

PERANAN AKIVATOR DAN LUAS PENAMPANG KARBON AKTIF TERHADAP KEMAMPUAN ADSORPSI KARBON AKTIF PADA MINYAK GORENG BEKAS PAKAI

Miftahul Husnah¹, Ridwan Yusuf Lubis¹, Lisa Astar¹

¹Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Jl. Lap. Golf, Kp.

Tengah, Kec. Pancur Batu, Kab. Deli Serdang, 20353 Indonesia.

*email: miftahulhusnah@uinsu.ac.id.

ABSTRAK

Minyak bekas pakai atau minyak jelantah merupakan minyak yang dihasilkan dari sisa penggorengan. Harga minyak goreng yang tinggi serta kebutuhan penggunaan yang tinggi juga membuat para pedagang gorengan menggunakan minyak jelantah terus menerus yang berdampak negatif pada kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peranan aktivator dan luas penampang terhadap kemampuan adsorpsi dari karbon aktif yang dihasilkan dari tempurung buah nipah pada proses penjernihan minyak bekas pakai. Sampel yang digunakan adalah minyak goreng bekas yang kemudian di adsorpsi menggunakan karbon aktif dengan luas penampang yang berbeda-beda. Analisis luas penampang menunjukkan bahwa variasi konsentrasi NaCl sebagai aktivator dalam pembuatan karbon aktif dari tempurung buah nipah berpengaruh terhadap luas penampang, semakin tinggi konsentrasi aktivator NaCl maka semakin besar luas penampang karbon aktif yang dihasilkan. Luas permukaan karbon aktif teraktivasi NaCl 0M, 4M, 6M dan 8M memiliki nilai masing-masing yaitu 11,149 m²/g, 11,449 m²/g, 11,503 m²/g, 11,508 m²/g. Hasil menunjukkan semakin besar luas penampang karbon aktif maka kemampuan karbon aktif mengadsorb minyak bekas pakai semakin besar, dengan nilai kadar air dan bahan menguap sebesar 0,2612% - 0,1195%, peroksida of value (POV) sebesar 11,8629 meq/g - 5,3029 meq/g, acid Value (AV) sebesar 1,3368 mg KOH/g - 0,5393 mg KOH/g. Hasil optimum diperoleh pada karbon aktif yang diaktivasi dengan aktivator NaCl 8M, hal ini dikarenakan dengan meningkatnya konsentrasi aktivator maka semakin banyak pori yang terbentuk sehingga daya serap karbon aktif juga meningkat.

Kata Kunci: Karbon Aktif; Minyak Goreng Bekas; Luas Penampang; NaCl; Adsorpsi

ABSTRACT

[Title: The Role of Activators and Activated Carbon Cross-Sectional Area for Active Carbon Adsorption Capability on Used Cooking Oil] *Used oil or used cooking oil is oil that is produced from leftover frying. The high price of cooking oil and the high need for use also makes fried traders use used cooking oil continuously which has a negative impact on health. This study aims to determine the role of activators and cross-sectional area on the adsorption ability of activated carbon produced from nipa palm shells in the process of refining used oil. The sample used is used cooking oil which is then adsorbed using activated carbon with different cross-sectional areas. Analysis of the cross-sectional area shows that variations in the concentration of NaCl as an activator in the manufacture of activated carbon from nipa palm shells affect the cross-sectional area, the higher the concentration of NaCl activator, the greater the cross-sectional area of activated carbon produced. The surface area of activated carbon activated by NaCl 0M, 4M, 6M and 8M had respective values of 11.1489 m²/g, 11.4487 m²/g, 11.5028 m²/g, 11.5079 m²/g. The results show that the greater the cross-sectional area of activated carbon, the greater the ability of activated carbon to adsorb used oil, with a value of water content and volatile matter of 0.2612% - 0.1195%, peroxide of value (POV) of 11.8629 meq/g - 5.3029 meq/g, Acid Value (AV) of 1.3368 mg KOH/g - 0.5393 mg KOH/g. Optimum results were obtained on activated carbon activated with 8M NaCl activator, this was due to the increasing concentration of the activator, more pores were formed so that the absorption capacity of activated carbon also increased.*

Keywords: Activated Carbon; Used Cooking Oil; Cross-sectional Area; NaCl; Adsorption

PENDAHULUAN

Karbon aktif merupakan penyerap karbon berpori dan berbagai macam zat terlarut organik

yang dapat dihilangkan dari air. Karbon aktif memiliki rumus kimia C dan berbentuk amorf yang dapat diperoleh dengan melakukan karbonisasi terhadap bahan yang memiliki kandungan senyawa

karbon yang diberikan perlakuan khusus dalam upaya meningkatkan luas permukaannya. Luas permukaan spesifik karbon aktif berkisar antara 300 – 2500 m²/g sehingga karbon aktif memiliki kemampuan daya serap yang tinggi (Djefri Tani, 2023). Hal ini berhubungan dengan struktur pori internal yang mempengaruhi sifat dari karbon aktif sebagai adsorben (Salamah, 2008).

Bahan baku pembuatan karbon aktif berasal dari hewan, tumbuhan, limbah ataupun mineral yang mengandung karbon. Beberapa contoh bahan baku antara lain, tulang, kayu lunak, sekam padi, tongkol jagung, tempurung dan sabut kelapa, ampas tebu dan lainnya (Sembiring dan Sinaga 2003). Aktivasi dalam proses pembuatan karbon aktif dapat dibedakan menjadi dua, yaitu aktivasi secara fisika dan aktivasi secara kimia (Farma, 2017).

Adsorben akan dihasilkan melalui proses aktivasi menggunakan aktivator seperti pemanfaatan NaCl (Muhriyah Fatimura, 2020). Aktivator tersebut selanjutnya dikeluarkan sebelum proses adsorpsi (Mu'Jizah, 2010). Bahan-bahan yang mengandung karbon aktif tinggi seperti: batu bara, lignit, kayu, gambut, tempurung kacang, serta bahan lainnya. Selain itu, bahan yang bisa digunakan yaitu tempurung buah nipah (Lisa dkk, 2022).

Di Indonesia luas daerah tanaman nipah adalah 10% dari luas pasang surut sebesar 7 juta Ha. Pohon nipah tersebar luas di seluruh wilayah kepulauan Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Maluku dan Irian Jaya (Rachman dan Sudarto, 1992). Pemanfaatan tempurung buah nipah masih kurang optimal. Tempurung buah nipah memiliki potensi yang besar dalam hal ketersediaannya. Satu pohon nipah dapat menghasilkan buah sebanyak 5 kg dengan limbah buangan sebanyak 3 kg. Kulit buah nipah sendiri mengandung 36,5% selulosa dan kadar lignin sebesar 27,3% (Tamunaidu dan Saka, 2011).

Semakin luas permukaan dari karbon aktif maka semakin tinggi pula daya serap karbon aktif tersebut terhadap pengotor pada minyak (Hartini, 2014). Minyak goreng adalah bahan pangan dengan komposisi utama trigliserida berasal dari bahan nabati kecuali kelapa sawit, dengan atau tanpa perubahan kimiawi, termasuk hidrogenasi, pendinginan yang telah melalui proses rafinasi atau pemurnian yang digunakan untuk menggoreng (SNI 2013)

Minyak goreng merupakan minyak yang berasal dari lemak tumbuhan atau hewan berbentuk cair dalam suhu kamar dan biasanya digunakan untuk menggoreng bahan makanan (Sitepoe, 2008). Minyak goreng yang biasa digunakan di masyarakat

Indonesia yaitu minyak goreng kelapa sawit, sehingga dalam proses pemurniannya meliputi *degumming*, netralisasi, pemucatan, dan deodorisasi (Wara Dyah PR, 2020). Fungsi Minyak goreng adalah sebagai media transfer panas ke makanan dan menambah nilai gizi dan kalori dalam pangan. Selama penggorengan sebagian minyak akan teradsorpsi dan masuk ke bagian luar bahan yang digoreng dan mengisi ruang kosong yang semula diisi oleh air (Wijana, 2005).

Penelitian tentang pemurnian minyak jelantah dengan proses adsorpsi sudah dilakukan. Alamsyah (2017) menunjukkan bahwa kandungan asam lemak bebas minyak goreng bekas setelah pemurnian sebesar 0,284%, peroksida 6,4259 dan kandungan air 0,065%. Ini menunjukkan bahwa minyak yang telah dimurnikan dengan adsorben zeolit serta adsorben biji kelor hasil yang diperoleh dalam penentuan kandungan peroksida 8,8368 dan bilangan asam 0,584 serta kandungan air 0,094%, mempunyai kemurnian cukup baik.

Dari paparan di atas, Dari uraian di atas, maka dilakukan penelitian ini dengan judul peranan aktivator dan luas penampang karbon aktif terhadap kemampuan adsorpsi minyak goreng bekas pakai.

METODE

Bahan yang diperlukan: tempurung buah nipah, NaCl, *methylene blue*, aquades, minyak goreng bekas. Alat-alat yang digunakan untuk penelitian ini seperti: *furnace*, ayakan 100 mesh, oven, botol sampel, *aluminium foil*, beaker glass, *magnetic stirrer*, cawan, mortal/alu, neraca digital, pH meter, spektrofotometer UV-Vis (*ultra violet visible*).

Adapun prosedur yang akan dilakukan untuk pembuatan karbon aktif tempurung buah nipah yaitu:

Karbonisasi Tempurung Buah Nipah

Tempurung buah nipah di cuci dengan air dan dijemur di bawah sinar matahari selama \pm 7H. Setelah itu, proses karbonisasi tempurung buah nipah pada *furnace* dengan suhu 500°C waktu 1 jam, kemudian didinginkan kemudian diayak dengan 100 mesh.

Aktivasi Karbon Tempurung Buah Nipah

Masing-masing ditimbang karbon aktif yang setelah diayak pada setiap konsentrasi 15 gram. Selanjutnya, dilakukan perendaman karbon aktif dengan larutan NaCl pada variasi konsentrasi 0, 4, 6, dan 8 M, diaduk dengan *magnetic stirrer*. Kemudian diangkat dan dicuci dengan aquades sampai pH netral. Karbon aktif tempurung buah nipah diletakkan ke dalam oven dengan temperatur 105 °C waktu 2 jam.

Analisis Kualitas Minyak Goreng Bekas

Minyak goreng bekas dimasukkan kedalam beaker sambil disaring untuk menghilangkan kotoran. Selanjutnya dilakukan pengujian minyak goreng bekas pakai, pengujian yang dilakukan yaitu bau, warna, kadar air, *acid value* (AV) dan *peroksida of value* (POV). Hasil pengujian dibandingkan dengan SNI No.3741:2013.

Proses Pemurnian Minyak Goreng Bekas

a. Despicing

Pemisahan minyak 200 gr dari kotorannya dengan menggunakan kertas saring *whatman*.

b. Proses netralisasi

Minyak bekas pakai hasil penghilang bumbu (despicing) dipanaskan pada suhu $\pm 40^{\circ}\text{C}$. Dimasukkan larutan NaOH 15% dengan komposisi minyak 100 gram minyak : 5 ml NaOH. Larutan diaduk dan kemudian disaring dengan kertas saring.

c. Proses (pemucatan) atau *bleaching*

Dipanaskan minyak bekas pakai hasil netralisasi sampai suhu 70°C selama 30 menit. Didinginkan hingga suhu ruang, dicampurkan 5 gr adsorben karbon aktif dengan 100 ml minyak hasil netralisasi. Dipanaskan pada suhu 150°C sambil diaduk selama 1 jam. Kemudian disaring dengan kertas saring dengan memisahkan kotoran. Setelah diperoleh minyak hasil penjernihan, selanjutnya dilakukan pengujian bilangan asam, bilangan peroksida, kadar air, dan warna.

Pengujian Pada Sampel

Pengujian karbon aktif luas penampang menggunakan alat *ultra violet visible* (UV-Vis). Minyak goreng bekas pakai sebelum dan sesudah pemurnian dilakukan pengujian meliputi uji kadar air dan bahan menguap, *peroksida of value* (POV), *acid value* (AV), bau, dan analisis warna.

Penentuan Kadar Air dan Bahan Menguap

Sampel sebanyak 5gr di letakkan ke dalam piringan selanjutnya dipanaskan sampel dalam keadaan terbuka didalam oven dengan suhu (130 ± 1) $^{\circ}\text{C}$ selama 30 menit. Lalu didinginkan di desikator dan ditimbang, kadar air dan bahan Menguap dihitung:

$$\text{kadar air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100 (\%)$$

dimana:

W_0 = bobot beaker gelas kosong (gr)

W_1 = berat sampel (gr)

W_2 = berat beaker gelas + sampel setelah pemanasan (gr)

Peroksida of Value (POV)

Sebanyak 5 gr minyak bekas pakai ditambahkan 50 mL larutan asam asetat glasial-isooktan, dikocok sampai homogen di dalam erlenmeyer, lalu ditambahkan 0,5 ml larutan KI jenuh dikocok selama 1 menit. Campuran dititrasi dengan 0,1 N natrium tio sulfat warna kuning hampir hilang. Kemudian ditambahkan 0,5 mL larutan kanji 1% dan dititrasi kembali hingga warna biru akan hilang. Setelah itu, Dihitung dan dicari menggunakan rumus berikut:

$$\text{Peroksida of Value (mek O}_2\text{/gr)} = \frac{1000 \times N \times (V_0 - V_1)}{W}$$

dimana:

N = Normalitas larutan standart natrium tiosulfat 0,001 (N)

V_0 = volume larutan natrium tiosulfat 0,1 N yang digunakan untuk titrasi minyak bekas pakai (ml)

V_1 = volume larutan natrium tiosulfat 0,1 digunakan untuk titrasi blanko (ml)

W = Bobot contoh yang diuji (gr)

Acid Value (AV)

Ditimbang sampel 5-10 gr lalu ditambahkan 50 ml etanol hangat, tambahkan 5 tetes larutan fenolftalein sebagai indikator. Titrasi larutan tersebut dengan Kalium Hidroksida atau Sodium Hidroksida 0,1 N (N) sampai terbentuk warna merah muda (bertahan selama 30 detik). Lakukan pengadukan dengan cara menggoyangkan Erlenmeyer selama titrasi. Hasilnya dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Acid Value (mg KOH/gr)} = \frac{56,1 \times V \times N}{W}$$

Keterangan :

V = Volume larutan KOH yang diperlukan (ml)

N = Normalitas larutan KOH (N)

W = Bobot contoh yang diuji

Analisis Bau dan Warna

Analisis bau dan warna dalam penjernihan minyak bekas pakai dengan menggunakan uji organoleptik dengan panelis orang.

Luas Penampang Karbon Aktif

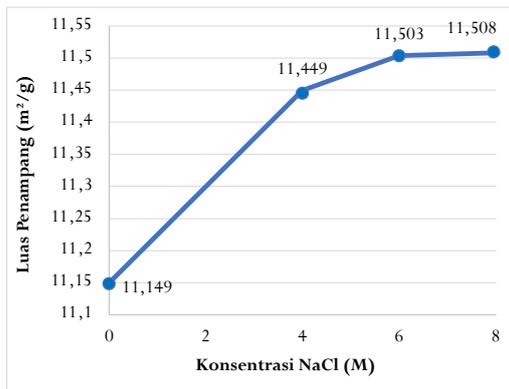
0,1 gram ditimbang karbon aktif tempurung buah nipah dimasukkan di *beaker glass*, lalu dicampurkan 25 ml larutan *metylene blue* 5 ppm sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit, selanjutnya disaring dan hasilnya diukur dengan alat UV-Vis.

HASIL DAN PEMBAHASAAN

Karbon aktif tempurung buah nipah yang diaktivasi NaCl dikarakterisasi dengan menggunakan alat spektrofotometri UV-Vis (*Ultra Violet Visible*) untuk mengukur luas permukaan karbon aktif, kemudian karbon aktif diaplikasikan untuk pemurnian minyak bekas yang kemudian diuji kadar air dan bahan menguap, *peroksida of value* (POV), *acid value* (AV), warna dan bau.

a. Luas Penampang

Diperoleh nilai luas penampang karbon aktif tempurung buah nipah dengan menggunakan *methylene blue* pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi aktivator NaCl terhadap luas penampang karbon aktif.

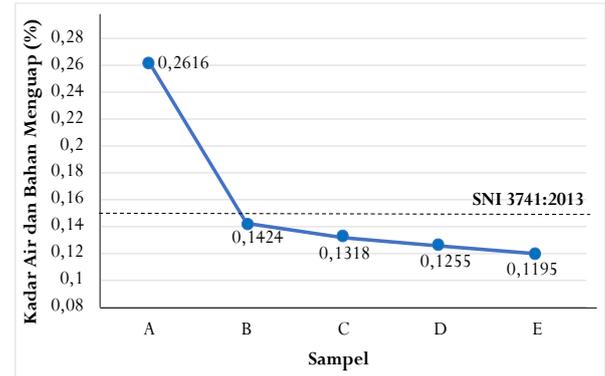
Hasil nilai luas penampang karbon aktif yang didapatkan paling tertinggi dengan konsentrasi 8 M, dikarenakan semakin tinggi aktivator larutan NaCl maka semakin besar pula luas penampang yang diperoleh dan menyebabkan pori-pori dalam karbon aktif tempurung buah nipah semakin besar. Karbon aktif yang paling terbaik pada konsentrasi 8 M, pada adsorpsi *methylene blue* dengan nilai sebesar 11,508 m²/g, apabila dibandingkan dengan konsentrasi 0, 4, dan 6 M.

Pada penelitian sampel karbon aktif yang kemudian diaplikasikan pada proses filtrasi minyak goreng bekas sehingga diperoleh sampel A (Minyak goreng bekas sebelum difiltrasi), sampel B, C, D, dan E yang merupakan minyak goreng bekas hasil filtrasi menggunakan karbon aktif dengan luas penampang 11,149 m²/g, 11,449 m²/g, 11,503 m²/g, dan 11,508 m²/g

b. Kadar Air dan Bahan Menguap

Berdasarkan data hasil penentuan kadar air dan bahan menguap, diperoleh data seperti Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi luas penampang karbon aktif, maka kadar air dan bahan menguap cenderung semakin kecil. Kadar air dan bahan menguap tertinggi terdapat pada sampel A yaitu 0,2612%. Pada sampel B mencapai

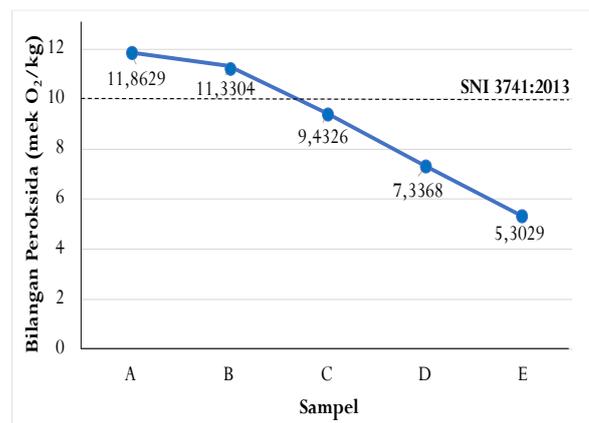
0,1424%. Nilai tersebut semakin turun pada sampel C, D dan E yakni sebesar 0,1318%, 0,1255% dan 0,1195%. Semakin besar luas penampang dari karbon aktif, maka penurunan kadar air dan bahan menguap pada minyak jelantah semakin meningkat dan ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi berlangsung dengan baik, karena semakin banyak air dalam minyak yang teradsorpsi. Hasil pemurnian yang memenuhi standar mutu minyak goreng menurut SNI 3741:2013 dengan nilai maksimal 15% berada pada sampel B, C, D, E.



Gambar 2. Grafik Nilai Kadar Air dan Bahan Menguap

c. Peroksida of Value (POV)

Bilangan peroksida menunjukkan derajat kerusakan pada minyak, oksigen yang terikat akibat ikatan rangkap pada asal lemak tidak jenuh menyebabkan peroksida yang tidak stabil (Dinda Robiatul dkk, 2021). Berdasarkan data hasil penentuan *peroksida of value* (POV), diperoleh data seperti Gambar 3 .



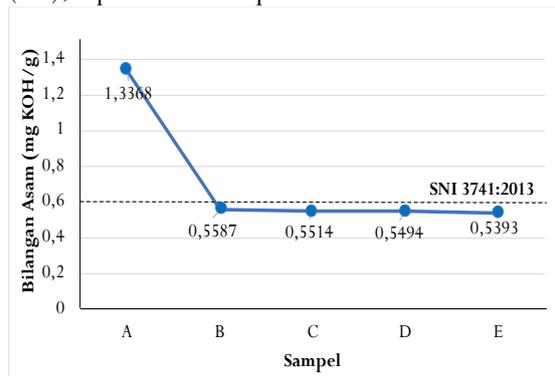
Gambar 3. Grafik Peroksida of Value (POV)

Dari Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi luas penampang karbon aktif, maka nilai *peroksida of value* (POV) cenderung semakin kecil. *peroksida of value* tertinggi terdapat pada sampel A yaitu 11,8629 meq/g. Pada sampel B mencapai 11,3304 meq/g. Nilai tersebut semakin turun pada

sampel C, D dan E yakni sebesar 9,4326 meq/g, 7,3368 meq/g dan 5,3029 meq/g. Semakin besar nilai luas penampang dari karbon aktif, maka semakin besar pula penurunan angka peroksida dalam minyak tersebut. Hal ini berbanding lurus jika dibandingkan dengan meningkatnya nilai luas penampang karbon aktif. Hasil *peroksida of value* yang memenuhi standar mutu minyak goreng menurut SNI 3741:2013 dengan nilai maksimal 10% berada pada sampel C, D dan E.

d. Acid Value (AV)

Berdasarkan data hasil penentuan *acid value* (AV), diperoleh data seperti Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Nilai Acid Value (AV)

Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin tinggi luas penampang karbon aktif, maka nilai *acid value* (AV) cenderung semakin kecil. *Acid value* tertinggi terdapat pada sampel A yaitu 1,3368 mg KOH/g. Pada sampel B mencapai 0,5587 mg KOH/g. Nilai tersebut semakin turun pada sampel C, D dan E yakni sebesar 0,5514 mg KOH/g, 0,5494 mg KOH/g dan 0,5393 mg KOH/g. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan luas penampang karbon aktif tempurung buah nipah berperan dalam proses penurunan asam lemak. Faktor yang berpengaruh penting dalam penurunan *acid value* menggunakan karbon aktif adalah kemampuan menyerap apa saja yang berkontak dengan karbon aktif tersebut. Karena semakin tinggi luas penampang yang di hasilkan, maka semakin banyak pula pori-pori yang terbentuk sehingga mempengaruhi pada proses adsorpsi.

Hasil *acid value* yang memenuhi standar mutu minyak goreng menurut SNI 3741:2013 berada pada sampel A, B, C, D, E. Karena *peroksida of value* didalam minyak berdasarkan

standar mutu minyak goreng menurut SNI 3741:2013 maksimal sebesar 0,6 %.

e. Analisis Bau dan Warna

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil pengujian bau dan warna dengan filtrasi adsorben karbon aktif tempurung buah nipah seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Bau dan Warna

No	Nama sampel	Bau	Warna
1	Sampel A	Normal	Kuning Kecoklatan
2	Sampel B	Normal	Kuning Kecoklatan
3	Sampel C	Normal	Kuning Kecoklatan
4	Sampel D	Normal	Kuning Kecoklatan
5	Sampel E	Normal	Kuning Kecoklatan

Tabel 1 menunjukkan nilai pengujian bau dan warna pada sampel A, B, C, D, E. Masing-masing sampel yang di uji memperlihatkan bau yang normal dan warna kuning kecoklatan. Hal ini apabila dibandingkan dengan standar SNI 3741:2013 tentang syarat mutu minyak goreng, maka masing-masing sampel telah memenuhi standar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya peranan aktivator dan luas penampang pada adsorpsi minyak goreng bekas. Analisis luas penampang menunjukkan bahwa aktivator dalam pembuatan karbon aktif dari tempurung buah nipah sangat berpengaruh terhadap proses adsorpsi. Hal ini ditunjukkan dari luas penampang karbon aktif teraktivasi NaCl 0M, 4M, 6M dan 8M memiliki nilai masing-masing yaitu 11,1489 m²/g, 11,4487 m²/g, 11,5028 m²/g, 11,5079 m²/g. Hasil dari pengaplikasian pada minyak goreng bekas menunjukkan bahwa semakin tinggi luas penampang karbon aktif, maka semakin baik pula hasil pengujian yang dilakukan. Hal ini terlihat pada masing - masing pengujian dimana hasil kadar air dan bahan menguap sebesar 0,2612%-0,1195%, *peroksida of value* (POV) sebesar 11,8629 meq/g-5,3029 meq/g, *acid value* (AV) sebesar 1,3368 mg KOH/g-0,5393 mg KOH/g. Sampel pengujian yang telah memenuhi syarat SNI 3741:2013 berada pada sampel C, D dan E. Hasil optimum diperoleh pada karbon aktif yang diaktivasi dengan aktivator NaCL 8M, hal ini

dikarenakan dengan meningkatnya konsentrasi aktivator maka semakin banyak pori yang terbentuk sehingga daya serap karbon aktif juga meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, M. K. (2017). Pemurnian Minyak Jelantah Dengan Proses Adsorpsi. *Jurnal Teknik Kimia* , 2(2), 22-26.
- Al Qory, D. R., Ginting, Z., & Bahri, S. (2021). *Pemurnian Minyak Jelantah Menggunakan Karbon Aktif dari Biji Salak (Salacca Zalacca) Sebagai Adsorben Alami dengan Aktivator H₂SO₄*. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 10(2), 26-36.
- Tani, D. (2023). *Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif*. Penerbit NEM.
- Fatimura, M., Masriatini, R., & Putri, F. (2020). *Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Menjadi Karbon Aktif Dengan Variasi Konsentrasi Aktivator NaCl*. *Jurnal Redoks*, 5(2), 87-95.
- Farma, R. (2017). *Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Serabut Tandan Kelapa Sawit Sebagai Adsorben dengan Variasi Aktivator KOH Berbantuan Iradiasi Gelombang Mikro*. *Jurnal Komunikasi Fisika Indonesia* , Vol 14 No.05.
- Hartini, L. (2014). *Karakterisasi Karbon Aktif Teraktivasi NaCl dari Ampas Tahu*. Skripsi: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Astari, L., Daulay, A. H., & Lubis, R. Y. (2022). *Karbon Aktif Tempurung Buah Nipah (Nypa Fruticans) Menggunakan Aktivator NaCl*. *Journal Online Of Physics*, 8(1), 6-10.
- Mu'jizah, S. (2010). *Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Biji Kelor*. UIN Malang: Skripsi.
- Rachman, K., & Yudo, S. (1992). *Nipah (Sumber Pemanis Baru)*. Yogyakarta: Kanisius.
- Rengga, W. D. P. (2020). *Karbon aktif: perpanjangan masa pakai minyak goreng*. Deepublish.
- Salamah, S. (2008). *Pembuatan Karbon*. *Prosiding Seminar Nasional Teknoin2* , (5):55–59.
- Sembiring, M. T. (2003). *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatan)*. Sumatera Utara: Teknik Industri USU.
- Sitepoe, M. (2008). *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UIPress.
- SNI. (2013). *SNI 3741:2013 Minyak Goreng*. Jakarta: BSN.
- Tamunaidu P, S. S. (2011). Chemical characterization of various parts of nipa palm (*Nypa fruticans*). *Ind Crop Prod* 34 , 1423-1428.
- Wijana, S. (2005). *Mengolah minyak goreng bekas*. Surabaya: Trubus agrisarana.