BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kemajuan teknologi telah mengalami perkembangannya yang sangat cepat di era globalisasi, khususnya di bidang industri pertambangan. Adanya perkembangan tersebut tidak dapat dipungkiri memiliki dampak yang positif maupun negatif. Salah satu dampak negatif yang timbul yaitu pencemaran yang ditimbulkan oleh berbagai bahan kimia yang beracun. Dari sekian banyak unsur bahan kimia, terdapat beberapa unsur yang cukup berbahaya, yaitu unsur yang dikenal dengan logam berat (Herdiansyah et al., 2020).

Terjadinya pencemaran logam berat khususnya kromium (Cr) di sungai akibat buangan limbah industri mengakibatkan tercemarnya sungai yang ada di Indonesia kebanyakan tidak sehat padahal fungsi sungai bagi manusia sangat banyak. Masyarakat memanfaatkan air sungai untuk dikonsumsi, mandi, mencuci, mengairi sawah, dan sebagai tempat wisata. Limbah industri yang tidak ditangani dengan baik berpotensi membawa sisa kromium terbawa oleh aliran air hingga meresap ke dalam tanah. Kondisi ini bisa mencemari lingkungan, terakumulasi dalam tanaman, masuk ke rantai makanan, dan dalam jangka panjang berisiko mengancam kesehatan manusia (Restiani et al., 2024).

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 (Prasatia et al., 2024).

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 menganggu kehidupan perairan yang dapat menyebabkan organisme mati (Fariha et al., 2023).

World Health Organization (WHO) dan Badan perlindungan Amerika Serikat (US-EPA) menetapkan pedoman yang ketat untuk melindungi kesejahteraan publik. Sebagai tindakan pencegahan, mereka telah menetapkan konsentrasi maksimum yang diizinkan (MAC) untuk kromium dalam air minum masing-masing sebesar 0,05 ppm dan 0,1 ppm. Kromium terutama ada dalam dua keadaan oksidasi yang stabil Cr (III) dan Cr (VI) (Nurnabi, 2024).

Badan internasional untuk penelitian kanker (IARC) telah mengklasifikasikan Cr (VI) sebagai karsinogen kelompok 1, yang mengindikasikan kemampuannya yang telah dikonfirmasi untuk menyebabkan kanker pada manusia. Cr (VI) digunakan dalam berbagai proses industri, termasuk obat-obatan, katalis, produksi bahan bakar, penyamakan kulit, pelapisan listrik, dan pembuatan pigmen. Terlepas dari kegunaannya, Cr (VI) juga menimbulkan risiko kesehatan yang parah, seperti kerusakan epitel hidung, borok kulit, yang dikenal sebagai lubang krom, dan kanker paru-paru jika terhirup. Krom dapat menembus sel, menyebabkan kerusakan DNA dan stress oksidatif, yang berkontribusi pada sifat karsinogeniknya (Cho et al., 2024).

Pada *comprehensive review of industrial waste water treatment tecniques*, jumlah air limbah yang dihasilkan secara global setiap tahun diperkirakan mencapai 380 miliar dan diperkirakan akan meningkat sebesar 51% pada tahun 2050. Sebanyak 48% pembuangan air limbah yang tidak diolah masih menjadi masalah global. Pembuangan air limbah secara langsung menyebabkan pencemaran badan air dan air tanah, yang dapat mengakibatkan eutrofikasi dan membahayakan kesehatan tumbuhan dan hewan. Perairan alami memiliki kemampuan untuk memurnikan diri sendiri, sehingga beberapa polutan dapat dihilangkan melalui cara fisik, biologis, dan kimiawi alami. Namun, kelebihan pembuangan air limbah yang tidak diolah melampaui kemampuan pemurnian diri perairan alami (Kato, 2024).

Kondisi kualitas perairan di Indonesia masih tergolong kurang baik. Data tahun 2019 menunjukkan bahwa dari 98 sungai yang dipantau, 54 di antaranya mengalami pencemaran ringan, 6 sungai tercemar sedang, dan 38 lainnya umumnya berada di kota-kota besar yang memiliki peran penting secara nasional, seperti sebagai pusat pemerintahan, perdagangan, dan industri (Salsabila et al., 2023).

Situasi ini berkaitan erat dengan isu kesehatan di Indonesia, di mana kanker menjadi salah satu penyakit tidak menular yang signifikan. Menurut data dari Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), setiap tahunnya sekitar 400.000 anak dan remaja berusia 0–19 tahun didiagnosis menderita kanker(Payu & Mariah, 2022).

Di Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan, yang merupakan salah satu daerah penghasil batu bara terbesar di Indonesia, tercatat berbagai masalah kesehatan yang berdampak pada masyarakat dan para pekerja. Data dari Direktorat Jenderal P2PL di beberapa rumah sakit di Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Lampung, dan Sumatera Selatan menunjukkan bahwa Penyakit Obstruktif Kronik (POK) menjadi penyumbang tertinggi angka kesakitan sebesar 35%, disusul oleh asma bronkial (33%), kanker paru (23%), dan penyakit lainnya (12%)(Sugiharti & Sondari, 2019).

Sementara itu, menurut Dinas Kesehatan Halmahera Selatan, kasus penyakit kulit menyumbang sekitar 16,82% dari total populasi di wilayah tersebut. Di Desa Kawasi, Pulau Obi yang berdekatan dengan

kawasan industri tambang mineral, masyarakat banyak mengeluhkan gangguan kulit. Sebaliknya, penduduk di Desa Soligi, Pulau Obi, lebih sering menyuarakan kekhawatiran terhadap perubahan kondisi fisik Sungai Akilamo, yang diduga tercemar akibat aktivitas pertambangan(Wulandari, 2019).

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 (Afifudin et al., 2024).

PT. Clariant, sebagai salah satu perusahaan kimia terkemuka di Indonesia, memiliki peran strategis dalam perkembangan sektor industri. Meskipun perusahaan ini telah melakukan ekspansi di berbagai bidang, namun tantangan terkait pengelolaan limbah industri tetap menjadi perhatian. Pada 4 Agustus 2021, mencuat isu dugaan pencemaran di Sungai Cikaso yang berada di dekat salah satu unit PT. Clariant di Cimapang. Perubahan warna air sungai tersebut memicu kekhawatiran masyarakat terkait kemungkinan pencemaran akibat limbah industri dari perusahaan tersebut (Ra’fah, 2024).

Kondisi serupa juga ditemukan di PT. BOSS, 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 (Purba, 2024).

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 (Fadhili & Anasstasia, 2024).

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+) dan kromium total (Cr T) 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 ICP-MS.

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 (Resky, 2022).

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 adsorben. Kandungan tersebut memungkinkan serbuk gergaji diolah

menjadi arang aktif yang memiliki daya serap tinggi terhadap kontaminasi, termasuk logam berat seperti kromium (Firmanto et al., 2021).

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.*

Hasil observasi awal yang didapatkan dari beberapa titik pengambilan sampel air limbah dengan hasil pengujian lab di PTVI yaitu rata-rata melebihi standar baku mutu krom VI yang telah ditetapkan yaitu sebesar 0,1 mg/L begitu pula pada krom total yaitu rata-rata melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan sebesar 0,5 mg/L.

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*.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana efektivitas arang kayu kumea aktivasi HCL 0.2M pada perbandingan 1 gram untuk 50 ml air limbah dengan pengendapan 60 menit dan 120 menit dalam menurunkan logam berat kromium heksavalen dan kromium total ?
2. Bagaimana efektivitas arang kayu kumea aktivasi HCL 0.4M pada perbandingan 1 gram untuk 50 ml air limbah dengan pengendapan 60 menit dan 120 menit dalam menurunkan logam berat kromium heksavalen dan kromium total ?
3. Bagaimana efektivitas arang kayu kumea aktivasi HCL 0.6M pada perbandingan 1 gram untuk 50 ml air limbah dengan pengendapan 60 menit dan 120 menit dalam menurunkan logam berat kromium heksavalen dan kromium total ?
4. Bagaimana efektivitas arang kayu kumea aktivasi HCL 0.8M pada perbandingan 1 gram untuk 50 ml air limbah dengan pengendapan 60 menit dan 120 menit dalam menurunkan logam berat kromium heksavalen dan kromium total ?
5. Bagaimana efektivitas arang kayu kumea aktivasi HCL 1M pada perbandingan 1 gram untuk 50 ml air limbah dengan pengendapan

60 menit dan 120 menit dalam menurunkan logam berat kromium heksavalen dan kromium total ?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan umum

   Tujuan umum pada penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas arang kayu kumea dalam menurunkan kadar kromium heksavalen dan kromium total pada limbah cair industri pertambangan nikel.

2. Tujuan khusus

   Adapun tujuan khusus dari penelitian ini adalah :

   a. Untuk mengetahui efektifitas arang kayu kumea aktivasi HCl 0.2M pada perbandingan 1 gram untuk 50 ml air limbah dengan pengendapan 60 menit dan 120 menit dalam menurunkan logam berat kromium heksavalen dan kromium total.
   b. Untuk mengetahui efektifitas arang kayu kumea aktivasi HCl 0.4M pada perbandingan 1 gram untuk 50 ml dengan pengendapan 60 menit dan 120 menit dalam menurunkan logam berat kromium heksavalen dan kromium total.
   c. Untuk mengetahui efektifitas arang kayu kumea aktivasi HCl 0.6M pada perbandingan 1 gram untuk 50 ml dengan pengendapan air limbah dengan waktu kontak 60 menit dan 120 menit dalam menurunkan logam berat kromium heksavalen dan kromium total.

d. Untuk mengetahui efektifitas arang kayu kumea aktivasi HCl 0.8M pada perbandingan 1 gram untuk 50 ml dengan pengendapan 60 menit dan 120 menit dalam menurunkan logam berat kromium heksavalen dan kromium total.
e. Untuk mengetahui efektifitas arang kayu kumea aktivasi HCl 1M pada perbandingan 1 gram untuk 50 ml dengan pengendapan 60 menit dan 120 menit dalam menurunkan logam berat kromium heksavalen dan kromium total.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat penelitian

   Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan dapat menjadi referensi pendukung pada penelitian mendatang mengenai arang aktif kayu kumea dapat menurunkan kadar logam berat Cr6+ dan Cr total.

2. Manfaat teoritis

   Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi ilmiah terhadap pengembangan program penurunan kadar logam berat khususnya logam berat Cr6+ dan Cr total dengan menggunakan arang aktif kayu kumea.

3. Manfaat praktis

   Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi perusahaan dalam melakukan upaya penurunan logam berat Cr6+ dan Cr total dengan menggunakan arang aktif kayu kumea.