

## Adsorben Karbon Aktif dari Kulit Durian untuk Menurunkan Kadar COD pada Limbah Cair Laboratorium Sains

### *Activated Carbon Adsorbent from Durian Peel to Reduce COD Levels in Science Laboratory Wastewater*

Roza Ruspita\*, Ade Irmadiki Agipa, Siti Khoirunisatul Kurnia  
Fakultas Sains, UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten  
\*E-mail: [roza.ruspita@uinbanten.ac.id](mailto:roza.ruspita@uinbanten.ac.id)

DOI: <https://doi.org/10.26874/jkk.v7i1.226>

Received: 30 Oct 2023, Revised: 6 June 2024, Accepted: 6 June 2024, Online: 6 June 2024

#### Abstrak

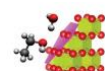
Pada penelitian ini telah dilakukan preparasi adsorben dari karbon aktif kulit durian dengan aktivator asam dan basa, serta uji aktivitasnya pada penurunan kadar COD limbah cair Laboratorium Sains UIN SMH Banten. Sintesis karbon aktif kulit durian dilakukan dengan metode impregnasi basah, dilanjutkan dengan kalsinasi pada temperatur 700 °C selama 3 jam. Karakterisasi dilakukan dengan FTIR dan SEM-EDX. Hasil spektra FTIR menunjukkan perubahan gugus fungsi pada karbon aktif setelah aktivasi dengan adanya puncak pada bilangan gelombang 1691 cm<sup>-1</sup> yang menunjukkan gugus C=C ulur. Hasil mikrograf SEM menunjukkan ukuran pori karbon aktif bertambah setelah aktivasi. Uji aktivitas dilakukan dengan membandingkan penurunan kadar COD pada limbah laboratorium menggunakan adsorben karbon aktif teraktivasi HCl dan NaOH. Kadar COD pada limbah cair laboratorium sebesar 29493 mg/L. Konsentrasi HCl 0,4 M merupakan konsentrasi optimum untuk menurunkan konsentrasi COD pada limbah Laboratorium sebesar 20,69. Hasil ini menunjukkan karbon aktif dari kulit durian mampu menurunkan konsentrasi COD dan dapat digunakan sebagai alternatif pengolahan limbah di Laboratorium.

**Kata kunci:** COD, karbon aktif, kulit durian, limbah cair

#### Abstract

*In this research, the preparation and characterization of durian peel activated carbon with acid and base activators has been carried out, as well as testing its performance in reducing COD levels in Sains Laboratory wastewater. Synthesis of durian peel activated carbon was carried out using the wet impregnation method followed by calcination at a temperature of 700°C for 3 hours. Characterization was carried out using FTIR and SEM-EDX. FTIR spectra results show changes in functional groups in activated carbon after activation with absorption at a wave number of 1691 cm<sup>-1</sup> which shows a stretched C=C group. SEM micrograph results show that the pore size of activated carbon increases after activation. The activity test was carried out by comparing the reduction in COD levels in laboratory waste using activated carbon adsorbents activated by HCl and NaOH. COD levels in laboratory liquid waste were 29493 mg/L. An HCl concentration of 0.4 M was the optimum concentration to reduce the COD concentration in laboratory waste by 20.69%. These results show that activated carbon from durian peel could reduce COD levels and can be used as an alternative wastewater treatment in laboratory.*

**Keywords:** Activated carbon, COD, durian peel, wastewater



## 1 Pendahuluan

Laboratorium Sains UIN SMH Banten banyak menggunakan bahan-bahan kimia dalam aktivitas pembelajaran melalui praktikum maupun penelitian. Penggunaan bahan kimia dalam wujud cair dapat menjadi limbah yang beracun dan berbahaya jika dibuang begitu saja tanpa pengolahan. Limbah yang dihasilkan di laboratorium dapat berasal dari reagen kimia yang kadaluarsa, limbah hasil praktikum, limbah pada proses penelitian, air pencucian, sisa sampel pengujian, dan lain-lain [1]. Limbah cair laboratorium merupakan limbah yang berasal dari hasil aktivitas di laboratorium seperti sintesis, isolasi, destilasi, dan refluks pada kegiatan praktikum maupun penelitian. Limbah cair tersebut mengandung senyawa organik dan anorganik yang berbahaya jika langsung dibuang ke perairan karena dapat mengganggu ekosistem tanah dan hewan perairan.

Salah satu parameter kandungan berbahaya yang dapat mencemari lingkungan adalah *Chemical Oxygen Demand* (COD). Nilai COD merupakan keseluruhan total oksigen yang dibutuhkan dalam proses oksidasi senyawa organik. Nilai COD merupakan parameter penting dalam mendeteksi adanya pencemaran pada perairan. Berdasarkan penelitian Rahmawati dkk (2013) menunjukkan bahwa kandungan COD pada limbah cair Laboratorium Biokimia UIN Makassar sebesar 92,414 mg/L [2]. Kandungan COD yang tinggi pada limbah cair laboratorium dapat disebabkan karena pemakaian bahan kimia di laboratorium [3].

Adsorpsi adalah metode penurunan kadar pencemar dengan menggunakan karbon aktif berupa padatan berpori. Karbon aktif memiliki kandungan utama karbon yaitu sebesar 85 – 95% [4]. Karbon aktif dapat dihasilkan melalui proses fisika kimia. Karbon aktif berbentuk serbuk dan memiliki kemampuan daya jerap yang baik [1]. Karbon aktif yang memiliki banyak pori dapat menangkap partikel yang sangat halus dan memiliki daya jerap yang tinggi [5]. Salah satu karbon aktif yang efisien sebagai adsorben adalah karbon aktif dari kulit durian. Kulit durian mengandung 50 – 60% selulosa. Selulosa pada kulit durian mengandung gugus hidroksil yang reaktif untuk membentuk ikatan hidrogen antar molekul sehingga mempengaruhi kereaktifan pada selulosa [6]. Berdasarkan karakteristik tersebut, kulit durian dapat dimanfaatkan menjadi karbon aktif. Menurut penelitian Rusmini dan Nabilla (2019), kulit durian dapat dimanfaatkan sebagai

karbon aktif untuk mengilangkan COD pada limbah cair industri tahu dengan penurunan kadar sebesar 57% [7].

Indonesia merupakan salah satu negara dengan penghasil durian terbesar. Provinsi Banten merupakan daerah penanaman durian tertinggi di Indonesia yang menghasilkan durian dengan berbagai varietas terbanyak [8]. Kulit durian yang menumpuk hanya akan menjadi limbah jika tidak dikelola dengan baik. Kulit durian ini dapat berpotensi menjadi alternatif pencegahan pencemaran pada perairan. Kajian penelitian tentang penurunan konsentrasi pencemar pada limbah cair Laboratorium Biokimia sangat diperlukan seiring dengan semakin banyaknya penggunaan bahan kimia. Tujuan dari penelitian ini untuk menurunkan konsentrasi COD pada limbah cair Laboratorium dengan menggunakan adsorben karbon aktif dari kulit durian. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai alternatif pengolahan limbah cair yang dihasilkan di laboratorium Sains UIN SMH Banten.

## 2 Metode Penelitian

### 2.1. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan antarlain: kulit durian, NaOH 99% Merck, HCl 37% merck, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 95-97% Merck, Kalium Kromat (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) for analysis Merck, Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> for analysis Merck, Ferro ammonium sulfat Sigma Aldrich, *ferroin indicator solution* Sigma Aldrich, dan akuades. Alat yang digunakan yaitu: alat gelas, neraca analitik merk Electronic Balance Labtronics Analitik Lab GH-214, oven, *furnace*, penyaring buchner, *magnetic stirrer*, *centrifuge*, indikator universal, buret, erlenmeyer. Material adsorben hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer *Fourier Transform InfraRed* (FTIR, merk Thermo Nicolet iS10), *Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray* (SEM EDX, merk Thermo Nicolet iS10).

### 2.2. Prosedur Kerja

#### 2.2.1 Analisis Kualitas Limbah Cair

Sebelum dilakukan pengolahan terhadap limbah cair yang dihasilkan, limbah cair diuji beberapa parameter pencemar untuk mengetahui kualitas air limbah tersebut. Parameter yang diuji yaitu: pH, Cu, Cr, Zn, Fe, COD, dan *Total Suspended Solid* (TSS). Hasil uji parameter tersebut dibandingkan dengan PerMenLHK No. 6/2021.

### 2.2.2 Pembuatan Karbon Aktif

Sintesis adsorben karbon aktif kulit durian dilakukan dengan metode impregnasi basah. Kulit durian dikeringkan pada temperature 110 °C selama 3 jam, kemudian dilanjutkan dengan kalsinasi pada temperatur 600 °C selama 3 jam. Karbon yang dihasilkan selanjutnya dihaluskan dan diayak agar ukurannya seragam. Aktivasi karbon dilakukan dengan 2 variasi, yakni aktivasi menggunakan larutan HCl 0,4 M dan larutan NaOH 0,4 M.

Sebanyak 100 mL larutan HCl 0,4 M ditambahkan ke dalam 1g adsorben, selanjutnya dilakukan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* selama 24 jam. Adsorben yang telah diaktivasi menggunakan asam selanjutnya disaring menggunakan penyaring Buchner dan ditambahkan akuades hingga pH netral. Adsorben selanjutnya dikeringkan pada 110 °C selama 3 jam. Hal serupa dilakukan pada proses aktivasi karbon dengan larutan NaOH 0,4 M.

Adsorben dari karbon kulit durian, karbon kulit durian teraktivasi HCl, dan karbon kulit durian teraktivasi NaOH selanjutnya dikarakterisasi menggunakan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi dan SEM-EDX untuk mengetahui morfologi material serta unsur-unsur yang terdapat dalam material. Selanjutnya adsorben karbon aktif kulit durian ini digunakan untuk menurunkan konsentrasi COD dengan metode adsorpsi.

Variasi konsentrasi aktivator karbon kulit durian dilakukan untuk mengetahui konsentrasi yang paling efektif untuk menurunkan konsentrasi COD pada limbah Cair Laboratorium. Variasi konsentrasasi HCl yang digunakan sebagai aktivator yaitu 0,2 M; 0,3 M; 0,4 M; dan 0,5 M.

### 2.2.3 Adsorpsi Karbon Aktif pada Limbah Cair Laboratorium

Adsorpsi menggunakan adsorben yang berasal dari karbon aktif kulit durian dilakukan dengan menambahkan sebanyak 50 mL limbah cair laboratorium ke dalam 0,4g adsorben dengan variasi jenis adsorben yakni adsorben karbon kulit durian, karbon kulit durian teraktivasi HCl, dan karbon kulit durian teraktivasi NaOH. Campuran selanjutnya diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 5 jam. Setelah itu, campuran disaring

untuk memisahkan filtrat dan endapan. Filtrat yang diperoleh dianalisis kadar COD dengan titrasi menggunakan larutan standar FAS (ferro ammonium sulfat).

## 3 Hasil dan Diskusi

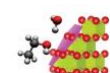
Kegiatan atau aktivitas laboratorium banyak menggunakan bahan kimia dapat berpotensi menjadi limbah yang dapat mencemari lingkungan jika tidak dilakukan pengolahan dengan baik. Analisis kualitas limbah cair diperlukan untuk mengetahui parameter pencemar pada limbah cair tersebut. Tabel 1 berikut ini merupakan hasil kualitas limbah cair sebelum dilakukan pengolahan.

**Tabel 1.** Hasil analisis limbah cair

Parameter	Satuan	Hasil	PerMenLHK No. 6/2021
pH	-	12,9	6 – 9
Cu		0,37	2
Cr		< 0,1	0,5
Zn		< 0,1	5
Fe	mg/L	5,93	5
COD		29493	100
TSS		142	200

Berdasarkan hasil pada Tabel 1 terlihat bahwa terdapat beberapa parameter yang melebihi baku mutu sesuai dengan PerMenLHK No. 6/2021 [9], sehingga memerlukan perlakuan khusus untuk menurunkan kadar sesuai baku mutu yang telah ditentukan. Hasil analisis pada parameter TSS, logam berat Cu, Cr, dan Zn menunjukkan sudah sesuai dengan ambang baku mutu yang telah ditentukan oleh PerMenLHK No. 6/2021. Parameter yang melebihi baku mutu yaitu: logam Fe, pH, dan COD. Identifikasi bahan pencemar pada limbah cair diperlukan untuk dapat menentukan cara yang efektif dalam pengolahan limbah

Hasil analisis COD pada limbah cair Laboratorium Sains menunjukkan nilai 29493 mg/L. Penelitian Nurhayati dkk (2020) menunjukkan bahwa konsentrasi COD limbah cair Laboratorium Teknik Lingkungan sebelum dilakukan pengolahan adalah sebesar  $37669 \pm 2,1$  mg/L [10]. Konsentrasi COD yang tinggi dapat disebabkan oleh banyaknya jenis reagen kimia



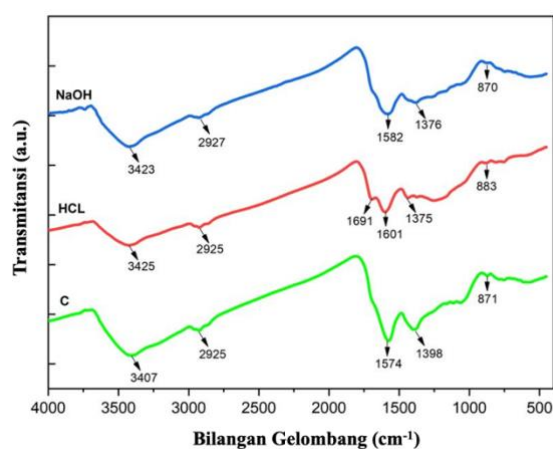
yang digunakan dalam praktikum dan penelitian. Menurut Suyasa dkk (2024), limbah cair laboratorium berpotensi mengandung bahan berbahaya dan beracun karena berasal dari penggunaan berbagai unsur dan senyawa kimia dalam analisis di laboratorium sehingga menghasilkan limbah cair yang mengandung sisa pelarut kimia, logam berat, dan senyawa organik [11].

Berdasarkan PerMenLHK No. 6/2021, kandungan COD yang diizinkan adalah 100 mg/L, sehingga perlu perlakuan khusus untuk menurunkan nilai COD pada limbah. Pengukuran COD digunakan untuk mengetahui jumlah senyawa organik yang terlarut dalam perairan. Tingginya konsentrasi COD dapat diindikasikan pencemaran bahan organik yang berkaitan dengan penurunan kandungan oksigen terlarut [12]. Konsentrasi COD yang tinggi pada limbah menunjukkan bahwa limbah tersebut harus dilakukan perlakuan khusus agar tidak mencemari lingkungan. Salah satu cara yang digunakan untuk menurunkan konsentrasi COD pada limbah Laboratorium adalah dengan adsorpsi. Adsorben yang digunakan berasal dari kulit durian yang diaktivasi.

Sintesis adsorben karbon aktif kulit durian dilakukan dengan cara merendam padatan karbon kulit durian ke dalam suatu larutan aktivator yang berupa asam atau basa. Hasil impregnasi basah yang berupa karbon kulit durian, karbon kulit durian teraktivasi HCl, dan karbon kulit durian teraktivasi NaOH selanjutnya dikarakterisasi dengan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi dan SEM-EDX untuk mengetahui morfologi material serta unsur-unsur yang terdapat dalam material. Hasil karakterisasi FTIR karbon kulit durian dan karbon aktif kulit durian ditunjukkan pada Gambar 1.

Pada Gambar 1 dapat diketahui bahwa pada karbon kulit durian sebelum aktivasi, kulit durian teraktivasi asam, dan kulit durian teraktivasi basa terdapat serapan puncak pada 3500–3200  $\text{cm}^{-1}$ . Puncak ini menunjukkan keberadaan gugus fungsional –OH. Terdapat puncak serapan pada 2930–2900  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan C–H asimetris. Pada karbon sebelum aktivasi terdapat

serapan pada 1580–1570  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan C=C ulur, sedangkan pada karbon teraktivasi HCl Muncul serapan baru pada bilangan gelombang 1691  $\text{cm}^{-1}$ . Serapan ini menunjukkan kandungan karbon yang meningkat. Puncak pada serapan 1820 – 1600  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan keberadaan gugus C=O yang merupakan gugus fungsi khas pada karbon aktif [13]. Pada spektra FTIR ketiga sampel tersebut terdapat serapan pada 1375 – 1317  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan C–O asimetrik. Pada spektra FTIR menunjukkan banyaknya ikatan karbon yang dikarenakan kemungkinan gugus alkohol –OH yang hilang selama proses kalsinasi pada suhu 500 °C [14].

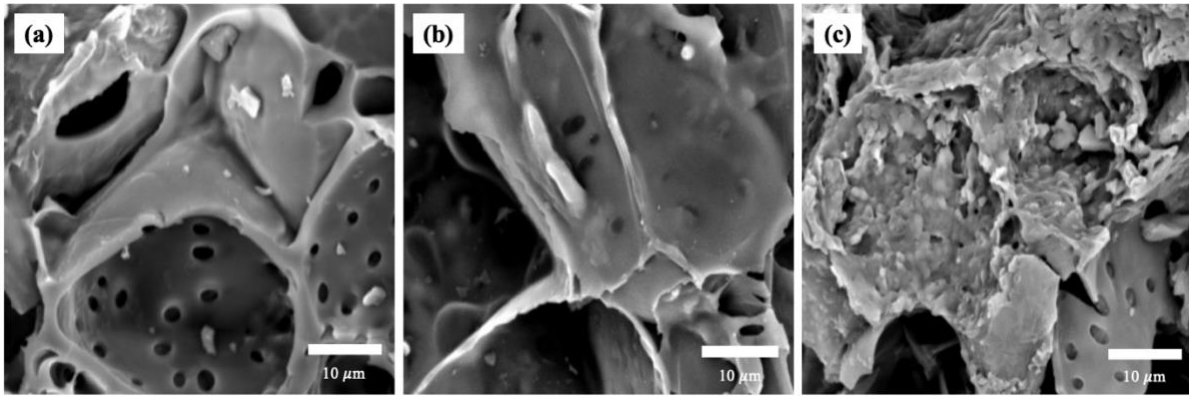


**Gambar 1.** Spektrum serapan FTIR karbon belum teraktivasi, karbon teraktivasi HCl, dan karbon teraktivasi NaOH

Analisis SEM dilakukan untuk mengetahui struktur morfologi adsorben. Analisis SEM dilakukan pada karbon dari kulit durian, karbon kulit durian teraktivasi HCl, dan karbon kulit durian teraktivasi NaOH. Hasil mikrograf SEM ditunjukkan pada Gambar 2. Berdasarkan mikrograf SEM pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa luas permukaan karbon kulit durian meningkat dengan adanya proses aktivasi. Pada mikrograf SEM karbon kulit durian sebelum aktivasi mempunyai bentuk bulatan sedangkan pada karbon yang telah teraktivasi memiliki bentuk lempengan. Hasil ini menunjukkan bahwa proses aktivasi dapat meningkatkan ukuran pori dan memperluas permukaan karbon [15]. Ukuran pori yang besar dapat menyebabkan sampel terperangkap dan terserap dalam pori ini sehingga meningkatkan efektivitas adsorpsi [16].







**Gambar 2.** Morfologi permukaan karbon (a) sebelum aktivasi; (b) setelah aktivasi HCl; dan (c) setelah aktivasi NaOH

Karakteristik unsur-unsur pada karbon aktif berdasarkan analisis SEM-EDX ditunjukkan pada Tabel 2. Hasil analisis EDX yang menunjukkan persen massa unsur-unsur dalam karbon aktif.

**Tabel 2.** Unsur-unsur pada karbon aktif

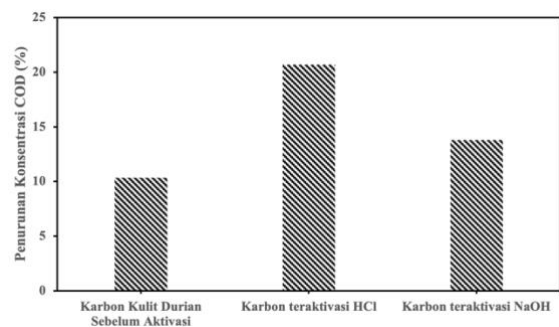
Unsur	% Massa (%)		
	Sebelum aktivasi	Teraktivasi HCl	Teraktivasi NaOH
C	49,09	85,83	49,47
O	33,3	13,34	39,64
Ca	9,59	0	0,34
N	5,51	0	8,99
K	1,88	0	0,93
Mg	0,52	0,56	0,61
Na	0,11	0	2,47
Cl	0	0,27	0

Pada Analisis EDX pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa unsur C dan O merupakan yang paling banyak. Persen massa unsur C meningkat dengan adanya proses aktivasi. Asam klorida sebagai aktivator dapat menghasilkan transformasi selulosa kristal menjadi amorf dan menghasilkan karbon mesopore dengan luas permukaan yang lebih besar [17]. Unsur O yang terdapat dalam karbon merupakan hasil proses pembakaran yang belum sempurna [18]. Hilangnya atau berkurangnya beberapa unsur lain seperti Ca, N, K, dan Mg pada karbon setelah aktivasi menunjukkan bahwa pori karbon setelah aktivasi tidak tertutup sehingga menghasilkan pori yang lebih besar [19].

Berdasarkan hasil analisis limbah cair Laboratorium Sains menunjukkan konsentrasi COD adalah konsentrasi bahan pencemar tertinggi yaitu sebesar 29493 mg/L. Kandungan COD ini melebihi baku mutu yang ditentukan. Oleh karena itu, diperlukan metode pengolahan COD agar tidak mencemari lingkungan. Preparasi karbon

aktif dilakukan dengan membandingkan aktivator asam dan basa pada penurunan COD limbah cair laboratorium. Hasil adsorpsi karbon teraktivasi HCl dan karbon teraktivasi NaOH pada penurunan kadar COD ditunjukkan pada Gambar 3.

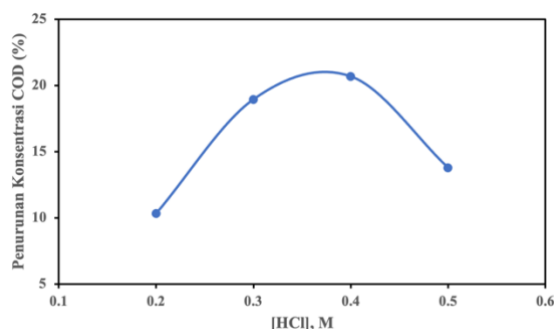
*Chemical Oxygen Demand* (COD) adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik dalam air limbah menjadi  $H_2O$  dan  $CO_2$ . COD merupakan pengukuran pencemar air oleh zat-zat organik yang dapat dioksidasikan menggunakan proses biologi secara alami dan menyebabkan kurangnya oksigen terlarut dalam air.



**Gambar 3.** Perbandingan karbon teraktivasi HCl dan NaOH pada Penurunan COD

Berdasarkan hasil penelitian terlihat bahwa metode adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif kulit durian dapat menurunkan kadar COD dalam limbah cair Laboratorium Sains. Kulit durian mengandung selulosa yang tinggi, serta kandungan lignin dan pati yang rendah. Kulit durian dapat digunakan sebagai bahan alam sebagai karbon aktif karena adanya kandungan selulosa yang tinggi [4]. Aktivator asam maupun basa digunakan untuk memperbesar luas permukaan, membuat struktur porositas, dan meningkatkan daya serapnya [17].

Pada hasil penelitian menunjukkan karbon dari kulit durian teraktivasi mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi COD dibanding karbon yang tidak diaktivasi. Hal ini dikarenakan bertambahnya situs aktif permukaan yang mampu berikatan dengan senyawa organik maupun anorganik yang terkandung pada limbah. Aktivasi karbon dengan HCl menghasilkan penurunan konsentrasi lebih besar dibandingkan dengan karbon teraktivasi NaOH. Aktivator asam cenderung menghasilkan lebih banyak mikropori, sedangkan aktivator basa menghasilkan mesopori halus [20]. Penurunan konsentrasi COD dengan adsorben karbon teraktivasi HCl adalah sebesar 20,69%. Asam memiliki kemampuan mengikat air yang lebih tinggi pada senyawa organik dan anorganik yang terikat dalam karbon, yang menyebabkan karbon teraktivasi asam memiliki pori-pori yang lebih terbuka [21].



**Gambar 4.** Pengaruh variasi konsentrasi aktivator asam pada penurunan COD

Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asam pada saat proses aktivasi, maka dilakukan proses adsorpsi limbah cair dengan menggunakan karbon teraktivasi HCl dengan beberapa variasi konsentrasi, antara lain 0,2 M; 0,3 M; 0,4 M; 0,5 M. Konsentrasi aktivator yang optimal pada proses aktivasi dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi pada karbon aktif [22]. Pengaruh konsentrasi aktivator HCl pada karbon aktif terhadap penurunan konsentrasi COD limbah cair laboratorium ditunjukkan oleh Gambar 4.

Pada hasil penelitian menunjukkan penurunan konsentrasi COD paling optimum adalah dengan menggunakan adsorben karbon teraktivasi HCl 0,4 M, yaitu sebesar 20,69%. Aktivasi dengan asam dapat meningkatkan jumlah gugus fungsi C-O, mengubah morfologi permukaan, dan tekstur pada karbon aktif [23]. Semakin besar konsentrasi aktivator, dapat meningkatkan luas permukaan karbon aktif sehingga meningkatkan proses penyerapan [24]. Semakin tinggi konsentrasi

aktivator, maka semakin meningkatkan kemampuan adsorpsi. Pada konsentrasi HCl 0,5 M kemampuan adsorpsi menurun. Larutan aktivator telah mencapai titik jenuh sehingga karbon mengapung di permukaan yang menyebabkan proses aktivasi tidak berjalan optimal [25]. Aktivator dapat bereaksi dengan karbon pada adsorben sehingga menyebabkan terbentuknya pori-pori pada permukaan [26].

Hasil ini menunjukkan karbon aktif dari kulit durian mampu menurunkan konsentrasi COD dan dapat digunakan sebagai alternatif pengolahan limbah di Laboratorium. Adanya penambahan konsentrasi aktivator membuat penurunan kadar COD pada limbah laboratorium menjadi semakin besar. Hal ini dikarenakan bertambahnya situs aktif permukaan yang mampu berikatan dengan logam yang terkandung pada limbah.

Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan metode adsorpsi pada limbah laboratorium Sains UIN SMH Banten menunjukkan bahwa adsorben karbon aktif kulit durian teraktivasi mampu menurunkan konsentrasi COD. Pengelolaan sumber daya air yang baik diperlukan untuk menjaga biota air, menjaga lingkungan bersih dan kesehatan masyarakat, juga menyediakan air bersih bagi masyarakat di dekat kawasan Laboratorium Sains UIN SMH Banten.

#### 4 Kesimpulan

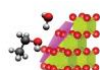
Karbon aktif kulit durian dapat menurunkan konsentrasi COD pada limbah cair Laboratorium Sains UIN SMH Banten. Karbon aktif kulit durian teraktivasi HCl dan NaOH secara berturut-turut adalah 13,79% dan 20,69%. Konsentrasi HCl 0,4 M merupakan konsentrasi optimum dalam menurunkan konsentrasi COD hingga 20,69%.

#### Ucapan Terima Kasih

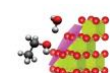
Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Sains UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten atas bantuan dana hibah penelitian sesuai dengan SK Rektor Nomor 933 Tahun 2022.

#### Daftar Pustaka

- [1] Nurhayati, I., Sutrisno, J. dan Zainudin, M.S. 2018. Pengaruh Konsentrasi Dan Waktu Aktivasi Terhadap Karakteristik Karbon Aktif Ampas Tebu Dan Fungsinya Sebagai Adsorben Pada Limbah Cair Laboratorium. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 16 (1) 62–71. 10.36456/waktu.v16i1.1491



- [2] Rahmawati, Chadijah, S. dan Ilyas, A. 2013. Analisa Penurunan Kadar COD Dan BOD Limbah Cair Laboratorium Biokimia UIN Makassar Menggunakan Fly Ash (Abu Terbang) Batubara. *Al-Kimia*, 1 (1) 64–75.
- [3] Trisnawati, N.N., Manuaba, I.B.P. dan Suprihatin, I.E. 2016. Fitodegradasi Dengan Tanaman Pacing (*Speciosus Cheilocostus*) Untuk Menurunkan Kandungan Pb, Cd dan Hg Limbah Cair Laboratorium. *Cakra Kimia (Indonesia E-Jurnal of Applied Chemistry)*, 4 (1) 77–83.
- [4] Ridhayanti, S.A. dan Rusmini. 2020. Pemanfaatan Karbon Aktif dari Limbah Kulit Durian sebagai Adsorben Limbah Industri Tahu di Daerah Sepanjang, Sidoarjo. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 4 (1) 23–31.
- [5] Sulistyanti, D., Antoniker, A. dan Nasrokhah, N. 2018. Penerapan Metode Filtrasi dan Adsorpsi pada Pengolahan Limbah Laboratorium. *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)*, 3 (2) 147. 10.30870/educhemia.v3i2.2430
- [6] Sari, A.M., Pandit, A.W. dan Abdullah, S. 2017. Pengaruh Variasi Massa Karbon Aktif dari Limbah Kulit Durian (*Durio Zibethinus*) sebagai Adsorben Dalam Menurunkan Bilangan Peroksida dan Bilangan Asam Pada Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Konversi*, 6 (2) 95–10.
- [7] Nabilla, L.E. dan Rusmini. 2019. Pengaruh Waktu Kontak Karbon Aktif dari Kulit Durian terhadap Kadar COD, BOD, dan TSS pada Limbah Cair Industri Tahu. *Chemica : Jurnal Teknik Kimia*, 6 (2) 47–53.
- [8] Yursak, Z., Amanda, U.D., Widiyastuti, D. dan Susilawati, P.N. 2020. Morphological characterization of local durian of Banten Province, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 591 (1). 10.1088/1755-1315/591/1/012048
- [9] Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2021. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2021 Tentang Tata Cara dan Persyaratan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun. Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia hlm. 5–24.
- [10] Nurhayati, I., Vigiani, S. dan Majid, D. 2020. Penurunan Kadar Besi (Fe), Kromium (Cr), COD dan BOD Limbah Cair Laboratorium dengan Pengenceran, Koagulasi dan Adsorpsi. *Ecotrophic*, 14(1) (June) 74–87.
- [11] Suyasa, W.B., Sukarta, I.N. dan Diantariani, N.P. 2024. Laboratory Wastewater Treatment Using a Combination of Anaerobic Bioaccumulation Systems and Plant Biofiltration. *Ecological Engineering and Environmental Technology*, 25 (4) 197–204. 10.12912/27197050/183610
- [12] Nuraini, E., Fauziah, T. dan Lestari, F. 2019. Penentuan Nilai BOD dan COD Limbah Cair Inlet Laboratorium Pengujian Fisis Politeknik ATK Yogyakarta. *Integrated Lab Journal*, 07 (02) 10–5.
- [13] Maulina, S. dan Mentari, V.A. 2019. Comparison of Functional Group and Morphological Surface of Activated Carbon from Oil Palm Fronds Using Phosphoric Acid (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) and Nitric Acid (HNO<sub>3</sub>) as an Activator. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 505 (1). 10.1088/1757-899X/505/1/012023
- [14] Bakti, A.I. dan Gareso, P.L. 2018. Characterization of Active Carbon Prepared from Coconuts Shells using FTIR, XRD and SEM Techniques. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 7 (1) 33–9. 10.24042/jipfalbiruni.v7i1.2459
- [15] Berliany, N.A., Hidayat, N.A. dan Budiastuti, H. 2023. Pengaruh Konsentrasi Aktivator NaOH terhadap Kinerja Karbon Aktif Kulit Kacang Tanah sebagai Adsorben Fosfat dalam Limbah Laundry. *Jurnal Teknik Kimia*, 29 (2) 54–61.
- [16] Djilani, C., Zaghdoudi, R., Djazi, F., Bouchekima, B., Lallam, A., Modarressi, A. dkk. 2015. Adsorption of dyes on activated carbon prepared from apricot stones and commercial activated carbon. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 53 112–21. 10.1016/j.jtice.2015.02.025
- [17] Ho, S.M. 2022. A Review of Chemical Activating Agent on the Properties of Activated Carbon. *Int J Chem Res Activated Carbon Int J Chem Res*, 1 (1) 1–13. 10.18689/ijcr-s1-001
- [18] Perdana, Y.A., Joni, R., Emriadi dan Aziz, H. 2020. Pengaruh Aktivator KOH Terhadap Kinerja Karbon Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Elektroda Superkapasitor. *Journal of Aceh Physics Society*, 9 (1) 13–9.
- [19] Tetra, O.N., Syukri, Alif, A., Fristina, R. dan Aziz, H. 2017. Utilization of porous carbon from waste palm kernel shells on carbon paper as a supercapacitors electrode material. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 65 (1). 10.1088/1755-1315/65/1/012053
- [20] Togibasa, O., Mumfaijah, M., Allo, Y.K., Dahlan, K. dan Ansanay, Y.O. 2021. The effect of chemical activating agent on the



- properties of activated carbon from sago waste. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11 (24). 10.3390/app112411640
- [21] Erawati, E. dan Fernando, A. 2018. Pengaruh Jenis Aktivator Dan Ukuran Karbon Aktif Terhadap Pembuatan Adsorbent Dari Serbuk Gergaji Kayu Sengon (*Paraserianthes Falcataria*). *Jurnal Integrasi Proses*, 7 (2) 58. 10.36055/jip.v7i2.3808
- [22] Supiati, Yudi, M. dan Chadijah, S. 2013. Pengaruh Konsentrasi Aktivator Asam Klordia (HCl) Terhadap Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Kulit Durian (*Durio zibethinus*) Pada Zat Warna Methanil Yellow. *Al-Kimia*, 1 (1) 53–63.
- [23] Sreńscek-Nazzal, J., Kamińska, A., Miądlicki, P., Wróblewska, A., Kielbasa, K., Wróbel, R.J. dkk. 2021. Activated Carbon Modification towards Efficient Catalyst for High Value-Added products Synthesis from Alpha-Pinene. *Materials*, 14 (24). 10.3390/ma14247811
- [24] Nurrahman, A., Permana, E., Gusti, D.R. dan Lestari, I. 2021. Pengaruh Konsentrasi Aktivator Terhadap Kualitas Karbon Aktif dari Batubara Lignit. *Jurnal Daur Lingkungan*, 4 (2) 44. 10.33087/daurling.v4i2.86
- [25] Erlina, Umiatin dan Budi, E. 2015. Pengaruh Konsentrasi Larutan Koh Pada Karbon Aktif Tempurung Kelapa untuk Adsorpsi Logam Cu. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, IV 55–60.
- [26] Tambun, R., Haryanto, B., Alexander, V., Manurung, D.R. dan Ritonga, A.P. 2024. Durian peel (*Durio zibethinus*) utilization as an adsorbent in the purification of acidified crude glycerol. *South African Journal of Chemical Engineering*, Elsevier B.V. 49 (May) 162–9. 10.1016/j.sajce.2024.05.002

