



Window of Public Health
JOURNAL

Journal homepage : <http://jurnal.fkm.umi.ac.id/index.php/woph>



ARTIKEL RISET

URL artikel: <http://jurnal.fkm.umi.ac.id/index.php/woph/article/view/woph7108>

EFEKTIVITAS ARANG KUMEA VARIASI HCI DALAM MENURUNKAN Cr6+ DAN CrT PADA LIMBAH INDUSTRI NIKEL

^KNur Fitrah Azisah¹, Muhammad Ikhtiar², Alfina Baharuddin³

^{1,3}Peminatan Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Muslim Indonesia

²Peminatan Epidemiologi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Muslim Indonesia

E-mail Penulis Pertama⁽¹⁾ : nurfitrahazisah9@gmail.com

nurfitrahazisah9@gmail.com¹, muhammad.ikhtiar@umi.ac.id², alfina.baharuddin@umi.ac.id³

ABSTRAK

Kemajuan teknologi telah mengalami perkembangannya yang cepat di era globalisasi, khususnya di bidang industri pertambangan nikel. Adanya perkembangan tersebut tidak dapat dipungkiri memiliki dampak yang positif maupun negatif. Salah satu dampak negatif yang timbul yaitu pencemaran limbah cair yang mengandung logam berat berbahaya yang timbul secara alamiah dan buatan. Oleh karena itu perlu adanya pengendalian. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas dari arang aktif serbuk kayu kumea dalam menurunkan kadar logam berat khususnya logam Cr6+ dan Cr Total pada air limbah di salah satu industri pertambangan Nikel yang ada di kabupaten Luwu Timur. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen dengan pendekatan post-test dan pre-test pada dua titik lokasi pengambilan sampel yang dapat mewakili. Hasil menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi aktivator HCL maka semakin besar efektifitas penurunan kadar logam berat, ini terjadi pada konsentrasi HCL 0.8M namun hasil tidak konsisten karena pada konsentrasi 1M justru tidak banyak berkontribusi.

Kata kunci : Cr6+; Cr Total; Kayu Kumea; Efektivitas arang aktif

PUBLISHED BY :

Pusat Kajian dan Pengelola Jurnal
Fakultas Kesehatan Masyarakat UMI

Address :

Jl. Urip Sumoharjo Km. 5 (Kampus II UMI)
Makassar, Sulawesi Selatan.

Email :

jurnal.woph@umi.ac.id

Article history :

Received : 1 Juli 2025

Received in revised form 13 Agustus 2025

Accepted : 18 Oktober 2025

Available online : 28 Februari 2026

licensed by [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



ABSTRACT

Technological advancements have advanced rapidly in the era of globalization, especially in the nickel mining industry. These developments undeniably have both positive and negative impacts. One negative impact is the pollution of liquid waste with hazardous heavy metals, both naturally occurring and artificially produced. Therefore, control is necessary. The purpose of this study was to determine the effectiveness of activated charcoal from kumea wood powder in reducing heavy metal levels, especially Cr6+ and Total Cr in wastewater in one of the nickel mining industries in East Luwu Regency. This study used an experimental research design with a pre-test and post-test at two representative sampling locations. The results showed that the higher the concentration of HCl activator, the greater the effectiveness in reducing heavy metal levels. This occurred at an HCl concentration of 0.8 M, but the results were inconsistent: at 1 M, it did not contribute much.

Keywords : Cr6+; Total Cr; Kumea wood; Activated charcoal effectiveness

PENDAHULUAN

Berkembangnya Ilmu Pengetahuan dan Teknologi di berbagai bidang semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dunia, kebutuhan hidup manusia, serta ekonomi. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) yang begitu cepat tidak hanya memberikan dampak positif bagi suatu bangsa melainkan juga dampak negatif. Salah satu perkembangan IPTEK yang membawa dampak negatif ialah meningkatnya aktivitas manusia yang menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan berupa udara, tanah, dan air.¹

Pencemaran logam berat, khususnya kromium (Cr), di sungai akibat pembuangan limbah industri telah menyebabkan banyak sungai di Indonesia berada dalam kondisi yang tidak sehat, padahal sungai memiliki berbagai manfaat penting bagi manusia. Air sungai digunakan oleh masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari seperti minum, mandi, mencuci, irigasi pertanian, hingga aktivitas rekreasi. Jika limbah industri tidak dikelola dengan baik, kandungan kromium di dalamnya dapat terbawa aliran air dan meresap ke dalam tanah. Hal ini berpotensi mencemari lingkungan, terakumulasi dalam tanaman, masuk ke rantai makanan, dan dalam jangka panjang dapat membahayakan kesehatan manusia.²

Kontaminan logam berat yang terdapat pada limbah industri antara lain merkuri, timbal, kromium, seng, kadmium, uranium, selenium, tembaga, dan nikel. Pengelolaan air limbah di kawasan industri dilakukan dengan tujuan menghilangkan bahan pencemar dalam air limbah sampai batas yang diperbolehkan untuk dibuang ke air sesuai persyaratan peraturan perizinan.³

Kromium heksavalen Cr (VI) merupakan senyawa yang sangat beracun dan memiliki sifat mutagenik dan karsinogenik sehingga apabila terkena keracunan akut dari logam kromium (Cr) dapat mengakibatkan muntah, diare berdarah, masalah sistem pencemaran, nekrosis hati, nekrosis ginjal dan keracunan. Sementara itu, keracunan yang berkepanjangan juga dapat mengakibatkan ruam kulit, hati, sistem saraf. Logam kromium juga mempengaruhi kualitas perairan yang dapat mengganggu kehidupan perairan yang dapat menyebabkan organisme mati.⁴

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) dan Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat (US-EPA) telah menetapkan pedoman ketat guna menjaga kesehatan masyarakat. Sebagai langkah preventif, kedua lembaga tersebut menentukan batas maksimum yang diperbolehkan (*Maximum Allowable Concentration/MAC*) untuk kandungan kromium dalam air minum, yaitu 0,05 ppm menurut WHO dan 0,1

ppm menurut US-EPA. Kromium sendiri umumnya ditemukan dalam dua bentuk oksidasi yang stabil, yaitu Cr(III) dan Cr(VI).⁵

Badan Internasional untuk Penelitian Kanker (IARC) telah menggolongkan Cr(VI) sebagai karsinogen kategori 1, yang berarti telah terbukti dapat menyebabkan kanker pada manusia. Cr(VI) banyak digunakan dalam berbagai sektor industri, seperti produksi obat, katalis, bahan bakar, penyamakan kulit, pelapisan logam secara elektrik, dan pembuatan pigmen. Meskipun memiliki berbagai manfaat, Cr(VI) juga membawa dampak serius bagi kesehatan, antara lain kerusakan jaringan epitel hidung, luka pada kulit yang dikenal sebagai "lubang krom", serta kanker paru-paru akibat paparan melalui inhalasi. Kromium dapat masuk ke dalam sel, merusak DNA, dan memicu stres oksidatif, yang semuanya berperan dalam sifat karsinogeniknya.⁶

Pada *comprehensive review of industrial waste water treatment techniques* diperkirakan bahwa volume air limbah yang dihasilkan secara global setiap tahunnya mencapai sekitar 380 miliar meter kubik, dan jumlah ini diprediksi meningkat sebesar 51% pada tahun 2050. Saat ini, sekitar 48% air limbah masih dibuang tanpa melalui proses pengolahan, yang tetap menjadi isu lingkungan berskala global. Pembuangan langsung air limbah ke lingkungan dapat mencemari perairan permukaan dan air tanah, menyebabkan eutrofikasi, serta membahayakan kehidupan tumbuhan dan hewan. Meskipun perairan alami memiliki kemampuan untuk melakukan pemurnian secara alami melalui proses fisik, biologis, dan kimiawi, kapasitas ini bisa terlampaui jika volume air limbah yang dibuang melebihi batas kemampuan sistem tersebut untuk menetralsirkannya.⁷

Pencemaran air sungai di pulau Jawa didapatkan pada sungai Ciliwung kadar kromium (Cr) sebesar 0,05 mg/l yang dimana lokasi tersebut termasuk kategori pencemaran sedang sesuai PP No 22 Tahun 2021. Sementara itu pada sungai Cipeles, Jawa Barat menunjukkan kadar kromium (Cr) sebesar 21,4 mg/L yang dimana angka ini menunjukkan kadar yang jauh melebihi baku mutu air.⁸

PT. Clariant, sebagai salah satu perusahaan kimia ternama di Indonesia, memainkan peran penting dalam kemajuan sektor industri. Meskipun perusahaan ini telah memperluas usahanya ke berbagai bidang, pengelolaan limbah industri tetap menjadi isu yang perlu mendapat perhatian. Pada tanggal 4 Agustus 2021, muncul dugaan pencemaran di Sungai Cikaso yang terletak di sekitar salah satu fasilitas PT. Clariant di kawasan Cimangrove. Perubahan warna air sungai tersebut menimbulkan kekhawatiran di kalangan masyarakat mengenai potensi pencemaran yang disebabkan oleh limbah industri dari perusahaan tersebut.

PT. BOSS merupakan salah satu perusahaan yang turut menimbulkan dampak lingkungan negatif akibat limbah sisa produksinya. Berdasarkan observasi langsung di lokasi serta keterangan dari beberapa warga setempat, limbah dari PT. BOSS diduga mencemari aliran sungai yang melintasi area tersebut, karena limbah diduga dibuang langsung ke sungai. Selain pencemaran air, limbah tersebut juga menimbulkan bau menyengat yang mengganggu aktivitas dan kenyamanan masyarakat sekitar.⁹

Salah satu industri pertambangan nikel yang ada di Luwu Timur didapatkan bahwa air limbah dari pond (penampungan sementara) sebelum dialirkan ke danau masih memiliki kadar logam berat yang melebihi baku mutu. Yang dimana menunjukkan nilai 1,335 mg/L untuk krom total sehingga masih melebihi standar baku mutunya yaitu 0,5 mg/L. Sedangkan pada krom heksavalen didapatkan kadar sebesar

0,528 mg/L dan juga melebihi standar baku mutunya yaitu 0,1 mg/L.¹⁰

Kota Sorowako dikenal dengan Danau Matano dan keberadaan tambang nikel yang cukup besar. Kota Sorowako dengan perusahaan pertambangan nikel yang berpotensi menghasilkan limbah yang mengandung logam berat kromium heksavalen (Cr6+) berada di kawasan tempat wisata perairan seperti pinggir sungai dan danau, oleh karena itu yang perlu diperhatikan ialah pemantauan pada kualitas air secara berkala agar tetap sesuai dengan peruntukannya. Mengingat sungai dan danau merupakan tempat pembuangan akhir dari limbah cair pertambangan setelah di netralkan dan di tampung ke dalam pond.

Banyak metode dalam melakukan pengolahan pada logam berat, khususnya krom six dan krom total, salah satu metode yang akan peneliti gunakan yaitu adsorpsi, dimana peneliti menggunakan limbah serbuk gergaji menjadi arang aktif untuk menurunkan kadar kandungan logam berat tersebut agar aman dialirkan ke sungai dan danau dan tidak menimbulkan dampak negatif bagi masyarakat sekitar, untuk uji kadar kandungan logam berat krom six digunakan metode spektrofotometri UV-Vis dan uji kadar kandungan logam berat krom total *inductively couple plasma-mass spectrometry* (ICP-MS).

Serbuk gergaji memiliki potensi sebagai bahan dasar pembuatan karbon aktif untuk menyerap logam berat dalam media udara karena mengandung senyawa selulosa dan lignin, yang efektif sebagai agen adsorben¹¹. Kandungan tersebut memungkinkan serbuk gergaji diolah menjadi arang aktif yang memiliki daya serap tinggi terhadap kontaminasi, termasuk logam berat seperti kromium.

Karbon aktif merupakan senyawa amorf yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau arang yang diperlakukan secara khusus untuk mendapatkan daya adsorpsi yang tinggi. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap karbon aktif sangat besar, yaitu 25-100% terhadap berat karbon aktif.¹²

Serbuk gergaji merupakan limbah hasil kegiatan industri penggergajian kayu (sawmill) yang jumlahnya cukup berlimpah di Sorowako. Dalam penelitian ini, arang kayu hasil pembakaran serbuk gergaji dimanfaatkan sebagai media adsorben dalam pengolahan limbah industri, khususnya untuk menurunkan kadar kromium heksavalen dan kromium total. Pemanfaatan ini menjadi alternatif yang menarik karena bersifat *low-cost*, ramah lingkungan, dan *available in quality*.¹¹

Merujuk pada latar belakang tersebut, peneliti terdorong untuk melakukan studi mengenai efektivitas media arang kayu kumea yang telah diaktivasi menggunakan variasi konsentrasi HCl dalam menurunkan kadar kromium heksavalen Cr6+ dan kromium total Cr T pada air limbah di kawasan PTVI. Ini sejalan dengan komitmen keberlanjutannya pada pengelolaan lingkungan yaitu pengelolaan limbah dengan prioritas strategi utama melaksanakan pengurangan dan pemanfaatan limbah yang dilaksanakan oleh departemen *environment and permit management*.

METODE

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan pendekatan single group post-test dan pre-test design, yaitu dengan melakukan pre-test sebelum diberi perlakuan pada variabel dan post-test setelah diberi perlakuan pada variabel untuk mengetahui efektivitas media arang serbuk kayu kumea yang

telah diaktivasi dengan lima variasi konsentrasi HCL terhadap limbah cair di Industry pertambangan. Waktu penelitian ini dilaksanakan selama 2 bulan lamanya. Sampel pada penelitian ini adalah inlet limbah cair pertambangan pada lokasi Lamangka 3 dan Kathryn dengan menggunakan Grab sampling (Sampel yang diambil secara langsung). Pengambilan sampel dilakukan pada Pond (Penampungan sementara) karena sudah mewakili semua limbah cair di Industry pertambangan tersebut. Sampel yang telah didapatkan akan diperiksa berdasarkan parameter limbah cair yang dianalisis. Perlakuan pada sampel menggunakan arang serbuk kayu kumea yang telah diaktivasi dengan variasi konsentrasi HCL 0.2M, 0.4M, 0.6M, 0.8M, dan 1M dengan perbandingan 1 gram arang untuk 50 ml limbah cair. Perendaman sampel bersama media menggunakan waktu kontak selama 60 menit dan 120 menit yang kemudian disaring menggunakan kertas saring. Sampel kemudian diuji dengan Kromium heksavalen dengan metode U-uvis dan kromium total dengan metode ICP.

HASIL

Konsentrasi kromium heksavalen Cr6+

Tabel 1. Data hasil Analisa Metode U-uvis Logam Berat Cr6+ Waktu Kontak 60 Menit Pada Pond Lamangka 3

Pada Pond Lammangka 5				
Konsentrasi HCL	Konsentrasi Awal Cr6+ (mg/L)	Konsentrasi Akhir Cr6+ (mg/L)	Selisih (mg/L)	% Penurunan
0.2M	0.147	0.135	0.012	8.16
0.4M		0.137	0.01	6.80
0.6M		0.141	0.006	4.08
0.8M		0.144	0.003	2.04
1M		0.130	0.017	11.56
Baku Mutu		0.1 mg/L		

Berdasarkan Tabel 1, hasil analisis kromium heksavalen menggunakan metode U-Uvis menunjukkan adanya perbedaan setelah proses adsorpsi selama 60 menit. Efektivitas arang aktif dari kayu kumea paling tinggi diperoleh pada konsentrasi HCl 1M, yaitu sebesar 0,130 mg/L dengan penurunan sebesar 0.017 mg/L dan persentase mencapai 11,56%.

Tabel 2. Data hasil Analisa Metode U-uvis Logam Berat Cr6+ Waktu Kontak 60 Menit Pada Pond Kathryn

Pada Pond Kaitlyn				
Konsentrasi HCL	Konsentrasi Awal Cr6+ (mg/L)	Konsentrasi Akhir Cr6+ (mg/L)	Selisih (mg/L)	% Penurunan
0.2M	0.571	0.553	0.018	3.15
0.4M		0.508	0.063	11.03
0.6M		0.478	0.093	16.29
0.8M		0.293	0.278	48.69
1M		0.507	0.064	11.21
Baku Mutu		0.1 mg/L		

Berdasarkan tabel 2, hasil analisis kromium heksavalen menggunakan metode U-Uvis menunjukkan

adanya perbedaan setelah proses adsorpsi selama 60 menit. Efektivitas arang aktif dari kayu kumea paling tinggi diperoleh pada konsentrasi HCl 0.8M, yaitu sebesar 0.293 mg/L dengan penurunan sebesar 0.278 mg/L dan persentase mencapai 48.69%.

Tabel 3. Data hasil Analisa Metode U-uvis Logam Berat Cr6+ Waktu Kontak 120 Menit Pada Pond Kathryn

Pada Kondisi Ruang Nyang				
Konsentrasi HCL	Konsentrasi Awal Cr6+ (mg/L)	Konsentrasi Akhir Cr6+ (mg/L)	Selisih (mg/L)	% Penurunan
0.2M	0.571	0.537	0.034	5.95
0.4M		0.477	0.094	16.46
0.6M		0.446	0.125	21.89
0.8M		0.221	0.35	61.30
1M		0.544	0.027	4.73
Baku Mutu		0.1mg/L		

Berdasarkan tabel 3 hasil analisis kromium heksavalen menggunakan metode U-Uvis menunjukkan adanya perbedaan setelah proses adsorpsi selama 120 menit. Efektivitas arang aktif dari kayu kumea paling tinggi diperoleh pada konsentrasi HCl 0.8M, yaitu sebesar 0.221 mg/L dengan penurunan sebesar 0.35 mg/L dan persentase mencapai 61.30%.

Konsentrasi kromium total Cr Total

Tabel 4. Data hasil Analisa Metode ICP Logam Berat Cr Total Waktu Kontak 60 Menit Pada Pond Kathryn

Konsentrasi HCL	Konsentrasi Awal Cr Total (mg/L)	Konsentrasi Akhir Cr Total (mg/L)	Selisih (mg/L)	% Penurunan
0.2M	1.663	1.8	14.83	89.18
0.4M		1.89	14.74	88.63
0.6M		1.59	15.04	90.44
0.8M		1.24	15.39	92.54
1M		1.8	14.83	89.18
Baku Mutu		0.5 mg/L		

Berdasarkan tabel 4, hasil analisis kromium total menggunakan metode ICP menunjukkan adanya perbedaan setelah proses adsorpsi selama 60 menit. Efektivitas arang aktif dari kayu kumea paling tinggi diperoleh pada konsentrasi HCl 0.8M, yaitu sebesar 1.24 mg/L dengan penurunan sebesar 15.39 mg/L dan persentase mencapai 92.54%.

Tabel 5. Data hasil Analisa Metode ICP Logam Berat Cr Total Waktu Kontak 120 Menit Pada Pond Kathryn

Konsentrasi HCL	Konsentrasi Awal Cr Total (mg/L)	Konsentrasi Akhir Cr Total (mg/L)	Selisih (mg/L)	% Penurunan
0.2M	1.663	1.54	15.09	90.74
0.4M		1.7	14.93	89.78
0.6M		1.44	15.19	91.34
0.8M		0.52	16.11	96.87

Konsentrasi HCL	Konsentrasi Awal Cr Total (mg/L)	Konsentrasi Akhir Cr Total (mg/L)	Selisih (mg/L)	% Penurunan
1M		1.55	15.08	90.68
Baku Mutu		0.5 mg/L		

Berdasarkan tabel 5, hasil analisis kromium total menggunakan metode ICP menunjukkan adanya perbedaan setelah proses adsorpsi selama 120 menit. Efektivitas karbon aktif dari kayu kumea paling tinggi diperoleh pada konsentrasi HCl 1M, yaitu sebesar 0.52 mg/L dengan penurunan sebesar 16.11 mg/L dan persentase mencapai 96.87%.

PEMBAHASAN

Kromium merupakan logam berat yang memiliki beberapa bentuk ion pada saat teroksidasi di lingkungan, yaitu Cr (II), Cr (III), dan Cr (VI). Kromium heksavalen merupakan bentuk ionik dari logam berat kromium yang paling berbahaya. Hal tersebut dikarenakan tingkat toksisitasnya yang tinggi, diketahui bahwa kromium heksavalen 100 kali lebih toksik dibandingkan dengan kromium trivalen. Toksisitas kromium dapat berdampak terhadap manusia, hewan hingga tanaman.¹³

Kromium memiliki sifat toksik yang berbahaya bagi manusia, terutama dengan menimbulkan gangguan pada sistem pernapasan, seperti luka dan lubang pada septum hidung, bronkitis, penurunan fungsi paru-paru, pneumonia, serta iritasi berupa gatal dan nyeri di hidung. Pada organisme akuatik seperti ikan, pencemaran kromium heksavalen di perairan dapat merusak insang dan menyebabkan stres berkepanjangan akibat ketidakseimbangan ion dalam tubuh. Sementara itu, pada tumbuhan, toksisitas kromium heksavalen dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan, yang ditunjukkan dengan daun yang mengecil, ujung dan tepi daun mengering serta berubah warna menjadi coklat, disertai gejala klorosis dan nekrosis.¹³

Konsentrasi logam berat yang tinggi akan dapat menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan dan meningkatkan daya toksisitas dan bioakumulasi dari logam itu sendiri. Logam berat pada umumnya memiliki sifat toksik yang berbahaya bagi organisme hidup, walaupun ada beberapa logam berat yang dibutuhkan namun dalam jumlah yang relatif kecil. Secara langsung maupun tidak langsung toksisitas dari polutan itulah yang kemudian menjadi pemicu terjadinya pencemaran pada lingkungan sekitarnya.¹⁴

Salah satu metode pengurangan konsentrasi logam berat pada limbah cair yaitu adsorpsi. Kemampuan yang dimiliki metode adsorpsi yaitu adsorbat yang terjerap pada permukaannya yang dicirikan berupa senyawa-senyawa organik, warna zat, dan ion logam yang menempel di larutan.¹⁵

Adsorpsi merupakan proses penyerapan molekul zat terlarut yang terjadi pada permukaan partikel adsorben. Mekanisme ini berlangsung akibat adanya gaya tarik-menarik yang tidak seimbang antara atom atau molekul di permukaan adsorben. Adsorpsi menjadi salah satu metode pengolahan air limbah yang paling banyak digunakan karena memiliki keunggulan dibandingkan metode lainnya. Keunggulan tersebut antara lain meliputi fleksibilitas dalam perancangan dan pengoperasian, ketersediaan bahan adsorben yang melimpah, sifat adsorben yang dapat digunakan kembali, biaya yang relatif rendah, serta kemudahan dalam penerapannya.¹⁶

Karbon aktif, yang juga dikenal sebagai arang aktif (*activated charcoal*), merupakan hasil dari proses karbonisasi, di mana bahan utamanya adalah karbon. Proses ini dilanjutkan dengan pemanasan suhu tinggi atau perlakuan menggunakan bahan kimia tertentu, sehingga struktur pori-pori dalam arang terbuka dan memungkinkan karbon aktif berfungsi sebagai adsorben, yaitu penyerap zat di permukaannya. Kemampuan serap yang tinggi dari karbon aktif menjadikannya populer dalam berbagai produk kesehatan dan kecantikan. Efektivitas penyerapan ini disebabkan oleh banyaknya pori-pori mikro dalam strukturnya.¹⁷

Pada penelitian ini adsorben yang digunakan adalah arang aktif serbuk kayu kumea. Serbuk kayu kumea diperoleh di salah satu desa di kabupaten Luwu Timur yaitu Desa Pekaloea. Berikut dibawah ini adalah pembahasan hasil dari uji coba arang aktif serbuk kumea dalam menurunkan Cr⁶⁺ dan Cr Total :

Pada penelitian ini diperoleh kadar Cr(6+) sebelum perlakuan dengan nilai sebesar 0.147 mg/L pada titik Lamangka 3 dan 0.571 mg/L pada titik Kathryn. Sedangkan pada kadar Cr(T) sebelum perlakuan dengan nilai sebesar 0.1663 mg/L pada titik Kathryn. Pengolahan yang dilakukan oleh peneliti yaitu penambahan karbon aktif arang kayu kumea yang diaktivasi dengan variasi konsentrasi HCl 0.2M, 0.4M, 0.6M, 0.8M dan 1M dan waktu pengendapan selama 60 menit dan 120 menit. Kadar Cr(6+) pada titik Lamangka 3 mengalami efektifitas penurunan pada konsentrasi HCl 1M dengan lama pengendapan 60 menit sebesar 0.130 mg/L dengan persentase penurunan 11.56%. pada lama pengendapan 300 menit mengalami efektifitas penurunan pada konsentrasi HCl 0.4M, 0.6M dan 1M masing-masing sebesar 0.141 mg/L dengan persentase penurunan 4.08%. Pada titik Kathryn mengalami efektifitas penurunan pada konsentrasi HCl 0.8M dengan lama pengendapan 60 menit sebesar 0.293 mg/L dengan persentase penurunan 48.69 mg/L. Pada lama pengendapan 120 menit terjadi efektifitas penurunan pada konsentrasi HCl 0.8M sebesar 0.221 mg/L dengan persentase penurunan 61.30%. Sedangkan kadar Cr(T) pada titik Kathryn mengalami efektifitas penurunan dengan lama pengendapan 60 menit pada konsentrasi HCl 0.8M sebesar 1.24 mg/L dengan persentase penurunan 92.54%. Pada lama pengendapan 120 menit mengalami efektifitas penurunan pada konsentrasi HCl 0.8M sebesar 0.52 mg/L.

Pemberian variasi konsentrasi HCl pada karbon aktif dari arang kayu kumea dalam penelitian ini tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap penurunan kadar Cr(6+) dan Cr total. Hal ini diduga karena dipengaruhi oleh waktu pengadukan. Waktu pengadukan yang optimal sangat penting dalam proses koagulasi-flokulasi karena memberikan kesempatan bagi partikel-partikel untuk saling bertumbukan dan membentuk flok yang stabil dan berkualitas. Semakin lama waktu pengadukan, jumlah flok yang terbentuk cenderung lebih banyak. Namun, jika waktu pengadukan terlalu lama, flok yang sudah terbentuk dapat pecah kembali. Sebaliknya, jika pengadukan terlalu cepat atau terlalu singkat, proses pembentukan flok belum maksimal, sehingga efisiensi penurunan logam berat menjadi rendah.

Selain itu, lama waktu pengendapan juga mempengaruhi hasil proses koagulasi-flokulasi. Dalam penelitian ini, waktu pengendapan yang digunakan adalah 60 menit dan 120 menit. Semakin lama waktu pengendapan, maka flok-flok yang terbentuk memiliki kesempatan lebih besar untuk mengendap ke dasar, menghasilkan filtrat yang lebih jernih. Waktu pengendapan yang ideal umumnya berkisar antara *2 hingga 4 jam*, tergantung pada karakteristik limbah dan ukuran flok. Oleh karena itu, waktu pengendapan yang digunakan dalam penelitian ini diduga masih kurang optimal, sehingga tidak semua flok berhasil

mengendap sempurna ke dasar. Dengan demikian variasi konsentrasi HCl yang paling efektif dalam menurunkan kadar Cr6+ dan Cr Total pada limbah cair hasil kegiatan pertambangan di PTVI yaitu 0.8M.

Berdasarkan hasil analisa di laboratorium ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi HCl maka akan cenderung semakin besar tingkat penurunan logam berat Cr6+ dan Cr Total. Akan tetapi hasilnya tidak sepenuhnya konsisten seperti apa yang diharapkan. Contohnya pada sampel di titik Lamangka 3 konsentrasi HCl 1M dengan waktu kontak 60 menit terjadi penurunan dari konsentrasi awal 0.147 mg/L menjadi 0.130 mg/L dengan daya penyerapan 11.56%.

Hal ini juga serupa terjadi pada sampel di titik Kathryn terjadi penurunan logam berat Cr6+, namun pada konsentrasi 0.8M dengan waktu kontak 60 menit dari kadar awal 0.571 mg/L menjadi 0.293 mg/L dengan daya penyerapan 92.54%. Sama halnya dengan waktu kontak 120 menit terjadi penurunan dari kadar awal 0.571 mg/L menjadi 0.221 mg/L dengan daya penyerapan 61.29%. Secara teori, konsentrasi 1M seharusnya lebih kuat dan lebih banyak menurunkan kadar logam Cr6+ dan Cr Total, tapi kenyataannya penurunan tertinggi ada pada konsentrasi 0.8M. Ini menunjukkan bahwa selain konsentrasi, ada faktor lain juga yang berpengaruh seperti kondisi lokasi, waktu kontak, atau karakteristik sampelnya.

Secara umum arang aktif kayu kumea memiliki kemampuan dalam menurunkan kadar Cr6+ dan Cr Total pada air limbah, meskipun efektivitasnya bervariasi tergantung pada karakteristik awal limbah. Hal ini mengindikasikan bahwa arang aktif kumea berpotensi sebagai adsorben alternatif untuk pengolahan air limbah yang mengandung logam berat, khususnya logam berat Cr6+ dan Cr Total namun belum berhasil memenuhi syarat baku mutu 0.1 mg/L dan 0.5mg/L berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 9 Tahun 2006.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sylvia pada tahun (2021), hasil studi mereka menunjukkan bahwa proses adsorpsi menggunakan karbon aktif dari kulit singkong menghasilkan kapasitas adsorpsi tertinggi sebesar 470,35 mg/g pada konsentrasi aktivator 30% dan waktu kontak selama 120 menit. Sebaliknya, kapasitas adsorpsi terendah tercatat sebesar 374,61 mg/g pada konsentrasi aktivator 10% dengan waktu kontak 30 menit. Peningkatan daya adsorpsi ini terjadi karena konsentrasi aktivator yang lebih tinggi mampu menghilangkan lebih banyak zat pengotor atau residu hasil karbonisasi melalui pori-pori mikro karbon, sehingga memperbesar porositas permukaan karbon aktif. Dalam penelitian lain oleh Ariyani (2017), yang menggunakan kulit singkong sebagai bahan dasar arang aktif dengan variasi konsentrasi NaOH dan suhu, ditemukan bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOH, semakin efektif karbon aktif dalam menyerap logam Fe dalam air sungai. Hal ini menyebabkan penurunan kadar Fe yang lebih signifikan seiring dengan peningkatan konsentrasi NaOH.¹⁸

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan dengan larutan HCl mampu menurunkan nilai Cr6+ dan Cr Total, dengan tren umum bahwa semakin tinggi konsentrasi HCl dan semakin lama waktu kontak,

Penerbit : **Pusat Kajian dan Pengelola Jurnal Fakultas Kesehatan Masyarakat UMI**

maka penurunan Cr⁶⁺ dan Cr Total cenderung lebih besar. Namun, hasil tidak selalu konsisten dengan teori, karena pada beberapa kondisi, HCl 0,8 M justru menunjukkan penurunan lebih besar dibanding HCl 1 M.

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi konsentrasi HCl yang lebih tinggi atau kombinasi dengan zat lain untuk melihat potensi penurunan Cr⁶⁺ dan Cr Total yang lebih efektif hingga mencapai standar dan penambahan waktu kontak lebih dari 120 menit di eksplorasi untuk mengetahui apakah durasi yang lebih lama dapat memberikan hasil yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Putri Fitria, Abd. Gafur, Hidayat, Alfina Baharuddin & Nasruddin Syam. Analisis Risiko Logam Berat Pada Udang Putih Yang Dikonsumsi Petani Tambak Di Biringkassi Kabupaten Pangkep. *Wind. Public Heal. J.* 4, 690–700 (2023).
2. Restiani, R., Kaban, S. M. P., Sekar, A. A. & Matheos, J. H. Respon Pertumbuhan dan Toleransi Kalus Talinum paniculatum terhadap Cekaman Logam Berat Krom (Cr). 16, 71–78 (2024).
3. Prasatia, R., Meriatna, M., Masrullita, M., Jalaluddin, J. & Ginting, Z. Pemanfaatan Ampas Kopi Saring Sebagai Arang Aktif Dalam Menyerap Logam Khromium VI (Cr⁶⁺). *Chem. Eng. J. Storage* 4, 21 (2024).
4. Fariha, N., Suprayogi, D. & Amrullah, A. Perbedaan Efisiensi Massa Tanaman Azolla Microphylla Terhadap Penurunan Logam Berat Cr⁶⁺ dengan Sistem Batch. *J. Ilm. Lingkung. Kebumian* 6, 31 (2023).
5. Nurnabi, M. Machine Translated by Google Kimia Lingkungan dan Ekotoksikologi Peningkatan penghapusan kromium (VI): Sebuah studi remediasi menggunakan nano besi valensi nol yang didukung oleh serbuk gergaji Machine Translated by Google. 6, 81–91 (2024).
6. Cho, K., Kim, W. K., Moon, J., Cha, D. & Park, J. Effect of in situ CO₂ mixing of cement paste on the leachability of hexavalent chromium (Cr(VI)). *Environ. Sci. Pollut. Res.* 31, 51582–51592 (2024).
7. Kato, S. & Kansha, Y. *Comprehensive review of industrial wastewater treatment techniques. Environmental Science and Pollution Research* vol. 31 (Springer Berlin Heidelberg, 2024).
8. Salsabila, N. F., Raharjo, M. & Joko, T. Indeks Pencemaran Air Sungai dan Persebaran Penyakit yang Ditularkan Air (Waterborne Diseases): Suatu Kajian Sistematis. *Environ. Occup. Heal. Saf. J.* 4, 24 (2023).
9. Purba, D. G. *et al.* Analisis Dampak Pencemaran Limbah Industri PT. Boss Terhadap Kehidupan Masyarakat di Bandar Maruhur. *J. Ilm. Mhs.* 2, (2024).
10. Fadhili, M. A. & Anastasia, T. T. Penurunan Logam Krom Air Limbah Industri Pertambangan Nikel dengan Variasi Waktu Tinggal Fitoremediasi (Studi kasus: di Pertambangan Nikel Sulawesi Selatan). *J. Teknol. Lingkung. Lahan Basah* 12, 526 (2024).
11. Firmanto, R. P., Setyowati, R. D. N. & Suprayogi, D. Kemampuan Adsorben dari Limbah Serbuk Gergaji Kayu Jati terhadap Penurunan Kandungan Timbal (Pb) pada Limbah Cair dengan menggunakan Sistem Batch. *J. Res. Technol.* Vol. 7 No., 195–206 (2021).
12. Putri Tasmila Resky, Alfina Baharuddin, Ikhrum Hardi S, Muhammad Ikhtiar & Rahman. Efektivitas Media Absorben Arang Tempurung Kelapa Terhadap Kualitas Limbah Cair di RSUD

- Sayang Rakyat Kota Makassar. *Wind. Public Heal. J.* 3, 136–145 (2022).
13. Aminatun, T. *et al.* Identifikasi Logam Berat Kromium di Tiga Sungai yang Melintasi Kota Yogyakarta dan Potensi Fitoremediasinya. *J. Ilmu Lingkung.* 22, 620–631 (2024).
 14. Nurjhanna Jais, Muhammad Ikhtiar, Abd. Gafur, Hasriwiani Habo Abbas & Hidayat. Bioakumulasi Logam Berat Kadmium (Cd) dan Kromium (Cr) yang Terdapat dalam Air dan Ikan di Sungai Tallo Makassar. *Wind. Public Heal. J.* 1, 261–273 (2020).
 15. Muharti, A. *et al.* Optimalisasi Limbah Serbuk Gergaji Kayu Jati (*Tectona grandis* L . f) Sebagai Adsorben Logam Berat Kobalt (Co) dengan Metode Aktivasi Kimia [*Optimization of Teak Wood Sawdust Waste* (*Tectona grandis* L . f) as Heavy Metal Adsorbent of Cobalt (Co) by. 10, 85–94 (2024).
 16. Iswara, M. W., Sitorus, S. & Gunawan, D. R. Adsorpsi Senyawa Asam Benzoat Menggunakan Karbon Aktif Batang Pisang (*Musa Paradisiaca*. L) Adsorption Of Benzoic Acid Compounds Using Active Carbon Banana Stem (*Musa Paradisiaca*. L). *J. At.* 7, 35–42 (2022).
 17. Nenohai, J. A., Minata, Z. S., Ronggopuro, B., Sanjaya, E. H. & Utomo, Y. Penggunaan Karbon Aktif dari Biji Kelor dan Berbagai Biomassa Lainnya dalam Mengatasi Pencemaran Air : Analisis Review. *J. Ilmu Lingkung.* 21, 29–35 (2023).
 18. Sylvia, NoviMasrullita, M., Wijaya, Y. A., Sylvia, N. & Safriwardy, F. Efektivitas Karbon Aktif Kulit Singkong (*Manihot Esculenta* Crantz) Terhadap Adsorpsi Ion Logam Fe^{2+} Dengan Aktivator NaOH. *J. Teknol. Kim. Unimal* 10, 83 (2021).