Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi e-ISSN: 2549-4236, p-ISSN: 1411-8939
Lembaga Penellitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Vol 25, No 3 (2025): Oktober, 1562-1568
DOI: 10.33087/jiubj.v25i3.6333

Efektifitas Arang Serbuk Gergaji Kayu terhadap Pengaruh Penurunan Kadar Logam Berat Cadmiun (Cd), Cod dan Bod pada Sampel Air Sungai

Siti Safira Nurul Maulia Azis, A. Sry Iryani
Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Fajar Makassar
Correspondence: safiranurul13@gmail.com, andisryani@unifa.ac.id

ABSTRAK
Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas arang aktif dari limbah serbuk gergaji, baik tanpa maupun dengan aktivasi, dalam menurunkan kandungan pH ekstrem, suhu tinggi, serta logam berat (terutama Pb dan Cd) dari air limbah.Serbuk gergaji dijadikan arang melalui proses karbonisasi, lalu diaktivasi menggunakan larutan $ZnCl_2$ untuk meningkatkan daya adsorpsinya. Uji adsorpsi dilakukan dengan variasi massa adsorben dan parameter lingkungan seperti pH dan temperatur. Hasil menunjukkan bahwa arang aktif dari serbuk gergaji mampu menurunkan konsentrasi Cd secara signifikan, terutama pada massa optimum 150 mg. Arang aktif yang telah diaktivasi menunjukkan performa lebih baik dibandingkan tanpa aktivasi.Selain penurunan logam berat, perlakuan adsorpsi juga efektif dalam menurunkan nilai COD (dari 134,3 mg/L menjadi 67,94 mg/L) dan BOD (dari 20,4 mg/L menjadi 14,4 mg/L), membuktikan kemampuan adsorben dalam menyerap senyawa organik. Aktivasi meningkatkan luas permukaan dan volume pori, sehingga proses adsorpsi menjadi lebih efisien.Secara keseluruhan, penelitian ini menyimpulkan bahwa arang aktif dari serbuk gergaji, khususnya setelah aktivasi, merupakan alternatif adsorben yang murah, efektif, dan ramah lingkungan untuk pengolahan air limbah yang terkontaminasi logam berat dan bahan organik.

Kata Kunci: Adsorpsi, Arang Aktif, Serbuk Gergaji, Logam Berat, Timbal (Pb), Kadmium (Cd), Air Limbah.

ABSTRACT
This study aims to evaluate the effectiveness of activated carbon derived from sawdust waste, both unactivated and activated, in reducing extreme pH levels, high temperatures, and heavy metals (especially Pb and Cd) in wastewater. Sawdust was converted into charcoal through a carbonization process, then activated using $ZnCl_2$ solution to enhance its adsorption capacity. Adsorption tests were conducted with variations in adsorbent mass and environmental parameters such as pH and temperature. The results showed that sawdust-based activated carbon significantly reduced Cd concentration, particularly at the optimum mass of 150 mg. Activated carbon performed better compared to non-activated carbon. In addition to reducing heavy metals, the adsorption treatment effectively lowered COD values (from 134.3 mg/L to 67.94 mg/L) and BOD values (from 20.4 mg/L to 14.4 mg/L), demonstrating the adsorbent's capability to absorb organic compounds. Activation increased surface area and pore volume, thereby making the adsorption process more efficient. Overall, this study concludes that activated carbon from sawdust waste, especially after activation, is a low-cost, effective, and environmentally friendly adsorbent alternative for treating wastewater contaminated with heavy metals and organic matter.

Keywords: *Adsorption, Activated Charcoal, Sawdust, Heavy Metals, Lead (Pb), Cadmium (Cd), Wastewater.*

PENDAHULUAN

Sungai Sleng merupakan salah satu sungai yang terletak di Kota Makassar. Adapun sungai ini mendapat tekanan dari lingkungan di sepanjang sungai berupa pemukiman, industri kecil, dan pertanian. Selain itu beberapa Perusahaan dan limbah domestik diduga melakukan pencemaran dengan membuang limbah cair bahan berbahaya dan beracun di sepanjang aliran sungan Sleng tanpa melalui proses pengolahan. Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang pengelolaan lingkungan hidup menyatakan bahwa pencemaran lingkungan hidup adalah masuknya atau dimasukkannya mahluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan atau aktivitas manusia sehingga melampaui baku mutu yang telah ditetapkan. Jenis limbah yang berpotensial merusak lingkungan perairan serta kesehatan masyarakat adalah Bahan Beracun dan Berbahaya (B3) termasuk logam berat.

Selain itu beberapa limbah domestik diduga melakukan pencemaran dengan membuang limbah cair bahan berbahaya dan beracun di sepanjang aliran sungan Sleng tanpa melalui proses pengolahan. Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang pengelolaan lingkungan hidup menyatakan bahwa pencemaran

lingkungan hidup adalah masuknya atau dimasukkannya mahluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan atau aktivitas manusia sehingga melampaui baku mutu yang telah ditetapkan. Jenis limbah yang berpotensial merusak lingkungan perairan serta kesehatan masyarakat adalah Bahan Beracun dan Berbahaya (B3) termasuk logam berat.

Logam berat merupakan logam yang berbahaya jika masuk ke dalam lingkungan terutama ke dalam tubuh makluk hidup. Logam berat sangat beracun, bahkan pada konsentrasi yang sangat rendah karena sifatnya yang kumulatif. Logam berat dapat menimbulkan keracunan serta penurunan kesehatan bagi manusia, hewan maupun tumbuhan apabila melebihi batas toleransi. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 baku mutu logam Pb adalah 0,03 mg/L.

Salah satu industri pengolahan kayu adalah industri penggergajian kayu. Penggergajian adalah suatu unit pengolahan kayu yang menggunakan alat utama bilah gergaji, mesin sebagai tenaga penggerak. Pada saat proses pengolahan kayu dapat menghasilkan limbah. Adapun limbah dari pengolahan kayu yang dimaksud berupa sisa-sisa atau bagian-bagian yang dianggap tidak ekonomis lagi dalam suatu proses. Penumpukan limbah serbuk gergaji kayu yang dianggap tidak ekonomis dapat menjadi limbah jika tidak di manfaatkan dan mengakibatkan terganggunya saluran pernapasan serta polusi udara yang terjadi pada lingkungan akibat dari limbah industri penggergajian kayu. Limbah dari serbuk gergaji kayu yang hanya dibiarkan begitu saja dapat dimanfaatkan kembali menjadi salah satu komposisi tambahan bahan dasar yang kaya selulosa umumnya dimanfaatkan pada pembuatan arang aktif (Daffa et al, 2024)

Arang aktif merupakan adsorben yang baik dan dapat digunakan untuk pemurnian, menghilangkan warna dan bau, deklorinasi, detoksifikasi, penyaringan, pemisahan dan dapat digunakan sebagai katalis. Bahan dasar yang kaya selulosa umumnya dimanfaatkan pada pembuatan arang aktif, seperti kayu, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, sekam padi, kilit buah kopi, tempurung biji jarak, tempurung biji karet, dan tempurung biji kemiri (Sudrajat & Pari, 2021).

Arang aktif (atau karbon aktif) adalah bentuk karbon yang telah diproses untuk memiliki pori-pori kecil dan luas permukaan yang sangat besar, yang memberikan kemampuan untuk menyerap zat-zat terlarut atau gas. Karena sifatnya yang sangat adsorptif, arang aktif banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pemurnian air, pengolahan udara, dan pengolahan limbah. Proses pembuatan arang aktif umumnya dilakukan dengan dua tahap utama: karbonisasi dan aktivasi. Pada tahap karbonisasi, bahan baku dipanaskan pada suhu tinggi dalam kondisi terbatas oksigen untuk menghilangkan zat-zat yang mudah menguap. Selanjutnya, pada tahap aktivasi, arang yang dihasilkan dipanaskan kembali dengan uap air atau gas aktif lainnya untuk membuka pori-pori lebih dalam, yang meningkatkan kemampuan adsorpsi (Rukman & Suryani, 2020).

Salah satu penggunaan utama arang aktif adalah dalam pengolahan limbah, baik itu limbah cair, limbah gas, maupun limbah padat. Dalam pengolahan air, arang aktif digunakan untuk mengurangi kontaminan seperti logam berat (misalnya Pb, Hg, Cd), senyawa organik beracun, dan senyawa yang menyebabkan bau. Arang aktif juga digunakan dalam penurunan pH dan temperatur air limbah. Keunggulan utama arang aktif dalam aplikasi ini adalah kemampuannya untuk menyerap berbagai jenis polutan melalui proses adsorpsi (Kurniawan & Asriani, 2020).

Berdasarkan hal itu, perlu dilakukan penelitian terkait dengan potensi serbuk gergaji dalam menyerap logam berat, khususnya logam Cd pada air sunga Sleng. Keunggulan dari serbuk gergaji sebagai bahan dasar arang aktif adalah memiliki keunggulan ekonomis dan ramah lingkungan. Adapun penggunaan bahan baku arang aktif dapat memberikan nilai tambah pada limbah tersebut namun juga mengurangi ketergantungan pada bahan baku konvensional, sehingga serbuk gergaji diharapkan mampu menyerap logam Cd.

METODE

Penelitian yang telah dilakukan bersifat eksperimental, yaitu dengan melakukan pengujian adsorpsi dari limbah serbuk gergaji dengan variasi pH dan variasi Temprature. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik ATI Makassar, waktu pelaksanaan penelitian selama bulan April 2025. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu pipet tetes, cawan porselin, gelas kimia, gelas ukur, ayakan ukuran 100 mesh, oven, spatula, neraca digital, shaker, labu ukur, lumpang dan alu, tanur, erlenmeyer, batang pengaduk, kertas aluminium foil, botol semprot, desikator, dan spektrofotometer serapan atom (SSA). Bahan

yang digunakan pada penelitian ini yaitu serbuk gergaji kayu, larutan $ZnCl_2$ 10%, buffer asetat, aquades, dan kertas saring, sampel limbah cair sungai sleng, pH universal.

Prosedur Kerja

Pembuatan Arang Serbuk Gergaji Kayu

Proses pembuatan arang dari serbuk gergaji kayu adalah sebagai berikut:

1. Serbuk gergaji kayu dibersikan dari sisa-sisa kotoran kemudian dicuci menggunakan air bersih.
2. Serbuk gergaji kayu yang telah dibersihkan kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari.
3. Serbuk gergaji kayu yang telah kering kemudian dibakar (karbonisasi) menggunakan tanur pada suhu tinggi 350°C selama 2 jam.
4. Arang yang telah terbentuk dihaluskan dengan menggunakan lumpang dan alu.
5. Arang diayak dengan ayakan 100 mesh.
6. Arang ditimbang menggunakan neraca digital.
7. Arang disimpan ditempat yang kering dan tertutup.

Prosese Adsorpsi

Penentuan Variasi Massa Optimum (Tanpa Aktivasi)

1. Dimasukkan 50 mL sampel ke dalam erlenmeyer
2. Dimasukkan arang aktif serbuk gergaji kayu dengan variasi massa 50 mg, 100 mg, 150 mg, 200 mg, dan 250 mg
3. Ditutup dengan menggunakan kertas aluminium foil, dan selanjutnya dikocok dengan shaker selama 60 menit pada suhu ruang dengan kecepatan 150 rpm, kemudian didiamkan selama 24 jam
4. Filtrat dan residu dipisahkan dengan penyaringan menggunakan kertas saring
5. Konsentrasi larutan diukur dengan menggunakan Spektrofotometer SSA

Penentuan Variasi Massa Optimum (dengan Perlakuan Aktivasi)

1. Arang yang telah dipreparasi kemudian diaktivasi dengan cara direndam dalam $ZnCl_2$ 10% selama 24 jam
2. Arang aktif disaring menggunakan kertas saring.
3. Arang aktif dicuci dengan aquades sampai pH netral.
4. Arang aktif dipanaskan dalam oven dengan suhu 110°C hingga beratnya konstan
5. Kemudian didinginkan dalam desikator
6. Dimasukkan 50 mL sampel ke dalam erlenmeyer
7. Dimasukkan arang aktif serbuk gergaji kayu dengan variasi massa 50 mg, 100 mg, 150 mg, 200 mg, dan 250 mg
8. Ditutup dengan menggunakan kertas aluminium foil, dan selanjutnya dikocok dengan shaker selama 60 menit pada suhu ruang dengan kecepatan 150 rpm, kemudian didiamkan selama 24 jam
9. Filtrat dan residu dipisahkan dengan penyaringan menggunakan kertas saring
10. Konsentrasi larutan diukur dengan menggunakan Spektrofotometer SSA.

HASIL

Tabel 1
Hasil Analisis Air Sungai Sleng

Parameter	Hasil (mg/L)	Ambang Batas (mg/L)
Pb	0,0105	0,0500
Cd	0,0521	0,0100

Sumber: data olahan

Hasil menunjukkan bahwa Kandungan Pb (0,0105 mg/L) masih di bawah ambang batas yang diperbolehkan, sehingga dapat dikategorikan aman terhadap kualitas lingkungan perairan, terutama dalam konteks perairan laut yang ditujukan untuk biota laut. Kandungan Cd (0,0521 mg/L) berada jauh di atas ambang batas yang diperbolehkan, yaitu melebihi lima kali lipat dari batas maksimum (0,0100 mg/L). Hal ini menunjukkan adanya tingkat pencemaran yang serius oleh logam kadmium, yang bersifat sangat toksik bahkan pada konsentrasi rendah. Maka dari itu dilakukan adsorpsi arang aktif dari limbah serbuk gergaji untuk menurunkan kadar logam berat Cd.

Gambar 1 adalah terdapat dua perlakuan pada Arang, yaitu dengan aktivasi dan tanpa aktivasi. Penambahan $ZnCl_2$ (seng klorida) dalam proses aktivasi arang dari limbah serbuk gergaji merupakan bagian dari aktivasi kimia yang

bertujuan untuk meningkatkan sifat fisik dan kimia adsorben, sehingga lebih efektif dalam menurunkan parameter pencemar seperti COD dan BOD (Bija et al, 2020).

1. Meningkatkan Luas Permukaan dan Struktur Pori. $ZnCl_2$ berperan sebagai *dehydrating agent* (agen penghilang air) yang mendorong terjadinya dekomposisi senyawa selulosa, hemiselulosa, dan lignin dalam serbuk gergaji pada suhu pemanasan tertentu. Proses ini menghasilkan arang aktif dengan struktur pori mikro dan meso yang lebih berkembang, sehingga meningkatkan luas permukaan spesifik adsorben. Luas permukaan yang tinggi sangat penting dalam meningkatkan kapasitas penjerapan senyawa organik yang terdapat dalam air limbah.
2. Menghasilkan Gugus Fungsional Aktif. $ZnCl_2$ juga berperan dalam membentuk gugus fungsional aktif seperti hidroksil (-OH), karbonil (-C=O), dan karboksilat (-COOH) pada permukaan arang. Gugus-gugus ini bersifat polar dan mampu berinteraksi dengan polutan organik melalui ikatan hidrogen, gaya van der Waals, atau mekanisme pertukaran ion. Hal ini menjadikan arang lebih selektif dan efisien dalam mengadsorpsi senyawa penyumbang COD dan BOD.
3. Memfasilitasi Pembentukan Struktur Stabil. $ZnCl_2$ membantu pembentukan struktur karbon aromatik yang lebih stabil dan terorganisir. Struktur ini tahan terhadap degradasi dan memiliki kestabilan termal serta kimia yang baik, sehingga arang hasil aktivasi kimia dapat digunakan berulang kali tanpa kehilangan efektivitasnya secara signifikan.
4. Meningkatkan Efektivitas Penurunan COD dan BOD. Dalam konteks hasil yang ditunjukkan pada grafik, arang serbuk gergaji yang diaktivasi dengan $ZnCl_2$ mampu menurunkan COD hingga 49,42% dan BOD hingga 29,41%, lebih besar dibandingkan tanpa aktivasi. Hal ini membuktikan bahwa aktivasi dengan $ZnCl_2$ secara langsung meningkatkan performa adsorpsi, karena polutan lebih mudah ditangkap dan diikat oleh permukaan arang yang telah dimodifikasi.



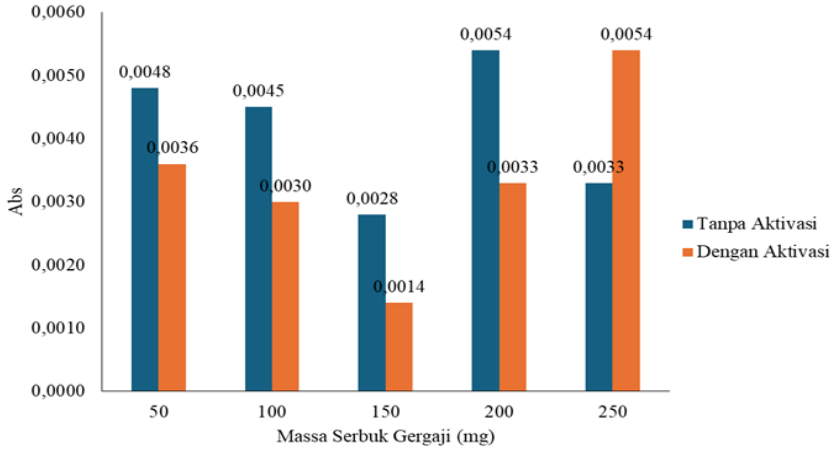
(a) (b)

Sumber: data olahan

Gambar 1
2 Perlakuan terhadap Arang, yaitu: (a) Perlakuan dengan aktivasi (b) Perlakuan tanpa aktivasi

Hasil Analisis Adsorpsi Arang Aktif Limbah Serbuk Gergaji

Pada penelitian ini dilakukan dua percobaan yaitu menggunakan serbuk gergaji tanpa aktivasi dan serbuk gergaji dengan aktivasi sebagai media adsorpsi logam Cd.



Sumber: data olahan

Gambar 2
Hasil Analisis Adsorpsi Arang Aktif Limbah Serbuk Gergaji

Hasil pengujian adsorpsi logam berat kadmium (Cd) menggunakan serbuk gergaji menunjukkan bahwa baik serbuk gergaji tanpa aktivasi maupun dengan aktivasi mampu menurunkan konsentrasi Cd dalam larutan, yang diindikasikan oleh menurunnya nilai absorbansi. Secara umum, semakin besar massa adsorben yang digunakan, maka semakin rendah nilai absorbansinya, menandakan semakin besar pula jumlah ion Cd yang berhasil teradsorpsi dari larutan. Namun, tren ini tidak selalu linier, karena pada massa tertentu efisiensi adsorpsi justru mengalami penurunan (Septiani et al, 2021).

Pada serbuk gergaji tanpa aktivasi, nilai absorbansi menurun dari 0,0048 pada 50 mg menjadi 0,0028 pada 150 mg, menunjukkan bahwa peningkatan massa adsorben memperbesar luas permukaan yang dapat mengikat ion Cd. Namun, pada 200 mg, nilai absorbansi justru meningkat menjadi 0,0054, yang menandakan adanya penurunan efektivitas adsorpsi. Kemungkinan hal ini disebabkan oleh aglomerasi partikel adsorben yang menyebabkan berkurangnya permukaan aktif secara efektif. Pada massa 250 mg, nilai absorbansi kembali turun menjadi 0,0033, namun belum mampu menyamai efektivitas pada 150 mg (Zustriani et al, 2023).

Sementara itu, pada serbuk gergaji yang telah diaktivasi, hasil adsorpsi menunjukkan performa yang lebih baik. Aktivasi yang dilakukan diduga berhasil meningkatkan luas permukaan dan volume pori-pori adsorben, sehingga meningkatkan kemampuan serbuk gergaji dalam menyerap ion Cd. Nilai absorbansi menurun dari 0,0036 pada 50 mg menjadi 0,0014 pada 150 mg, menunjukkan bahwa adsorben aktif bekerja lebih optimal pada massa tersebut. Namun, seperti halnya pada adsorben tanpa aktivasi, peningkatan massa hingga 250 mg justru menyebabkan nilai absorbansi meningkat menjadi 0,0054. Hal ini menunjukkan adanya titik optimum massa adsorben, di mana kelebihan adsorben tidak lagi meningkatkan efisiensi, bahkan dapat menyebabkan penurunan performa akibat saturasi permukaan atau penumpukan partikel yang mengganggu difusi (Simón dkk., 2024).

Berdasarkan grafik absorbansi terhadap massa serbuk gergaji, terlihat adanya fluktuasi nilai absorbansi seiring dengan peningkatan massa, baik pada perlakuan tanpa aktivasi maupun dengan aktivasi. Untuk perlakuan tanpa aktivasi, penurunan absorbansi terjadi saat massa dinaikkan dari 50 mg ke 100 mg, yaitu sebesar 6,25%, dan kembali menurun sebesar 37,78% saat massa dinaikkan ke 150 mg. Namun, pada penambahan massa menjadi 200 mg, justru terjadi kenaikan absorbansi sebesar 92,86%, yang mengindikasikan penurunan efektivitas adsorpsi. Kenaikan ini kemudian diikuti penurunan kembali sebesar 38,89% saat massa ditambah menjadi 250 mg.

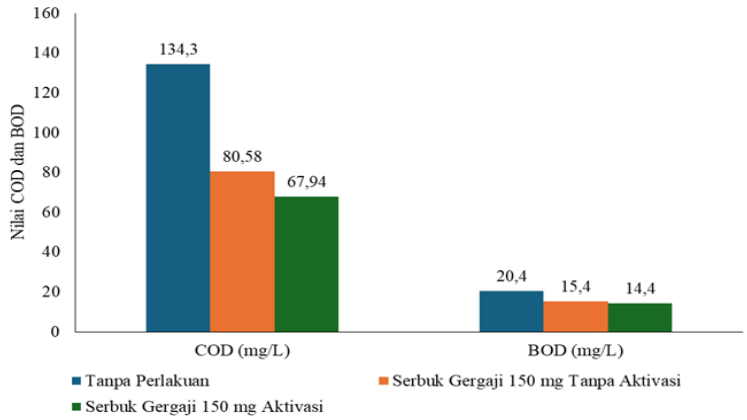
Sementara itu, untuk perlakuan dengan aktivasi, penurunan absorbansi dari 50 mg ke 100 mg tercatat sebesar 16,67%, lalu mengalami penurunan yang lebih signifikan sebesar 53,33% saat massa mencapai 150 mg. Namun, mirip dengan pola sebelumnya, terjadi kenaikan absorbansi yang sangat besar sebesar 135,71% saat massa dinaikkan ke 200 mg, dan kembali meningkat sebesar 63,64% saat massa ditingkatkan menjadi 250 mg.

Dengan membandingkan kedua jenis adsorben, terlihat bahwa serbuk gergaji dengan aktivasi menunjukkan kinerja adsorpsi yang lebih baik pada semua variasi massa, khususnya pada 150 mg yang menghasilkan nilai absorbansi terendah. Hasil ini memperkuat dugaan bahwa aktivasi meningkatkan struktur pori dan luas permukaan spesifik, sehingga memperbesar kapasitas adsorpsi. Berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa penggunaan serbuk gergaji dengan aktivasi, khususnya pada massa 150 mg, merupakan kondisi optimal untuk proses adsorpsi logam Cd. Temuan ini menunjukkan potensi besar pemanfaatan limbah serbuk gergaji sebagai adsorben alternatif yang efektif, murah, dan ramah lingkungan dalam pengolahan air limbah yang terkontaminasi logam berat.

Hasil Analisis COD dan BOD

Hasi analisis pada Gambar 3 diperoleh hasil paling optimum pada sampel serbuk gergaji tanpa aktivasi dan dengan aktivasi dengan massa 150 mg, masing-masing sampel tersebut akan diuji COD dan BOD nya lalu di bandingkan dengan COD dan BOD sampel tanpa perlakuan. Pengaruh serbuk gergaji terhadap penurunan kadar COD *(Chemical Oxygen Demand)* dan BOD *(Biochemical Oxygen Demand)* dianalisis dengan membandingkan tiga perlakuan, yaitu: tanpa perlakuan, perlakuan menggunakan serbuk gergaji 150 mg tanpa aktivasi, dan perlakuan menggunakan serbuk gergaji 150 mg dengan aktivasi. Hasil grafik menunjukkan bahwa penggunaan serbuk gergaji mampu menurunkan kadar COD dan BOD secara signifikan dibandingkan kondisi tanpa perlakuan, dengan efektivitas yang lebih tinggi pada serbuk gergaji yang telah diaktivasi.

Berdasarkan Gambar 3 yang menunjukkan perbandingan nilai COD dan BOD dari tiga perlakuan berbeda, terlihat bahwa terjadi penurunan signifikan pada kedua parameter setelah penambahan serbuk gergaji, baik dengan maupun tanpa aktivasi. Pada kondisi tanpa perlakuan, nilai COD tercatat sebesar 134,3 mg/L, sedangkan setelah diberi perlakuan serbuk gergaji 150 mg tanpa aktivasi, COD menurun menjadi 80,58 mg/L atau mengalami penurunan sebesar 40,01%. Perlakuan dengan serbuk gergaji yang diaktivasi menunjukkan hasil lebih optimal, menurunkan COD menjadi 67,94 mg/L, atau turun sebesar 49,42% dari kondisi awal. Hal ini menunjukkan bahwa aktivasi serbuk gergaji mampu meningkatkan kemampuan adsorpsi terhadap senyawa organik penyumbang beban COD.



Sumber: data olahan

Gambar 3
Hasil Analisis COD dan BOD

Hal serupa juga terjadi pada nilai BOD. Tanpa perlakuan, BOD sebesar 20,4 mg/L, lalu menurun menjadi 15,4 mg/L (24,51%) dengan serbuk gergaji tanpa aktivasi, dan menjadi 14,4 mg/L (29,41%) dengan aktivasi. Penurunan ini mengindikasikan bahwa bahan adsorben dari serbuk gergaji efektif dalam mengurangi senyawa organik biodegradable, dan aktivasi permukaan adsorben semakin meningkatkan kinerjanya. Secara umum, data menunjukkan bahwa perlakuan adsorpsi menggunakan serbuk gergaji efektif dalam menurunkan nilai COD dan BOD, dengan hasil terbaik ditunjukkan oleh serbuk gergaji yang telah diaktivasi. Aktivasi meningkatkan luas permukaan dan porositas bahan adsorben, sehingga senyawa pencemar dapat terjerap lebih efektif. Temuan ini memperkuat potensi penggunaan limbah

biomassa serbuk gergaji sebagai adsorben alternatif yang murah, mudah didapat, dan ramah lingkungan dalam pengolahan air limbah yang tercemar bahan organik.

Nilai COD yang tinggi menunjukkan tingginya konsentrasi senyawa organik yang terlarut dalam air limbah. Ketika senyawa organik ini mengalami degradasi oleh mikroorganisme atau oksidasi kimia, proses ini menghasilkan asam organik dan menurunkan kadar oksigen terlarut. Akibatnya, pH cenderung menurun (menjadi lebih asam). Oleh karena itu, semakin tinggi nilai COD, maka pH limbah cenderung lebih rendah (berada pada kondisi asam). Sebaliknya, ketika terjadi penurunan nilai COD dan BOD seperti pada perlakuan dengan serbuk gergaji, baik yang diaktivasi maupun tidak, maka beban senyawa organik dalam limbah berkurang. Penurunan ini mengindikasikan bahwa proses adsorpsi atau degradasi berhasil mengurangi polutan organik, sehingga potensi pembentukan asam juga berkurang dan pH air limbah cenderung meningkat (menuju netral).

SIMPULAN

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa (1) adsorpsi menggunakan serbuk gergaji mampu menurunkan kandungan logam berat Cd dalam air limbah Sungai Sleng secara signifikan. Semakin besar massa serbuk gergaji yang digunakan, terutama pada massa optimum yaitu pada massa 150 mg, maka semakin efektif proses adsorpsi dalam mengikat logam Cd, sehingga menurunkan konsentrasinya dalam limbah cair; dan (2) Arang aktif dari serbuk gergaji yang telah diaktivasi menunjukkan efektivitas lebih tinggi dibandingkan serbuk gergaji tanpa aktivasi dalam menurunkan COD dan BOD pada air limbah Sungai Sleng. Aktivasi meningkatkan luas permukaan dan jumlah pori aktif, yang berperan penting dalam proses adsorpsi berbagai parameter pencemar, sehingga menghasilkan kualitas air limbah yang lebih stabil dan mendekati standar baku mutu lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

Bija, S., Yulma, Imra, Aldian, Maulana, A., Rozi, A., 2020. Biochoagulant Synthesis Based on Chitosan from Bandeng Fishing Waste and Its Application of Reduction of BOD and COD Value of Tofu Waste In Tarakan City. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, *23*(1), 86–92.

Daffa, Widiyanti, L., Erlinawati, Rusnadi, I., Pratiwi, I., 2024. Pengaruh Variasi Massa Tempurung Kelapa dan Waktu Karbonisasi Terhadap Kualitas Arang. *Jurnal Redoks*, 9(2), 205-212.

Kamarati, K. F. A., Marlon, I. A., Sumaryono, M., 2018. Kandungan Logam Berat Besi (Fe), Timbal (Pb) dan Mangan (Mn) pada Air Sungai Santan. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 4(1), 49-56,

Kurniawan, A., Asriani, E., 2020. Review: Quorum sensing bakteri dan peranannya pada perubahan nilai pH di kolong pascatambang timah dengan umur berbeda. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(3), 602–609

Rukman, A., Suryani, E., 2020. Karbon Aktif Dan Penerapannya dalam Pengolahan Air dan Udara. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 15(2), 85-92.

Septiani, M., Darajat, Z., Pasinda, I., Kurniawan, D., 2021. Kajian Perbandingan Efektivitas Adsorben Ampas Kopi dan Fly Ash pada Penurunan Konsentrasi Amonia (Nh3) dalam Limbah Cair Urea. *JST (Jurnal Sains Terapan)*, *7*(2), 52–59.

Simón, D., Palet, C., Cristóbal, A., 2024. Cadmium Removal by Adsorption on Biochars Derived from Wood Industry and Craft Beer Production Wastes. *Water*, *16*(13), 1905.

Sudrajat, M., Pari, N., 2021. Pemanfaatan Bahan Dasar Selulosa Untuk Pembuatan Arang Aktif. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 12(1), 45-51.

Zustriani, A. K., Lajja, N., Faza, Z., 2023. Adsorpsi Logam Cd Pada Limbah Cair Laboratorium Menggunakan Adsorben Arang Aktif Dari Kulit Buah Matoa. *Integrated Lab Journal*, *11*(1), 50–60.