

PENELITIAN ASLI

POTENSI KARBON AKTIF KULIT NANAS (*Ananas comosus*) SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BERAT Pb DENGAN PERBANDINGAN AKTIVATOR NaOH DAN HCl

Rusli¹, Siti Fatimah^{1*}, Herdi Idriawien Gusti¹, Elfirah Jumrah¹

¹*Fakultas Sains, Universitas Muhammadiyah Bulukumba, Bulukumba, Sulawesi Selatan, 92511, Indonesia*

Info Artikel	Abstrak
Riwayat Artikel:	<i>The increasing need for activated carbon with biological raw materials in Indonesia is very rapid, supported by technological and industrial advances. Activated carbon is quite important in the industrial world which is used as an adsorbent. This research uses pineapple skin as a raw material for making activated carbon. The purpose of this study was to determine the potential and adsorption capacity of activated carbon from pineapple peels. Activated carbon is prepared by carbonating pineapple skin at 600oC for 5 minutes and then activated with HCl and NaOH activators by soaking for 24 hours. Furthermore, the absorption of Pb was tested using AAS to determine the absorption potential of pineapple peel activated carbon for heavy metals. The test results showed that activated carbon using HCl had a yield of 9.2%, moisture content of 12.68%, and ash content of 35.88%. Meanwhile, activated carbon using NaOH had a yield of 9.5%, moisture content of 32.38%, and ash content of 21.03%. The adsorption capacities were 0.0045 mg/g (HCl) and 0.0053 mg/g (NaOH). These results indicate that pineapple peel has strong potential as a raw material for activated carbon in heavy metal adsorption, in accordance with SNI 06-3730-1995.</i>
Tanggal Dikirim: 28 Juni 2025	
Tanggal Diterima: 16 Juli 2025	
Tanggal Dipublish: 16 Juni 2025	
Kata kunci: Activated Carbon; Adsorbent; <i>Ananas comosus</i> ; AAS	
Penulis Korespondensi: Siti Fatimah Email: ftmhazzhra91@gmail.com	

Jurnal Kimia Saintek dan Pendidikan

e-ISSN: 2615-3378

Vol. 9 No.1 Juni, 2025 (Hal 10-18)

Homepage: <https://e-jurnal.sari-mutiara.ac.id/index.php/Kimia>

DOI: <https://doi.org/10.51544/kimia.v9i1.6078>

How To Cite: Rusli, Siti Fatimah, Herdi Idriawien Gusti, and Elfirah Jumrah. 2025. "Potensi Karbon Aktif Kulit Nanas (*Ananas Comosus*) Sebagai Adsorben Logam Berat Pb Dengan Perbandingan Aktivator NaOH DAN HCl." *Jurnal Kimia Saintek Dan Pendidikan* 9 (1): 10-18. [https://doi.org/https://doi.org/10.51544/kimia.v9i1.6078](https://doi.org/10.51544/kimia.v9i1.6078).



Copyright © 2025 by the Authors, Published by Program Studi: Kimia Fakultas Sain dan Teknologi Informasi Universitas Sari Mutiara Indonesia. This is an open access article under the CC BY-SA Licence ([Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)).

1. Pendahuluan

Indonesia memiliki iklim tropis yang mendukung pertumbuhan berbagai jenis tumbuhan, termasuk nanas (*Ananas comosus*), yang dibudidayakan secara luas sebagai sumber ekonomi bagi masyarakat. Tingginya produksi nanas setiap hari terbukti dari banyaknya produk makanan berbahan dasar buah ini. Namun, peningkatan produksi juga menyebabkan lonjakan limbah, khususnya kulit nanas, yang belum dikelola secara optimal oleh pelaku usaha, sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan.

Pemanfaatan limbah kulit nanas sebagai bahan baku karbon aktif berpotensi besar dalam mengatasi pencemaran lingkungan sekaligus memberikan nilai ekonomi. Meskipun pembuatan karbon aktif lebih umum menggunakan tempurung kelapa, kayu, bambu, batubara, atau bahan dengan kandungan karbon tinggi, kulit nanas yang mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin juga efektif dalam mengikat logam berat, menjernihkan air, serta menyerap warna dan bau [1]. Karbon aktif memiliki peran penting dalam industri sebagai adsorben dengan luas permukaan besar, memungkinkan penyerapan molekul adsorbat secara optimal [2]. Mengingat air limbah industri yang mengandung logam berat berisiko mencemari lingkungan dan mengancam kesehatan makhluk hidup, pemanfaatan karbon aktif dari kulit nanas dapat digunakan dalam proses filtrasi air, pemurnian gas, penangkapan hasil tambang, dan penghilangan warna pada bahan makanan [3][4].

Kualitas dari karbon aktif dapat ditentukan dengan menganalisa gugus fungsi pada struktur senyawa karbon aktif, luas permukaan, dan daya serap karbon aktif pada logam-logam berat. Salah satu instrumen yang digunakan untuk menganalisis kemampuan adsorpsi karbon aktif terhadap logam berat adalah AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*). Instrumen ini digunakan untuk mengukur konsentrasi logam yang tersisa dalam larutan setelah proses adsorpsi oleh karbon aktif yang telah diaktivasi menggunakan larutan asam (HCl) atau basa (NaOH). Penggunaan larutan asam ataupun basa dalam mengaktifkan karbon aktif secara kimiawi dilakukan untuk menghasilkan karbon aktif dengan luas permukaan yang baik dalam menyerap dan memiliki pori-pori yang cukup besar [5]. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah kulit nanas sebagai bahan baku karbon aktif yang bernilai ekonomis, dengan fokus pada potensi kulit nanas sesuai standar SNI, daya adsorpsi terhadap logam berat Pb, serta perbandingan efektivitas aktivator NaOH dan HCl dalam proses adsorpsi.

2. Metode

Alat dan bahan

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah AAS (*Atomic Adsorbtion Spectrometry*) *Perkin Elmer, furnace bernestead thermolyne*, neraca analitik *Mettler toledo*, oven *memmert*, pipet skala *pyrex*, gelas ukur *pyrex*, desikator kartell, cawan porselin *coorsTek*, batang pengaduk *pyrex*, mortal dan alu, pisau, spatula, botol sampel, ayakan. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit nanas (*Ananas comosus*), asam klorida (HCl) 1 M, natrium hidroksida (NaOH) 1 M, aquades (H₂O), larutan Pb²⁺ yang dibuat dari 0,3 gram serbuk timbal (Pb) yang dilarutkan dalam 100 mL aquades.

Prosedur Penelitian

Tahapan pembuatan karbon aktif kulit nanas (*Ananas cosmosus*) sebagai adsorben perbandingan aktivator NaOH dan HCL meliputi: (1) Pengambilan sampel kulit nanas sebanyak 1 kg yang diambil dari pedagang buah di Kabupaten Bulukumba. (2) Preparasi kulit nanas, (3) pembuatan karbon aktif, (5) penentuan rendemen karbon aktif, (6) penentuan kadar air karbon aktif, (7) Adsorbsi karbon aktif pada larutan timbal AAS

Preparasi sampel kulit nanas

Peneliti mencuci kulit nanas hingga bersih menggunakan air mengalir. Setelah itu, peneliti memotong kulit nanas menjadi bagian-bagian kecil. Selanjutnya, kulit nanas dikeringkan dalam oven pada suhu 50 °C selama satu jam.

Pembuatan karbon aktif

Kulit nanas yang telah kering, dikarbonasi menggunakan *furnace* dengan suhu 600°C selama 5 menit. Selanjutnya, dilakukan proses pengayakan menggunakan ayakan berukuran 60 mesh untuk memperoleh partikel karbon aktif berukuran seragam. Dilanjutkan dengan proses pengaktivasi dengan cara merendam kulit nanas yang telah berbentuk arang ke dalam 4 mL larutan NaOH yang telah diencerkan dengan aquades (H_2O) selama 12 jam. Setelah proses perendaman, karbon aktif dikeringkan kembali menggunakan *furnace* dengan suhu 600°C selama 5 menit. Proses yang sama dilakukan kembali dengan menggunakan aktivator 4 mL larutan HCl yang telah diencerkan dengan aquades (H_2O).

Penentuan rendemen karbon aktif

Rendemen karbon aktif yang dihasilkan dari proses aktivasi menggunakan larutan HCl dan NaOH digunakan sebagai indikator efisiensi proses. Penentuan rendemen bertujuan untuk mengetahui seberapa besar jumlah karbon aktif yang dihasilkan dari proses karbonisasi dan aktivasi kimia, dibandingkan dengan berat bahan kering awal. Rendemen ini dihitung dalam bentuk persentase, yaitu perbandingan antara massa akhir karbon aktif dengan massa bahan baku sebelum proses dimulai.

Penentuan kadar air karbon aktif

Peneliti menimbang 1 gram karbon aktif yang telah diperoleh. kemudian menyimpannya ke dalam cawan porselin yang sebelumnya telah diketahui bobotnya. Selanjutnya mengeringkan karbon aktif di dalam oven dengan suhu 105°C lalu mendinginkan karbon aktif di dalam desikator dengan rentang waktu selama 5 menit kemudian dilakukan penimbangan hingga mencapai bobot yang konstan.

Penentuan kadar karbon aktif

Penentuan kadar abu dilakukan dengan menimbang arang aktif sebanyak 1 gram, kemudian dimasukkan ke dalam furnace dengan suhu 600°C selama 10 menit. Setelah itu, arang aktif dimasukkan ke dalam desikator selama 5 menit kemudian dilakukan penimbangan hingga mencapai bobot konstan.

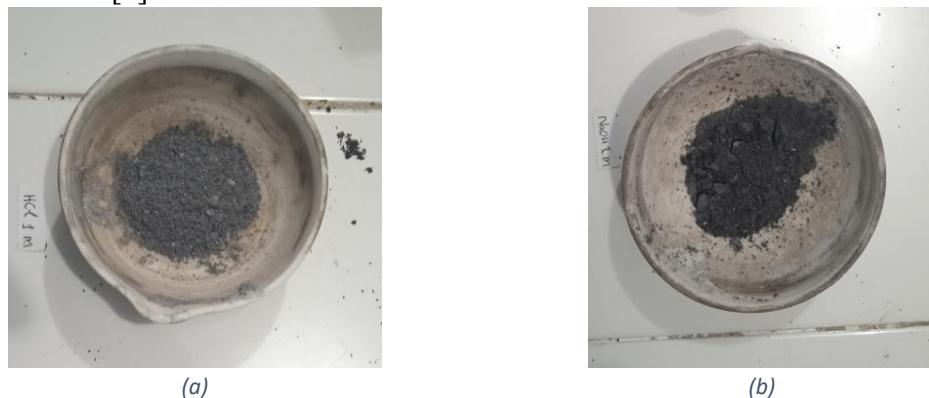
Adsorbsi karbon aktif pada larutan timbal AAS

Proses adsorpsi karbon aktif terhadap larutan Pb dilakukan dengan menyiapkan terlebih dahulu 0,3 gram serbuk timbal (Pb), kemudian dilarutkan dalam

100 mL aquades untuk membentuk larutan Pb^{2+} . Selanjutnya, 1 gram karbon aktif kulit nanas ditambahkan ke dalam larutan Pb tersebut, lalu diaduk hingga tercampur merata dan didiamkan selama 48 jam. Prosedur yang sama diterapkan pada karbon aktif yang telah diaktifasi menggunakan HCl dan NaOH. Tujuan dari prosedur ini adalah untuk mengamati efektivitas masing-masing jenis karbon aktif dalam menyerap ion logam Pb dari larutan. Analisis kadar logam Pb dalam larutan dilakukan menggunakan instrumen AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer). Sebelum pengukuran, ditentukan terlebih dahulu panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) dengan cara mengukur absorbansi larutan standar Pb pada beberapa panjang gelombang. Panjang gelombang yang memberikan nilai absorbansi tertinggi dipilih sebagai λ_{maks} untuk pengukuran sampel. Dalam pengujian ini, panjang gelombang maksimum Pb berada pada sekitar 283,3 nm. Analisis dilakukan menggunakan instrumen AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*).

3. Hasil

Karbon aktif dapat digunakan setelah dilakukannya proses aktivasi baik secara kimia maupun fisika untuk menghasilkan struktur karbon dengan pori-pori terbuka, luas permukaan lebih besar, dan memiliki kapasitas adsorbsi yang lebih tinggi [6]. Proses aktivasi merupakan suatu proses perubahan fisik pada karbon aktif yang menyebabkan luas permukaan dari karbon aktif mengalami peningkatan akibat terjadinya penghilangan senyawa tar dan senyawa-senyawa sisa pengarangan pada karbon aktif [7].



Gambar 1. (a) Karbon aktif dengan aktivator HCl; (b) Karbon aktif dengan aktivator NaOH

Sumber: Rusli, 2023

Karbon aktif kulit nanas dengan aktivator HCl dan NaOH memiliki perbedaan fisik yang sangat jelas dimana, karbon aktif dengan aktivator HCl menghasilkan karbon aktif yang terlihat halus sedangkan karbon aktif dengan aktivator NaOH terlihat lebih kasar. Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan sifat dari kedua aktivator yaitu aktivator asam dapat menimbulkan kerusakan yang cukup kompleks pada oksigen pada saat proses aktivasi sedangkan aktivator basa tidak memberikan kerusakan yang kompleks sehingga menimbulkan perbedaan yang cukup signifikan dari segi fisik karbon aktif [8]. Penggunaan aktivator asam kuat dan basa kuat ini didasari pada penelitian-penelitian sebelumnya dimana dalam proses aktivasi menggunakan aktivator asam kuat maupun basa kuat menghasilkan karbon aktif dengan spesifikasi yang baik. Penggunaan jenis aktivator, baik yang bersifat asam kuat, asam lemah, basa kuat, maupun basa lemah, tetap dapat diterapkan dalam proses aktivasi karbon aktif. Hal ini disebabkan oleh kenyataan bahwa kualitas karbon aktif

yang dihasilkan lebih dipengaruhi oleh karakteristik akhir dari karbon tersebut, seperti tingkat keasaman (pH) dan kebasaan permukaan karbon aktif. Oleh karena itu, meskipun sifat kimia aktuator berbeda-beda, yang terpenting adalah sejauh mana aktuator tersebut dapat menghasilkan karbon aktif dengan struktur pori dan gugus fungsi permukaan yang sesuai untuk proses adsorpsi [9].

Rendemen (%) Karbon Aktif

Rendemen merupakan suatu perbandingan jumlah dari kuantitas karbon aktif yang dihasilkan oleh kulit nanas sebagai bahan baku utama. Satuan rendemen yaitu persen (%) dimana semakin tinggi nilai rendemen maka semakin tinggi nilai karbon aktif yang dihasilkan [10]. Rendemen yang dihasilkan pada karbon aktif kulit nanas dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Rendemen (%) Karbon Aktif

Kode Sampel	Bobot Sampel (g)	Rendemen (%)
HCl	11,01	9,35
NaOH	11,01	9,62

Sumber: Rusli, 2023

Penentuan rendemen (%) karbon aktif yang telah diaktivasi, terlihat pada tabel 1 menunjukkan rendemen aktuator HCl 9,35% dan NaOH 9,56% dimana menunjukkan rendemen dengan aktuator yang memiliki sifat basa lebih tinggi dibandingkan dengan aktuator yang memiliki sifat asam. Perbedaan nilai rendemen pada masing-masing aktuator dapat disebabkan oleh hilangnya sebagian arang aktif selama proses penyaringan. Oleh karena itu, proses penyaringan harus dilakukan dengan hati-hati dan konsisten agar tidak terjadi kehilangan massa yang berdampak pada perbedaan hasil rendemen antara aktuator satu dengan yang lain [10]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Nurul Utami (2017) menunjukkan bahwa rendemen karbon aktif sangat dipengaruhi oleh suhu karbonisasi. Rendemen sebesar 16,84% diperoleh pada suhu 600 °C, sedangkan pada suhu 300 °C rendemennya mencapai 40,32% [11]. Hasil ini mendukung temuan dalam penelitian ini, di mana rendemen yang diperoleh juga berada pada suhu karbonisasi 600 °C, menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu karbonisasi dapat menyebabkan penurunan massa karbon aktif yang dihasilkan karena terjadi degradasi bahan organik yang lebih besar.

Kadar Air (%)

Penentuan kadar air pada karbon aktif dilakukan untuk mengetahui sifat higroskopis pada karbon aktif yang umumnya memiliki sifat afinitas cukup besar terhadap air maka dengan sifat higroskopis inilah yang memberikan potensi pada karbon aktif sebagai adsorben [12].

Tabel 2. Kadar air (%) Karbon Aktif

Kode Sampel	Bobot Sampel (g)	B. Sampel Sebelum Pemanasan (g)	B. Sampel Setelah Pemanasan (g)	Kadar Air (%)
HCl	11,01	1,12	1,03	0,81
NaOH	11,01	2,34	1,06	11,62

Sumber: Rusli. 2023

Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 2, menunjukkan kadar air pada karbon aktif dengan aktivator HCl yaitu 0,81% dan NaOH yaitu 11,62% dimana terjadi perbedaan kadar air yang cukup signifikan pada masing-masing aktivator. Perbedaan kadar air antara kedua karbon aktif kemungkinan besar disebabkan oleh sifat kimia masing-masing aktivator. Aktivator HCl yang bersifat asam kuat dapat membantu menghilangkan lebih banyak senyawa volatil dan air selama proses aktivasi, sehingga menghasilkan karbon aktif dengan kadar air yang lebih rendah. Sebaliknya, aktivator NaOH yang bersifat basa kuat cenderung mempertahankan lebih banyak kandungan air dalam struktur karbon, sehingga kadar airnya lebih tinggi [10]. Meskipun ada perbedaan kadar air dari kedua karbon aktif kulit nanas dengan aktivator berbeda akan tetapi kedua karbon aktif tersebut memenuhi standar SNI 06-3703-1995 yaitu masih dibawah kadar maksimum 15%. Penentuan kadar air karbon aktif dilakukan dengan penimbangan secara berulang sebanyak tiga kali untuk mendapatkan bobot konstan.

Kadar Abu (%)

Kadar abu menjadi salah satu hal yang penting dalam kualitas karbon aktif sebagai adsorben dimana kadar abu yang berlebihan akan menyebabkan tersumbatnya pori-pori pada karbon aktif dan akan memengaruhi luas permukaan karbon aktif [13].

Tabel 3. Kadar Abu (%) Karbon Aktif

Kode Sampel	Bobot Sampel (g)	B. Sampel Sebelum Pengabuan (g)	B. Sampel Setelah Pengabuan (g)	Kadar Abu (%)
HCl	11,01	1,03	0,82	1,90
NaOH	11,01	1,06	0,26	7,26

Sumber: Penulis

Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 3 menunjukkan kadar abu pada karbon aktif dengan aktivator HCl sebesar 1,90% dan NaOH sebesar 7,26% dimana menunjukkan kedua karbon aktif dengan aktivator yang berbeda menunjukkan hasil yang baik dimana telah sesuai dengan SNI 06-3730-1995 yaitu masih dibawah kadar maksimum 10%. Pada dasarnya, karbon aktif dengan aktivator asam akan menghasilkan kadar abu yang lebih baik dikarenakan lebih mampu dalam memperluas permukaan karbon aktif sehingga pori-pori yang terbentuk semakin banyak. Namun sesuai hasil yang didapat menunjukkan karbon aktif dengan aktivator basa juga sesuai dengan SNI. Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Erawati et al. (2018) dimana karbon aktif dengan aktivator basa yaitu NaOH menghasilkan kadar abu yang tinggi yaitu 15,68% melebih dari standar SNI. Perbedaan jenis aktivator, seperti HCl dan NaOH, dapat memengaruhi pembentukan gugus fungsi pada permukaan karbon aktif. Aktivator asam seperti HCl cenderung menghasilkan gugus fungsi asam seperti karboksilat (-COOH) dan hidroksil (-OH), sedangkan aktivator basa seperti NaOH dapat meningkatkan keberadaan gugus basa seperti karbonil (=C=O) dan eter (-C-O-C-). Gugus-gugus ini berperan penting dalam menentukan kemampuan adsorpsi karbon aktif terhadap ion logam.

Daya Serap Karbon Aktif Terhadap Logam Berat Pb

Adsorbsi merupakan suatu pengikatan molekul yang terakumulasi berdasarkan dengan kuatnya interaksi antara padatan dengan fluida. Ikatan kimia atau molekul yang terputus kemudian mempengaruhi panas adsorbsi, sehingga nilai yang dihasilkan akan sama dengan panas dari reaksi kimia yang terjadi yaitu 20-100 kCal/mol [13]. Pada penelitian ini, daya serap karbon aktif kulit nanas terhadap logam Pb diuji menggunakan instrumen AAS. Penentuan kadar Pb dilakukan berdasarkan prinsip serapan cahaya oleh atom Pb bebas pada panjang gelombang tertentu. Untuk mendapatkan hasil yang akurat, terlebih dahulu ditentukan panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) untuk Pb, yaitu dengan cara mengukur larutan standar Pb pada berbagai panjang gelombang, kemudian memilih panjang gelombang yang memberikan absorbansi tertinggi. Dalam praktik standar, λ_{maks} untuk logam Pb biasanya berada pada 283,3 nm.

Berikut merupakan hasil pengujian daya serap karbon aktif kulit nanas dengan aktivator HCl dan NaOH terhadap logam timbal Pb menggunakan AAS:

Tabel 4 Daya serap karbon aktif terhadap timbal (Pb)

Kode Sampel	Nilai Rata-Rata Adsorben (mg/g)	[Pb] (mg/L)
HCl	0,0045	0,2551
NaOH	0,0053	0,2934

Sumber: Penulis

Tabel diatas menunjukkan karbon aktif dengan aktivator HCl nilai rata-rata adsorben yaitu 0,0045 (mg/g) dengan konsentrasi Pb 0,2934 mg/L dan karbon aktif dengan aktivator NaOH memiliki nilai rata-rata adsorben sebesar 0,0053 mg/g dengan konsentrasi Pb 0,2934. Dimana dengan konsentrasi timbal yang berbeda yaitu HCl 0,2551 (mg/L) dan 0,2934 (mg/L) daya serap kedua karbon aktif sebagai adsorben berbeda dengan ditunjukannya nilai rata-rata adsorben karbon aktif HCl lebih kecil dibandingkan dengan karbon aktif NaOH. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan luas permukaan, ukuran pori, ukuran molekul, polaritas molekul, dan komposisi kimia, pH dan temperatur, lama waktu adsorpsi dari [14]. Dari hasil yang ditunjukkan, maka karbon aktif dengan daya serap yang baik yaitu karbon aktif dengan aktivator NaOH dengan nilai adsorbsi 0,0053 mg/g.

Penelitian yang dilakukan oleh Fitriani et al. (2017) menunjukkan bahwa karbon aktif dengan aktivator HCl menghasilkan daya serap tertinggi sebesar 1,76 mg/g pada konsentrasi adsorbat 3,24 mg/L dan massa karbon aktif 4,0 g. Hasil tersebut menunjukkan bahwa daya serap sangat dipengaruhi oleh konsentrasi adsorbat dan massa adsorben. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian saat ini, di mana variasi konsentrasi dan massa karbon aktif dapat memengaruhi kapasitas adsorpsi terhadap logam Pb [15]. Penelitian yang dilakukan oleh Ganing (2022) menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi adsorbat dan aktivator NaOH dapat meningkatkan daya serap karbon aktif. Temuan ini mendukung bahwa konsentrasi adsorbat dan massa karbon aktif merupakan faktor penting dalam proses adsorpsi. Meskipun penelitian ini menggunakan satu jenis aktivator, hasil tersebut tetap memperkuat bahwa parameter seperti jumlah aktivator dan konsentrasi ion logam memengaruhi daya serap karbon aktif, sebagaimana juga terlihat dalam penelitian ini yang membandingkan efektivitas

aktivator HCl dan NaOH [16]. Meskipun perbedaannya tidak terlalu besar, hasil ini menunjukkan bahwa jenis aktivator tetap memengaruhi daya serap karbon aktif. Aktivator NaOH menghasilkan kapasitas adsorpsi Pb lebih tinggi dibandingkan HCl, yang diduga berkaitan dengan perbedaan struktur pori dan gugus fungsi yang terbentuk selama proses aktivasi, namun dalam menentukan kualitas karbon aktif terutama daya serap maka perlu karakterisasi lebih lanjut mengenai karbon aktif kulit nanas. Dimana ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap dari karbon aktif yaitu luas permukaan, ukuran pori dari adsorben, ukuran molekul, polaritas molekul, komposisi kimia, konsentrasi adsorbat dalam larutan, pH, temperatur, dan lama waktu adsorpsi [17].

5. Simpulan

Kulit nanas memiliki potensi sebagai bahan baku karbon aktif dengan parameter yang sesuai standar SNI 06-3730-1995. Daya adsorpsi karbon aktif kulit nanas terhadap timbal (Pb) bervariasi tergantung pada jenis aktivator yang digunakan, yaitu 0,0045 mg/g dengan aktivator HCl dan 0,0053 mg/g dengan aktivator NaOH. Perbandingan efektivitas karbon aktif kulit nanas yang diaktivasi dengan HCl dan NaOH terhadap logam berat Pb ditunjukkan dari perbedaan kapasitas adsorpsi yang dihasilkan. Meskipun konsentrasi adsorbat dan massa karbon aktif tidak divariasikan, hasil menunjukkan bahwa aktivator NaOH memberikan daya adsorpsi yang lebih tinggi dibandingkan HCl, yang mengindikasikan bahwa jenis aktivator memengaruhi kinerja karbon aktif dalam proses adsorpsi.

6. Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Universitas Muhammadiyah Bulukumba yang telah menyediakan laboratorium untuk penelitian ini, dan terimakasih kepada semua instansi maupun perseorangan yang telah memberikan dukungan moril dan materil selama pelaksanaan penelitian ini.

7. Referensi

- [1] A. Sofyan, N. Kurniaty, and H. A. Wisnuwardhani, “Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif Dari Kulit Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr,” *Menggunakan Akt. H₂SO₄*, vol. 6, no. 2, p. 768, 2020.
- [2] R. A. F. Lubis, H. I. Nasution, and M. Zubir, “Production Of Activated Carbon From Natural Sources For Water Purification,” *Indones. J. Chem. Sci. Technol. (Ijcst)*, vol. 3, no. 2, p. 67, 2020, doi: 10.24114/Ijcst.V3i2.19531.
- [3] N. F. Abd Ghapar, R. Abu Samah, and S. Abd Rahman, “Pineapple Peel Waste Adsorbent For Adsorption Of Fe(II),” *Iop Conf. Ser. J. Mater. Sci. Eng.*, vol. 991, no. 1, p. 12093, 2020, doi: 10.1088/1757-899x/991/1/012093.
- [4] D. Y. Purwaningsih, A. Budianto, A. A. Ningrum, and B. T. Kosagi, *Produksi Karbon Aktif Dari Kulit Singkong Dengan Aktivasi Kimia Fisika Menggunakan Gelombang Mikro*. Jurnal ITATS, 2019.
- [5] M. O. Esterlita and N. Herlina, “Pengaruh Penambahan Aktivator ZnCl₂, Koh, dan H₃po₄ Dalam Pembuatan Karbon Aktif Dari Pelepah Aren (Arenga Pinnata,” *J. Tek. Kim. Usu*, vol. 4, no. 1, pp. 47–52, 2015, doi: 10.32734/Jtk.V4i1.1460.
- [6] N. Haziza, D. Y. Rahman, and A. Atina, “Karakterisasi Karbon Aktif Kulit

- Jengkol Dengan Aktivator H_3PO_4 Sebagai Adsorben Logam Tembaga (Cu)," *J. Online Phys.*, vol. 10, no. 1, pp. 14–20, 2024, doi: 10.22437/jop.v10i1.37864.
- [7] M. Turmuzi and S. A, "Pengaruh Suhu Dalam Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Salak (*Salacca edulis*)," *Dengan Impregnasi Asam Fosfat*, vol. 4, no. 1, pp. 42–46, 2015.
- [8] E. Erawati and F. A, "Pengaruh Jenis Aktivator Dan Ukuran Karbon Aktif Terhadap Pembuatan Adsorbent Dari Serbik Gergaji Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*)," *J. Integr. Proses*, vol. 7, no. 2, pp. 58–66, 2019.
- [9] Hastuti., N., dkk, "Tingkat Keasaman dan Kebasaan Arang Aktif Bambu Mayan (AABM) Terhadap Uap Jenuh HCl dan NaOH," *J. Widyariset*, vol. 1, no. 1, pp. 41–50, 2015.
- [10] Ratna., F., dkk, "Aplikasi Metode aktivasi Fisika dan Aktivasi Kimia Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera L*)," *Indones. J. Labortaory*, vol. 1, no. 2, pp. 16–20, 2019.
- [11] Nurul Utami, "Optimalisasi Proses Pembuatan Karbon Aktif Dari Cangkang Kopi (*Coffea Arabica L*) Terhadap Daya Serap Kadmium (Cd) Dalam Air," 2017.
- [12] L. E.L. and S. A, "Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Karbon Aktif," *J. Ilmu Pendidik. Fis.*, vol. 1, no. 1, pp. 32–36, 2016.
- [13] Yustinah, "Kesetimbangan Adsorpsi Logam Berat (Pb) Dengan Adsorben Tanah Diatomit Secara Batch," *J. Konversi*, vol. 9, no. 12, pp. 17–28, 2020.
- [14] R. A.T. and dkk, "Rendemen dan Kualitas Karbon Aktif Pada Berbagai Waktu Penyimpanan," *Wahana For. J. Kehutan.*, vol. 13, no. 2, pp. 1–9.
- [15] Fitrian.,dkk "Penyerapan Ion Logam Pb(II) Dari Larutan Menggunakan Serbuk Daun Puring (*Codiaeum variegatum*)," *J. Pendidik. Mat. dan IPA*, vol. 8, no. 1, pp. 34–42, 2017.
- [16] S. Ganing, "Pengaruh Konsentrasi Aktivator NaOH Pada Arang Aktif Tongkol Jagung Terhadap Adsorpsi Ion Pb^{2+} ," *J. Teknol. Kim. Miner.*, vol. 1, no. 2, pp. 76–80.
- [17] R. Yahya, "Pengolahan Limbah Kromium Industri Elektroplating Menggunakan Teknologi Filtrasi, Absorbsi, Adsorpsi, Sedimentasi (FAAS)," *Math. Educ. J.*, vol. 1, no. 1, p. 75, 2018.