

Karakteristik Karbon Aktif Tempurung Kluwak (*Pangium edule*) Sebagai Adsorben Pada Penjerapan *Methylene Blue*

Characteristics Of Kluwak Shell (Pangium edule) Activated Carbon As Adsorbent In Methylene Blue Adsorption

Andi Musfirah Adhar 1^{*}, Isma Ayu Ningsih Putri Zainal 2², Farham 3³, Ida Adriani Idris 4⁴, Haera Setiawati 5⁵, Yuliani HR 6⁶

^{1,2,3,4,5} Program Studi D3 Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang

⁶ Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang

Email: ¹andimusfirahadhar21@gmail.com, ²ayuningisihisma@gmail.com, ³farhamfarham796@gmail.com, ⁴idaadriani23@gmail.com, ⁵haera.setiawati02@gmail.com, ⁶yulianih@poliupg.ac.id

*Penulis korespondensi: andimusfirahadhar21@gmail.com

Direview: Februari 2022

Diterima: Maret 2022

ABSTRAK

Kluwak (*Pangium edule*) merupakan tanaman yang bijinya digunakan sebagai bahan penyedap makanan sehingga menghasilkan limbah berupa tempurung kluwak yang pemanfaatannya belum banyak digunakan oleh masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah tempurung kluwak yang telah dikarbonisasi sebagai adsorben pada penjerapan *methylene blue* dengan melakukan aktivasi menggunakan kalium hidroksida (KOH) untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi pada adsorben tersebut. Variasi konsentrasi KOH yang digunakan yaitu 0, 1, 3, dan 5 M serta konsentrasi larutan *methylene blue* 100, 110, 120, 130, 140, dan 150 ppm. Kajian yang ditinjau yaitu bagaimana karakteristik tempurung kluwak sebagai adsorben pada penjerapan *methylene blue* yang meliputi presentase penjerapan, kapasitas adsorpsi maksimum melalui persamaan *Langmuir*, morfologi adsorben melalui analisis *Scanning Electron Microscope* (SEM), dan luas permukaan. Proses adsorpsi pada penelitian ini berlangsung secara *batch* selama 90 menit menggunakan *shaker* kecepatan 300 rpm dengan volume larutan *methylene blue* sebanyak 50 mL dan berat karbon tempurung kluwak tanpa aktivasi dan aktivasi KOH 1, 3, dan 5 M sebanyak 0,15 g. Hasil menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi KOH maka semakin tinggi nilai presentase penjerapan rata-rata dan kapasitas adsorpsi maksimum. Nilai presentase penjerapan rata-rata, kapasitas adsorpsi maksimum, dan luas permukaan terbesar yaitu pada karbon tempurung kluwak aktivasi KOH 5 M yang berturut-turut sebesar 97,69%; 48,082mg/g; dan 174,17m²/g. Hasil analisis SEM menunjukkan bahwa karbon tempurung kluwak aktivasi KOH 5 M memiliki ukuran partikel dan bentuk pori lebih besar, bentuk yang lebih menyatu, serta struktur berupa lempengan dibandingkan tanpa aktivasi.

Kata kunci: adsorpsi, aktivasi, tempurung kluwak.

ABSTRACT

Kluwak (Pangium edule) is a plant that the seeds are used as a seasoning, to produce waste in the form of kluwak shells that the application has not been widely used by the community. This study aims to utilize the carbonized kluwak shell waste as an adsorbent for the absorption of methylene blue, by activating them using potassium hydroxide (KOH) to increase the adsorption ability of the adsorbent. Variations in the concentrations of KOH used are 0, 1, 3, and 5 M and concentrations of methylene blue solution 100, 110, 120, 130, 140, and 150 ppm. The study reviewed how the characteristics of the kluwak shell as an adsorbent on the absorption of methylene blue, including absorption percentage, maximum adsorption capacity through Langmuir equation, adsorbent morphology through Scanning Electron Microscope (SEM) analysis, and surface area. The adsorption process in this study took place in batches for 90 minutes using a shaker with speed of 300 rpm with volume methylene blue solution as much as 50 mL and the weight of the kluwak shell carbon without activation, and KOH 1, 3, and 5 M activated kluwak shell carbon as much as 0.15 g. The results showed that the higher the concentration of KOH,

the higher the average adsorption percentage and maximum adsorption capacity. The amount of the average percent absorption, maximum adsorption capacity, and the largest surface area were on the kluwak shell carbon activated by KOH 5 M, were respectively 97.69%; 48.082mg/g; and 174.17 m²/g. The SEM results analysis showed that activated kluwak shell carbon of 5 M KOH had a larger particle size and pore shape, had a more unified shape, and a flake structure than without activation.

Keywords: adsorption, activation, kluwak shell.

1. PENDAHULUAN

Kluwak merupakan tanaman yang bijinya digunakan sebagai bahan penyedap makanan di Kota Makassar yakni pallu kaloa. Daging biji kluwak dipisahkan dari tempurungnya sehingga menghasilkan limbah berupa tempurung kluwak dengan kandungan *fixed carbon* sebesar 92,15% berdasarkan hasil uji *proximate* yang dilakukan oleh Latifan dan Susanti (2012). Hal ini mengindikasikan bahwa limbah tempurung kluwak dapat digunakan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi. Adsorpsi adalah suatu proses penjerapan partikel atau molekul pada suatu padatan sehingga membentuk suatu *film* (lapisan tipis) pada permukaan padatan tersebut. Zat yang diadsorpsi disebut dengan adsorbat dan zat yang mengadsorpsi disebut dengan adsorben.

Tempurung kluwak sebagai adsorben dalam mengadsorpsi asam lemak bebas pada minyak goreng bekas telah dilakukan oleh Kurniasari dan Gloriana (2020) yang menunjukkan penurunan asam lemak bebas sebesar 4,58% - 22,78%. Kemampuan penjerapan tempurung kluwak ini masih sangat rendah, sehingga perlu ditingkatkan melalui karbonisasi dan aktivasi menggunakan kalium hidroksida (KOH). KOH merupakan basa kuat yang dapat menghilangkan zat-zat pengotor dalam karbon sehingga membuat karbon lebih berpori (Latifan & Susanti, 2012). Hal ini dibuktikan dalam penelitian yang telah dilakukan oleh Nurfitri dkk. (2019), aktivasi karbon tempurung kelapa menggunakan KOH dapat meningkatkan luas permukaan hingga ± 2.000 m²/mg karbon.

Pengujian kinerja tempurung kluwak terkarbonisasi dan teraktivasi dilakukan dengan menjerap *methylene blue* melalui metode adsorpsi. Metode ini merupakan salah satu cara penanggulangan limbah tekstil berupa zat warna. *Methylene blue* adalah salah satu contoh zat warna yang banyak dipakai industri tekstil. Senyawa ini hanya digunakan sekitar 5% sedangkan sisanya yaitu 95% akan dibuang sebagai limbah (Riyanto & Julianto, 2009). Pemanfaatan karbon aktif tempurung kluwak sebagai adsorben dapat digunakan untuk menyerap zat warna *methylene blue* yang terkandung di dalam limbah tekstil, hal serupa dilakukan oleh penelitian Astuti dkk. (2017) yang memanfaatkan karbon aktif dari tempurung kluwak sebagai adsorben zat warna *rhodamin B*.

Kinerja adsorben berbahan baku tempurung kluwak dapat diketahui dari hasil perhitungan pada presentase penjerapan dan kapasitas maksimum (qm) melalui metode *Langmuir*. Selain itu, kinerja daya serap adsorben sangat dipengaruhi oleh luas permukaan serta morfologi adsorben yang ditunjukkan melalui analisis *Scanning Electron Microscope* (SEM). Dengan demikian, penelitian ini dilakukan untuk mempelajari karakteristik tempurung kluwak sebagai adsorben terhadap penjerapan *methylene blue* yang meliputi, presentase penjerapan, kapasitas adsorpsi maksimum, morfologi, dan luas permukaan.

2. METODE PENELITIAN

Preparasi Sampel

Preparasi sampel dilakukan dengan mencuci tempurung kluwak, lalu menjemurnya di bawah sinar matahari selama 2×24 jam atau hingga kering lalu dikarbonisasi kemudian karbon yang diperoleh diperkecil ukurannya menggunakan *crusher* dan diayak menggunakan *sieving* ukuran 120 *mesh*.

Tahap Aktivasi

Larutan KOH 1; 3; 5 M ditambahkan ke dalam masing-masing karbon dengan perbandingan 1:4 (karbon:KOH). Mengaduk masing-masing campuran dengan putaran 200 rpm menggunakan *magnetic stirrer* sambil dipanaskan pada suhu 80°C selama 4 jam, mendinginkan campuran selama 24 jam lalu menyaring larutannya dan mencuci endapan karbon menggunakan aquades hingga pH larutan netral. Menyaring endapan karbon, lalu dikeringkan di dalam oven suhu 105°C.

Proses Adsorpsi

Larutan *methylene blue* 100 ppm sebanyak 50 mL ditambahkan ke dalam masing-masing adsorben (karbon tempurung kluwak, dan karbon aktif tempurung kluwak) sebanyak 0,15 g. Sampel digoyangkan menggunakan *shaker* dengan kecepatan 300 rpm selama 1,5 jam, kemudian mengendapkan karbon menggunakan *centrifuge* pada kecepatan 10000 rpm selama 15 menit dan disaring menggunakan kertas saring sehingga didapatkan filtrat yang bebas adsorben. Mengukur nilai absorbansi filtrat *methylene blue* yang dihasilkan menggunakan

spektrofotometer UV-Vis. Melakukan proses yang sama untuk variasi konsentrasi larutan *methylene blue* 110, 120, 130, 140, dan 150 ppm.

Uji Karakteristik

Uji karakteristik yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan tiga metode analisis. Metode pertama yaitu analisis dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mengukur nilai absorbansi larutan yang akan digunakan untuk menentukan konsentrasi *methylene blue* dalam larutan. Presentase penjerapan dapat dihitung menggunakan persamaan (1) dan selanjutnya menghitung jumlah adsorbat yang terjerap menggunakan persamaan (2) serta kapasitas adsorpsi maksimum menggunakan persamaan *Langmuir* pada persamaan (3).

$$\text{Presentase Penjerapan} = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100\% \quad (1)$$

$$q_e = \frac{(C_o - C_e) \times V}{W} \quad (2)$$

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_m} \times C_e + \frac{1}{q_m \times K_L} \quad (3)$$

Dimana, q_e adalah konsentrasi adsorbat yang terjerap pada saat *equilibrium* (mg/g), C_o adalah konsentrasi awal *methylene blue* dalam larutan (mg/L), C_e adalah konsentrasi *equilibrium methylene blue* dalam larutan (mg/L), V adalah volume larutan (L), W adalah massa adsorben yang digunakan (g), q_m adalah kapasitas adsorpsi maksimum (mg/g), dan K_L adalah konstanta *Langmuir* (L/mg).

Metode analisis kedua yaitu morfologi permukaan adsorben menggunakan metode *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan ketiga yaitu penentuan luas permukaan menggunakan metode adsorpsi *methylene blue* pada persamaan (4).

$$S = \frac{q_e \times N \times a}{M_r} \quad (4)$$

Dimana, S adalah luas permukaan adsorben (m^2/g), q_e adalah konsentrasi adsorbat yang terjerap pada saat *equilibrium* (mg/g), N adalah bilangan Avogadro ($6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$), a adalah luas penutupan oleh 1 molekul *methylene blue* ($197 \times 10^{-20} \text{ m}^2$), dan M_r adalah massa molekul relatif *methylene blue* (319,86 g/mol) (Nurfritria, et al., 2019).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Adsorpsi

Karbon tempurung kluwak yang diaktivasi KOH memiliki nilai konsentrasi setimbang (C_e) lebih rendah dibandingkan tempurung kluwak tanpa aktivasi seperti yang ditunjukkan pada Tabel-1. Hal ini menunjukkan bahwa pada aktivasi karbon tempurung kluwak memiliki kemampuan menjerap yang lebih besar dibandingkan karbon tempurung kluwak tanpa aktivasi dan semakin tinggi konsentrasi KOH maka kemampuan penjerapannya akan semakin besar. Hal ini dikarenakan, aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori 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 (Sembiring & Sinaga, 2003).

Tabel-1. Nilai Absorbansi dan C_e Larutan Sampel

Co (ppm)	Konsentrasi KOH (M)							
	0		1		3		5	
	Abs	Ce	Abs	Ce	Abs	Ce	Abs	Ce
100	0,278	68,741	0,072	17,060	0,327	1,621	0,052	0,241
110	0,301	74,511	0,092	22,077	0,589	2,935	0,148	0,723
120	0,340	84,295	0,116	28,098	0,657	3,276	0,453	2,253
130	0,379	94,079	0,148	36,126	0,059	6,899	0,638	3,181
140	0,384	95,334	0,153	37,381	0,064	7,526	0,039	4,390
150	0,464	115,40	0,210	51,681	0,125	15,178	0,070	8,279

Uji Karakteristik

Presentase Penjerapan

Rata-rata nilai presentase penjerapan karbon tempurung kluwak, karbon aktif tempurung kluwak yang menggunakan aktivator KOH konsentrasi 1, 3, dan 5 M dapat dilihat pada Tabel-2.

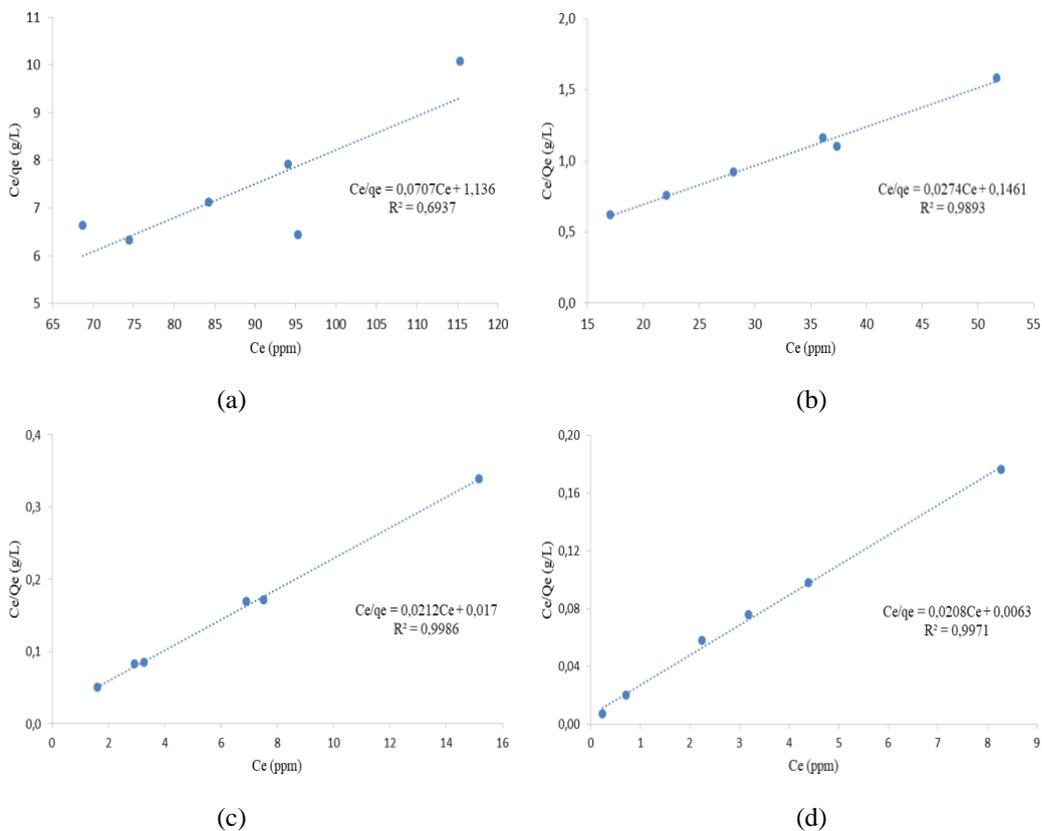
Tabel-2. Nilai Presentase Penjerapan Adsorben

Aktivasi KOH	%Penjerapan Rata-Rata (%)			
	0	1 M	3 M	5 M
	29,31	75,09	95,36	97,69

Tabel-2 menunjukkan bahwa konsentrasi aktivator sangat mempengaruhi presentase penjerapan pada adsorben. Karbon tempurung kluwak tanpa aktivasi mampu mengadsorpsi larutan *methylene blue* meskipun dengan presentase yang kecil. Karbon tempurung kluwak yang telah diaktivasi menggunakan KOH konsentrasi 1, 3, dan 5 M terus mengalami peningkatan presentase penjerapan yang berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi aktivator.

Kapasitas Adsorpsi Maksimum

Kapasitas adsorpsi maksimum karbon tempurung kluwak dan karbon aktif tempurung kluwak 1, 3, dan 5 M ditentukan menggunakan Persamaan (2). Berdasarkan persamaan tersebut dibuat grafik hubungan antara C_e terhadap C_e/q_e yang ditunjukkan pada Gambar-1.



Gambar-1. Kurva Isotherm Langmuir Karbon Tempurung Kluwak (a) Tanpa Aktivasi, (b) Aktivasi KOH 1 M, (c) Aktivasi KOH 3 M, (d) Aktivasi KOH 5 M

Persamaan linear pada Gambar-1 dapat digunakan untuk menentukan besarnya kapasitas maksimum (q_m) adsorben dan nilai konstanta langmuir (K_L), dimana q_m diperoleh dari $1/\text{slope}$ dan K_L diperoleh dari $\text{slope}/\text{intersep}$. Nilai q_m dan K_L dapat dilihat pada Tabel-3.

Tabel-3. Nilai q_m dan K_L Adsorben

Konsentrasi KOH (M)	q_m	K_L
0	14,138	0,062
1	36,537	0,187
3	47,096	1,251
5	48,082	3,280

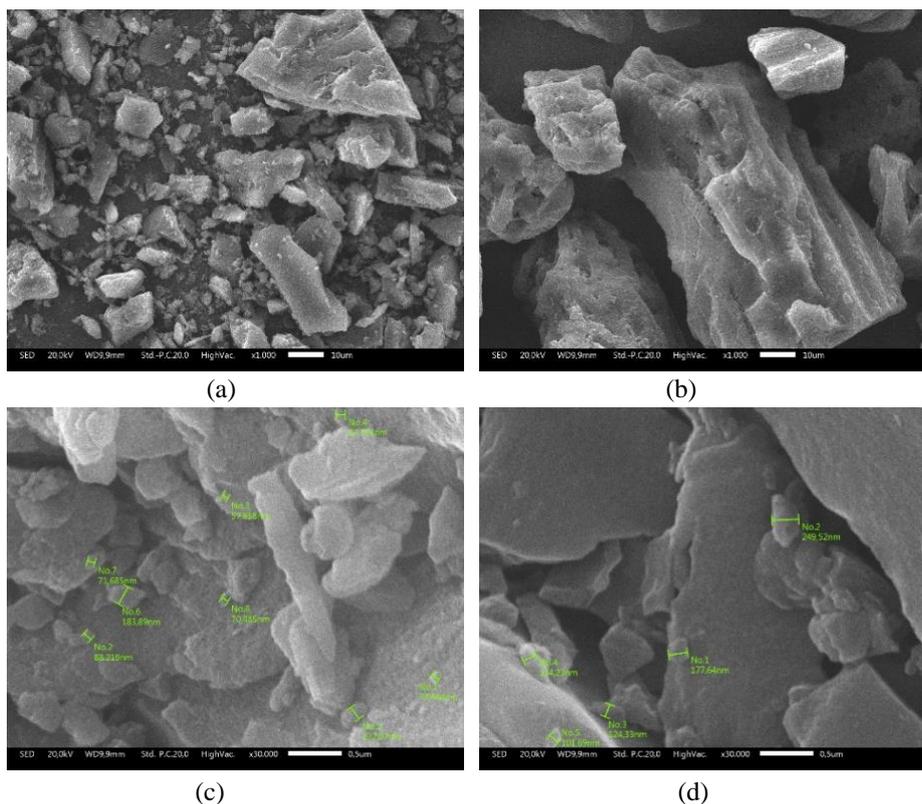
Tabel-3 menunjukkan bahwa nilai q_m dan K_L sangat dipengaruhi oleh konsentrasi aktivator, semakin tinggi konsentrasi aktivator maka nilai q_m dan K_L akan semakin tinggi. Kapasitas adsorpsi tempurung kluwak pada

penjerapan *methylene blue* lebih besar dibandingkan beberapa jenis adsorben, seperti penelitian yang dilakukan oleh Nurhasni dkk. (2018), adsorpsi menggunakan kulit kacang tanah dengan aktivasi NaOH menghasilkan kapasitas adsorpsi sebesar 14,0017mg/g sedangkan menurut Falahiyah (2015), adsorpsi menggunakan abu sabut dan tempurung kelapa teraktivasi H₂SO₄ menghasilkan kapasitas adsorpsi sebesar 4,533mg/g.

Peningkatan nilai presentase penjerapan dan kapasitas adsorpsi maksimum berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi aktivator KOH. Hal ini dikarenakan jumlah KOH yang lebih banyak dalam suatu larutan dapat mengikat zat-zat pengotor yang lebih banyak pula. Zat pengotor ini akan larut pada proses pencucian dan menghasilkan karbon tempurung kluwak dengan kemampuan penjerapan yang lebih besar dan mengakibatkan semakin banyak jumlah *methylene blue* yang terjerap.

Morfologi dan Luas Permukaan

Karbon tempurung kluwak tanpa aktivasi dan aktivasi KOH 5 M dianalisis menggunakan SEM untuk mengetahui morfologinya. Berdasarkan Gambar-2, dapat dilihat bahwa morfologi dari karbon tempurung kluwak tanpa aktivasi berbentuk serpihan dengan distribusi partikel yang tidak merata, sedangkan karbon tempurung kluwak aktivasi KOH 5 M memiliki bentuk yang lebih menyatuh dan membentuk struktur berupa lempengan. Selain itu, terjadi perbesaran ukuran partikel pada karbon tempurung kluwak aktivasi KOH 5 M serta pori yang terbentuk lebih besar dibandingkan tanpa aktivasi yang dibuktikan dengan luas permukaan pada karbon tempurung kluwak tanpa aktivasi sebesar 42,52m²/g dan aktivasi KOH 5 M sebesar 174,17m²/g berdasarkan hasil perhitungan menggunakan Persamaan (4). Hal ini yang mengakibatkan kapasitas adsorpsi maksimum karbon tempurung kluwak aktivasi KOH 5 M yaitu 48,082mg/g lebih besar dibandingkan tanpa aktivasi yaitu 14,138mg/g.



Gambar-2. Morfologi Hasil Uji SEM Karbon Tempurung Kluwak Perbesaran 1000x (a) Tanpa Aktivasi, (b) Aktivasi KOH 5M, Perbesaran 30000x (c) Tanpa Aktivasi, dan (d) Aktivasi KOH 5 M.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai presentase penjerapan rata-rata dan kapasitas adsorpsi maksimum terbesar yaitu pada karbon tempurung kluwak aktivasi KOH 5 M sebesar 97,69% dan 48,082mg/g, sedangkan tanpa aktivasi sebesar 29,31% dan 14,138mg/g.

2. Semakin besar konsentrasi KOH maka semakin besar presentase penyerapan dan kapasitas adsorpsi maksimum adsorben. Nilai presentase penyerapan dan kapasitas adsorpsi maksimum terbesar yaitu pada karbon tempurung kluwak aktivasi KOH 5 M.
3. Morfologi permukaan pada karbon tempurung kluwak aktivasi KOH 5 M memiliki ukuran partikel dan bentuk pori lebih besar, struktur berupa lempengan serta luas permukaan yang lebih besar yaitu $174,17\text{m}^2/\text{g}$, dibandingkan tanpa aktivasi.

SARAN

1. Perlu dilakukan aktivasi lanjut menggunakan KOH dengan konsentrasi yang lebih tinggi dan aktivasi fisika untuk memperoleh adsorben dengan permukaan yang lebih berpori.
2. Perlu dilakukan analisis lanjut menggunakan instrumen analisis lainnya.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kemampuan adsorpsi karbon aktif tempurung kluwak pada zat warna kationik lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi atas pendanaan pada Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) yang telah diberikan, terima kasih kepada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang atas sarana dan prasarana yang telah disediakan. Terima kasih pula kepada rekan dan sahabat yang telah memberikan dukungan dalam melakukan penelitian ini, serta kepada dosen pembimbing yang telah mendampingi, membimbing, dan memberi dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, W., Taba, P., & Hala, Y. (2017). *Pemanfaatan Karbon Aktif dari Tempurung Kluwak (Pangium edule Reinw) sebagai Adsorben Zat Warna Rhodamin B*. Makassar: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
- Falahiyah. (2015). *Adsorpsi Methylene Blue Menggunakan Abu dari Sabut dan Tempurung Kelapa Teraktivasi Asam Sulfat*. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Kurniasari, S. H., & Gloriana, W. F. (2020). *Pemanfaatan Karbon Aktif Tempurung Kluwak (Pangium Edule) pada Penurunan Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Goreng Bekas*. Makassar: Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Latifan, R., & Susanti, D. (2012). Aplikasi Karbon Aktif dari Tempurung Kluwak (Pangium Edule) dengan Variasi Temperatur Karbonisasi dan Aktifasi Fisika sebagai Electric Double Layer Capacitor (EDLC). *Jurnal Teknik Material dan Metalurgi*, 1(1), 1-6.
- Nurfitriana, N., Febriyantiningrum, K., Utomo, W., Nugraheni, Z., Pangastuti, D., Maulida, H., & Ariyanti, F. (2019). Pengaruh Konsentrasi Aktivator Kalium Hidroksida (KOH) pada karbon Aktif dan Waktu Kontak Terhadap Daya Adsorpsi Logam Pb dalam Sampel Air Kawasan Mangrove Monorejo, Surabaya. *Akta Kimia Indonesia*, 14(1), 75-85.
- Nurhasni, Mar'af, R., & Hendrawati. (2018). Pemanfaatan Kulit Kacang Tanah (*Arachis hypogaea L.*) sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru. *Jurnal Kimia Valensi*, 156-167.
- Riyanto, & Julianto, T. S. (2009). Degradasi Senyawa Metilen Biru dengan Metode Elektrolisis menggunakan Elektroda Platinum. *Jurnal Universitas Islam Indonesia*, 1-10.
- Sembiring, M. T., & Sinaga, T. S. (2003, Oktober 16). *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. Diambil kembali dari USU Digital Library: <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/1443>