsorption process of activated charcoal and Waste Cooking Oil, the viscosity of Waste Cooking Oil is known to the standard of biodiesel feedstock of 38.28 cSt obtained after adsorbed by activated charcoal which has been carbonized 2 hours and temperature 475 ° C In addition, the pour point of Waste Cooking Oil after being adsorbed according to the standard is 50 ° F of activated charcoal formed into a temperature of 500 ° C for 1.5 hours.

Keywords: activated charcoal, carbonization, waste cooking oil, adsorption

PENDAHULUAN

Sebagai negara kepulauan yang berada di daerah tropis, Indonesia termasuk negara penghasil kelapa utama didunia, nomor dua setelah Filipina. Luas area tanaman kelapa di Indonesia pada tahun 2000 mencapai 3,76 juta ha dengan total produksi diperkirakan sebanyak 144 milyar butir kelapa per tahun (Dwi Puger dkk, 2013).Tempurung kelapa (batok) yang pada awalnya dianggap sebagai limbah sisa pemanfaatan buah kelapa kini telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam industri pembuatan arang aktif atau karbon aktif. Karbon aktif disusun oleh atom C yang terikat secara kovalen dalam suatu kisi heksagonal datar dengan satu atom C pada setiap sudutnya yang luas permukaan berkisar antara 300 m²/g hingga 3500 m²/g dan ini berhubungan dengan struktur pori internal sehingga mempunyai sifat sebagai adsorben (Taryana, 2002).

Minyak jelantah (waste cooking oil) adalah minyak hasil dari penggorengan beberapa kali sehingga mengalami perubahan warna dari kuning menjadi warna gelap. Reaksi degradasi ini menurunkan kualitas minyak dan akhirnya minyak tidak dapat dipakai lagi dan harus dibuang (Maskan, 2003). Produk reaksi degradasi yang terdapat dalam minyak ini juga akan menurunkan kualitas bahan pangan yang digoreng dan menimbulkan pengaruh buruk bagi kesehatan (Lee, 2002).

Berdasarkan hasil evaluasi kelayakan biodiesel, jenis minyak nabati yang paling layak digunakan sebagai bahan baku biodiesel adalah minyak jelantah, sebab mengingat banyaknya minyak jelantah yang belum dimanfaatkan secara maksimal (Rahkadima dan Putri, 2011). Proses adsorpsi merupakan salah satu teknik pengolahan minyak jelantah yang diharapkan dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi logam atau senyawa organik yang berlebihan. Salah satu adsorben yang sering digunakan dalam proses adsorpsi adalah karbon aktif. Karbon aktif dipilih karena memiliki permukaan yang luas, kemampuan adsorpsi yang besar, mudah di aplikasikan, dan biaya yang diperlukan relatif murah (Bansel et al, 1988).

Ruhyat dan Firdaus (2006) telah menentukan bahwa jenis minyak nabati yang paling layak digunakan sebagai bahan baku biodiesel adalah minyak goreng bekas(minyak jelantah). Menurut Chhetri (2008), alasan utama untuk mencari sumber terhadap bahan bakar minyak bumi dapat dikurangi dengan cara memanfaatkan bahan bakar biodiesel, dimana bahan Menurut Chhetri (2008), alternatif bahan bakar mesin dieseldikarenakan tingginya harga produk minyak.Pengolahan biodiesel dari minyakjelantah merupakan cara yang efektif untuk menurunkan harga jual biodiesel karenamurahnyabiaya bahan baku (Zhang, Y., Dub_e, M.A., McLean, D.D., Kates, M., 2003) Minyak jelantah mempunyai kandungan asam lemak bebas yang cukup tinggi. Oleh karena itu untuk menurunkanangka asam, pada umumnya diperlukan 2(dua) tahap konversi minyak jelantah menjadi biodiesel, yaitu proses esterifikasidan transesterifikasi (Hambali, dkk, 2008).

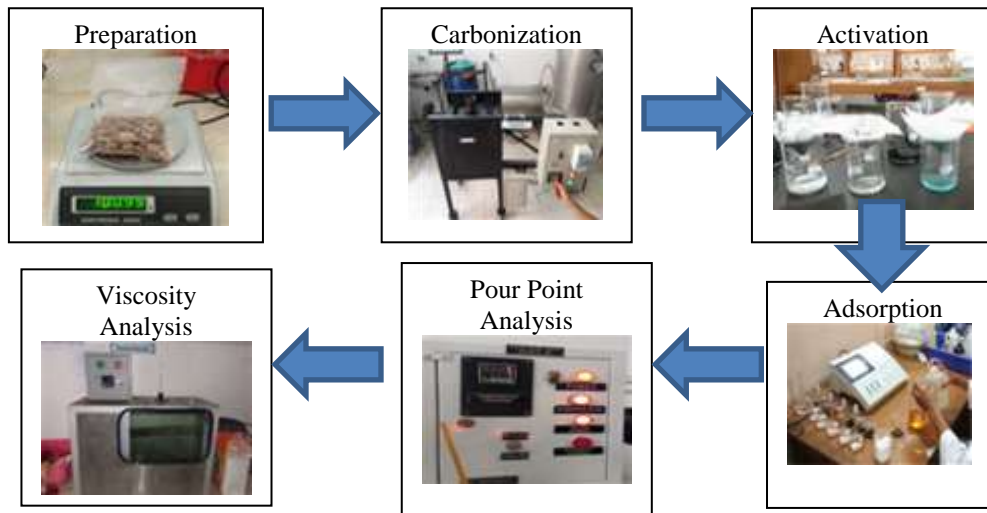
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan bahan baku berupa tempurung kelapa dengan aktivator berupa asam klorida (HCl) yang akan digunakan pada proses adsorpsi minyak jelantah melalui tahap sebagai berikut:

Tahap Preparasi

Proses pereparasi ini bertujuan untuk mengeringkan, mereduksi dan homogenisasi ukuran bahan baku. Awalnya tempurung kelapa dibersihkan dari serabut, dipotong-potong kecil dan dikeringkan di bawah sinar matahari selama 2 hari. Selanjutnya bahan baku ditimbang sebanyak 1 kg dan direduksi kembali menjadi ukuran 4 mesh. Dalam setiap

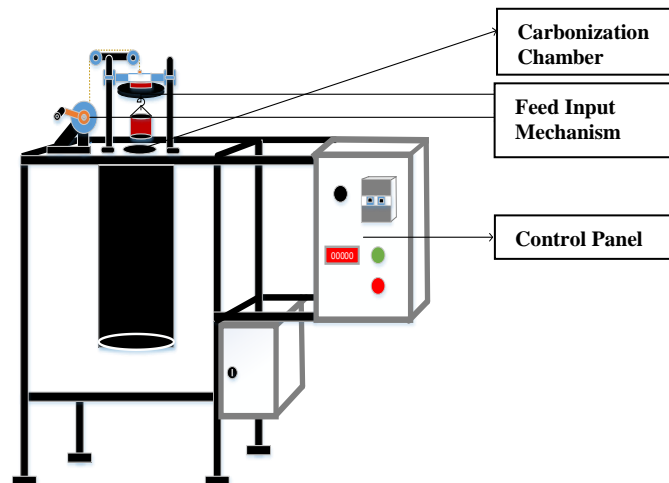
sampel penelitian digunakan tempurung kelapa sebanyak 100 g dan selanjutnya dilakukan analisis kandungan bahan baku tersebut.



Gambar 1. Skema Tahap Penelitian

Tahap Karbonisasi

Pada tahap ini sampel tempurung kelapa yang sudah dipreparasi sebanyak 100 gram dengan ukuran 40 mesh lalu dimasukkan tungku karbonisasi ECF V.1.2 dengan variasi waktu 1,5 jam 2 jam dan 2,5 jam dan suhu 450°C, 475°C dan 500°C. Selanjutnya produk arang didinginkan sampai mencapai temperatur normal di dalam desikator. Adapun prototipe peralatan Electrical Carbonization Furnace (ECF) V.1.2 sebagaimana yang tertera pada gambar 2.



Gambar 2. Desain Alat Penelitian

Tahap Aktivasi

Pada tahap ini arang tempurung kelapa dihaluskan sampai berbentuk serbuk dengan ukuran 100 mesh selanjutnya direndam dengan larutan HCl selama 24 jam, difiltrasi dan dioven pada suhu 105°C. Aktivasi bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Ajayi dan Olawale, 2009). Pada prinsipnya pori yang terbentuk pada arang aktif terjadi secara fisik dan kimia. Pori yang terbentuk secara kimia terjadi dari hasil penataan kembali atom karbon akibat dari proses karbonisasi yang membentuk kristal heksagonal, di mana makin tinggi suhu karbonisasi jumlah atom karbon yang membentuk kristal makin banyak. (Pari, 2004).

Tahap Adsorpsi dan Analisis

Proses adsorpsi arang aktif dilakukan terhadap minyak jelantah secara batch selama 1 jam dan selanjutnya dianalisa perubahan karakteristik viskositas kinematik dan pour point minyak jelantah. Analisa viskositas dilakukan dengan menggunakan viscometer sedangkan pour point dianalisa dengan menggunakan *Test Jar*.

Analisa Viskositas Kinematik

- Tahan temperature bath pada suhu pengujian dalam $0.002\text{ }^{\circ}\text{F}$ untuk pengujian pada 60°F atau lebih tinggi dan dalam $\pm 0.005^{\circ}\text{F}$ untuk pengujian pada 60°F kebawah.
- Pilihlah Viscometer tersebut yang tepat dan bersih/kering.
- Isilah Viscometer tersebut dengan sampel, sesuai dengan cara yang telah ditentukan.
- Rendam dan biarkan sampel bersama Viscometer dalam bath selama ≥ 30 menit. Hal ini dimaksudkan supaya temperatur sampel yang berada dalam Viscometer sama dengan temperatur bath.
- Mulai pengetesan dan lakukan tiga kali. Ulangi pemeriksaan apabila waktu pengaliran kurang dari 200 detik, dengan cara memilih kapiler yang lebih kecil.
- Ulangi percobaan dengan mengubah temperatur bath dengan menaikkan sebesar 5°C - 10°C
- Perhitungan Viscositas sebagai berikut :
 $\mu = C \times t$
 $\mu = \text{Kinematic Viscosity (cSt)}$
 $C = \text{Constanta kalibrasi viscosimeter (cSt/det)}$
 $t = \text{Waktu alirnya (detik)}$

Analisa Pour Point

- Karbon aktif sebanyak 5 gram dimasukkan ke dalam Erlenmeyer
- Kemudian tuangkan (minyak jelantah) ke dalam Test Jar, sampai tingginya $2-2\frac{1}{2}$ “ (tanda pada Test Jar menunjukkan level yang diminta).
- Tutup Test Jar tersebut kuat-kuat dengan gabus yang sudah ada thermometranya.
- Panaskan contoh dalam Test Jar tersebut sampai 115°F dalam bath yang temperaturnya dikonstankan 118°F dinginkan contoh tersebut dalam udara biasa sampai 90°F , selanjutnya masukkan Test Jar dalam jaket yang sudah ditaruh pada cooling bath (tahan temperatur dalam cooling bath pada 30°F - 35°F).
- Mulailah pembacaan temperatur minyak dan ini dikerjakan berturut-turut 5°F (kebawah) sampai Pour Point belum tercapai.
- Bila temperatur Pour Point sudah tercapai, maka tambahkan 5°F dan laporkan sebagai Pour Point nya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis proksimat arang aktif tempurung kelapa

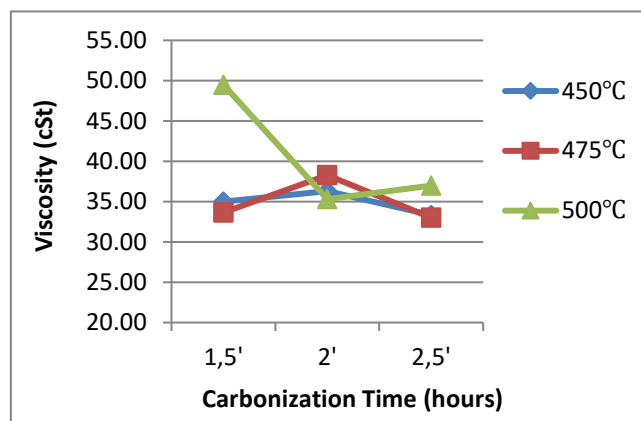
Produk arang aktif tempurung kelapa yang telah dikarbonisasi selanjutnya dianalisis secara proksimat. Setelah dilakukan proses analisis ternyata terdapat penurunan unsur *volatile* dari karbon aktif yang dihasilkan secara signifikan jika dibandingkan dengan bahan baku (E Nurisman, dkk, 2017). Awalnya tempurung kelapa memiliki unsur *volatile* sebesar 63,17 % dan setelah dikarbonisasi dan diaktivasi dengan HCl, komponen *volatilenya* berkurang menjadi 26,299 % pada suhu karbonisasi 500°C selama 2 jam. Kadar zat mudah menguap atau volatile matter itu berhubungan dengan kecepatan pembakaran. Volatile matter itu sendiri merupakan zat – zat organik yang tersimpan dalam suatu bahan dan dengan pemanasan pada suhu yang tinggi maka zat volatile ini dapat dihilangkan. Zat volatil yang terlalu tinggi akan membuat kadar karbon dalam arang hilang sehingga hal ini juga akan menurunkan kualitas dari arang itu sendiri (Wahyu Kusuma A, dkk, 2013).

Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa peningkatan temperatur karbonisasi menyebabkan rendemen karbon aktif semakin sedikit sedangkan kadar analisis fixed carbon meningkat. Hasil karbonisasi dengan rendemen arang paling banyak diperoleh pada suhu karbonisasi 450°C dan waktu 1,5 jam yaitu sebanyak 28,448 %. Setelah melalui proses aktivasi dan analisis diketahui bahwa kandungan fixed carbon yang terbaik sebesar 62,45 % diperoleh pada temperatur 475°C .

Pengaruh Waktu Karbonisasi terhadap perubahan viskositas minyak jelantah

Lamanya proses karbonisasi karbon aktif berdampak terhadap kemampuan arang aktif untuk mengubah kandungan viskositas minyak jelantah meskipun tidak terlalu signifikan. Sebelum dilakukan adsorpsi, viskositas minyak jelantah sebesar 39,3 cSt. Gambar 3 menunjukkan penurunan kadar viskositas minyak jelantah dibandingkan viskositas awalnya pada percobaan 1 dan 2. Saat karbonisasi dilakukan pada suhu 450°C awalnya terjadi kenaikan viskositas kinematik pada waktu karbonisasi 1,5 jam hingga 2 jam yaitu sebesar 34,98 cSt menjadi 36,3 cSt. Selanjutnya viskositas minyak jelantah setelah adsorpsi mengalami penurunan di waktu 2,5 jam menjadi 33,33 cSt. Kecenderungan yang sama juga terjadi pada terjadi penambahan waktu karbonisasi dari 1,5 jam hingga 2,5 jam pada suhu 500°C .

Pada waktu awal karbonisasi selama 1,5 jam viskositasnya sebesar 33,66 cSt selanjutnya meningkat menjadi 38,28 cSt dan kembali turun menjadi 33 cSt.



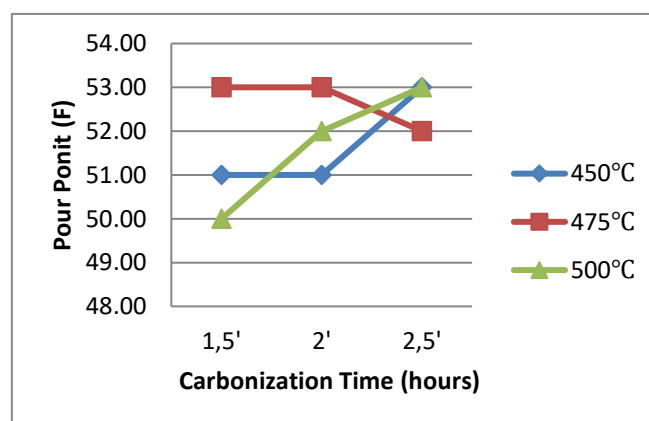
Gambar 3. Pengaruh Waktu karbonisasi terhadap viskositas kinematik

Perubahan nilai viskositas tersebut memiliki relevansi dengan semakin meningkatkannya energi panas mendorong terjadinya reaksi oksidasi proses karbonisasi arang aktif. Semakin lama waktu proses tersebut maka zat volatil dan karbon akan semakin berkurang dan meninggalkan residu yang semakin banyak. Tingginya residu ini akan mengurangi kemampuan absorpsi karbon aktif terhadap iodine (Ikawati dan Melati, 2009).

Kemampuan adsorpsi arang aktif disebabkan adanya pori-pori mikro yang sangat besar jumlahnya, sehingga menimbulkan gejala kapiler yang mengakibatkan adanya daya adsorpsi (Yustinah dan Hartini, 2011). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap arang aktif (Agustina, 2004), yaitu sifat arang aktif, sifat komponen yang diserapnya, sifat larutan dan sistem kontak. Daya serap arang aktif terhadap komponen-komponen yang berada dalam larutan atau gas disebabkan oleh kondisi permukaan dan struktur porinya (Guo et al, 2007).

Pengaruh Waktu terhadap perubahan Pour Point minyak jelantah

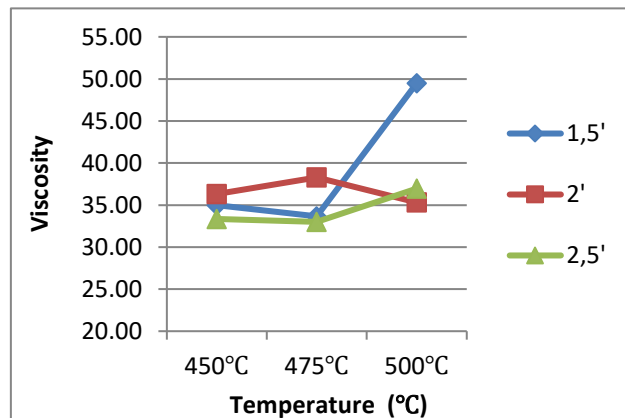
Waktu proses karbonisasi juga berdampak terhadap perubahan nilai titik tuang minyak jelantah. Titik tuang ini merupakan suhu terendah dimana minyak masih dapat mengalir jika didinginkan saat pengujian. Hal ini sangat diperlukan sehubungan dengan adanya perubahan suhu saat penyimpanan dan transportasi. (Izalma Azis, 2010), Secara umum, setelah dilakukan proses adsorpsi terjadi penurunan kandungan pour point yang awalnya sebesar 55°F. Kecendrungan peningkatan pour point terjadi pada saat waktu karbonisasi arang aktif ditambah. Berdasarkan gambar 4, Pada saat karbonisasi dilakukan pada suhu 450 °C , peningkatan waktu karbonisasi dari 1,5 jam sampai 2,5 jam menyebabkan peningkatan titik tuang dari 51°F menjadi 53°F. Peningkatan pour point akibat peningkatan waktu karbonisasi juga terjadi saat suhu karbonisasi 500 °C yang menyebabkan perubahan titik tuang dari titik tuang 50°F meningkatkan menjadi 52°F dan 53°F. Semakin lama waktu karbonisasi maka kadar abu akan semakin meningkat karena karbon akan habis terbakar dan menyisakan abu yang merupakan hasil sisa pembakaran (Yudanto, dkk, 2009) . Keberadaan abu yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan pori - pori pada arang sehingga luas permukaan arang menjadi berkurang (Scroder, 2006).



Gambar 4. Pengaruh Waktu karbonisasi terhadap pour point

Pengaruh Temperatur terhadap perubahan viskositas minyak jelantah

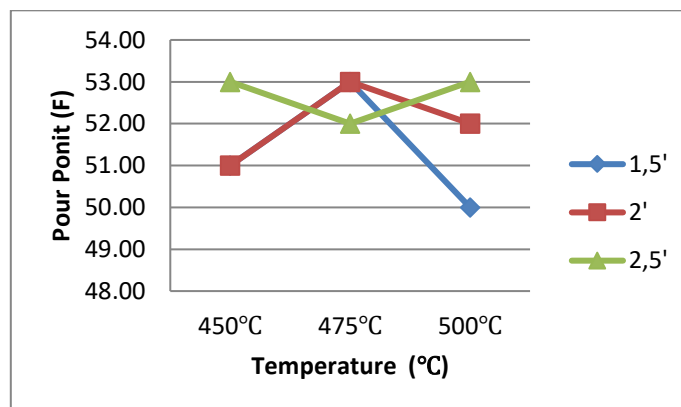
Pada gambar 5 dapat diamati bahwa peningkatan suhu karbonisasi arang aktif menyebabkan terjadinya peningkatan viskositas dengan nilai tertinggi diperoleh pada suhu 500 °C saat dipanaskan selama 1,5 jam sebesar 49,5 cSt sedangkan viskositas terendah diperoleh saat minyak jelantah diadsorpsi pada suhu 450 °C dan 475 °C sebesar 33,3 cSt. Kemampuan penyerapan arang aktif ini dipengaruhi oleh dampak kadar abu yang terbentuk. Peningkatan suhu karbonisasi juga berpengaruh pada komponen abu (*ash content*). Peningkatan suhu akan melepaskan dan menguapkan pengotor yang mulanya terdapat pada bagian pori dan menutupi pori, sehingga memperluas permukaan karbon aktif. Semakin luas permukaan karbon aktif, maka semakin besar kemampuan adsorpsi karbon aktif (Siti Jamilatun dan Martono S, 2014).



Gambar 5. Pengaruh suhu karbonisasi terhadap viskositas kinematik

Pengaruh Temperatur terhadap perubahan Pour Point minyak jelantah

Peningkatan temperatur dapat juga berdampak terhadap kemampuan adsorpsi arang aktif dalam mengubah pour point minyak jelantah. Pada gambar 6 dapat diketahui bahwa awalnya kenaikan temperatur dari 450 °C menjadi 500 °C menyebabkan kenaikan pour point dari 51 °F menjadi 53 °F. Namun saat temperatur dinaikkan menjadi 500 °C ternyata titik tuangnya berkurang menjadi 52 °F dan 50 °F. Penurunan titik tuang yang signifikan terjadi saat suhu karbonisasi 500 °C. Semakin tinggi suhu pirolisis, maka kemampuan daya serap terhadap larutan iodin juga makin tinggi. Peningkatan suhu akan melepaskan dan menguapkan pengotor yang mulanya terdapat pada bagian pori dan menutupi pori, sehingga memperluas permukaan karbon aktif (Khornia, dkk, 2017)



Gambar 6. Pengaruh suhu karbonisasi terhadap pour point

KESIMPULAN

Lamanya waktu dan suhu karbonisasi arang aktif dapat mengakibatkan perubahan kemampuan adsorpsi terhadap minyak jelantah. Proses adsorpsi menyebabkan penurunan viskositas kinematik dan titik tuang minyak jelantah. Peningkatan waktu karbonisasi dapat mengakibatkan peningkatan kemampuan adsorpsi arang aktif dalam menurunkan viskositas kinematik serta mengurangi kemampuan adsorpsi terhadap titik tuang minyak jelantah. Penurunan viskositas kinematik yang terendah sebesar 33 °F diperoleh saat suhu karbonisasi arang aktif 475°C selama 2,5 jam. Penurunan titik tuang yang signifikan sebesar 50 °F terjadi saat adsorpsi dengan arang yang diproses pada suhu karbonisasi 500 °C selama 1,5 jam

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pimpinan dan dosen Jurusan Teknik Kimia yang telah membantu dalam penyelesaian makalah ini serta atas dukungan dana penelitian Sateks Tahap II dari LPPM Unsri.

DAFTAR PUSTAKA

- Bansel, et al. (1988) *Activated Carbon Adsorption*. Taylor & Francis Group, New York
- Chhetri, A.B., Watts, K.W., Islam, M.R., (2008) Waste Cooking Oil as an Alternate Feedstock for Biodiesel Production, *Energies*, ISSN 1996-1073
- Dwi Puger dkk. (2013) Eksperimen Pengembangan Produk Fungsional Bernilai Komersial Berbahan Baku Tempurung Kelapa Berusia Muda dengan Teknik Pelunakan, Penerbit ITB, Bandung
- E Nurisman, A Miarti, A Sharul (2017) Studi Eksperimental Pengaruh Suhu Karbonisasi pada Prototipe Electrical Carbonization Furnace (ECF) terhadap Rendemen dan Analisis Proksimat Karbon Aktif dari Limbah Tempurung Kelapa, *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lingkungan*, Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya, Palembang
- Guo, J., Y. Luo, A.C. Lua, R.A. Chi, Y.L.Chen, X.T. Bao, S.X. Xiang. 2007, Adsorption of Hydrogen Sulphide (H₂S) by activated carbons derived from oil-palm shell. *Carbon* 45 (3):330-336.
- Hambali, E., Mujdalipah, S., Tambunan A.H., Pattiwiri A.W., Hendroko, R., (2008) *Teknologi Bioenergi*, AgromediaPustaka, Jakarta
- Ikawati dan Melati, (2009), Pembuatan Karbon Aktif dari Limbah Kulit Singkong UKM Tapioka Kabupaten Pati, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia (SNTKI)*, ISBN 978- 979-98300-1-2.
- Jamilatun, Siti., dan Martono Setyawan, (2014), Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Aplikasinya untuk Penjernihan Asap Cair, *Spektrum Industri*, Vol. 12, No.1, 1-112, ISSN : 1963-6590
- Khornia Dwi Lestari L.F , dkk (2017), Pengaruh Waktu dan Suhu Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa sebagai Upaya Pemanfaatan Limbah dengan Suhu Tinggi secara Pirolis, *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, Vol. 2, No. 1, April 2017, Hal. 32 - 38 ISSN 2527-6140, e-ISSN 2541-5890
- Maskan, M. dan H.I. Bagci. (2003) Effect of Different Adsorbents On Purification of Used B05-5 Sunflower Seed Oil Utilized For Frying. *Journal of Food Research Technology* 217: 215-218
- Pari, G, (2004) Kajian Struktur Arang aktif dari Serbuk Gergaji Kayu Sebagai Adsorben Emisi Fromadehida kayu lapis. *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Rahkadima, Y., dan Parwati, Putri. (2011) Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah Melalui Proses Transesterifikasi dengan menggunakan CaO sebagai katalis. <https://Journal.unusida.ac.id>. Diakses tanggal 03 September 2018.
- Ruhyat, N., Firdaus, A., (2006) Analisis Pemilihan Bahan Baku Biodiesel di DKI Jakarta, Universitas Mercu Buana, Jakarta
- Scroder Eliabeth, (2006) Experiment on the Generation of activated carbon from Biomass, Institute for Nuclear and energy Technologies Forschungs Karlsruhe, Germany
- Taryana, M. (2002) Arang Aktif(Pengenalan dan Proses Pembuatannya). *Laporan Skripsi* , JurusanTeknik Industri, Universitas Sumatera Utara, Medan
- Yustinah, Hartini (2011) Adsorpsi Minyak Goreng Bekas Menggunakan Arang Aktif dari Sabut Kelapa, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"* ISSN 1693 – 4393, Universitas Muhammadiyah, Jakarta
- Yudanto, Angga dan Kartika Kusumaningrum, (2009) Pembuatan Briket Bioarang dari Arang Serbuk Gergaji Kayu Jati, *Skripsi*, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
- Zhang, Y., Dub_e, M.A., McLean, D.D., Kates, M. (2003) *Biodiesel Production from Waste Cooking Oil : 1. Process Design and Technological Assessment* *Bioresource Technology* 89 1-16, Elsevier, U.S.A