

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Upaya yang dilakukan untuk meningkatkan taraf kehidupan dan menurunkan tingkat pengangguran adalah pertumbuhan industri. Industri-industri ini antara lain pertambangan, pigmentasi, pupuk fosfat, baterai nikel-kadmium, pembuatan cat, peleburan, dan pelapisan logam (Khumairoh, et al. 2013). Polusi logam berat di lingkungan disebabkan oleh beberapa faktor seperti penggunaan logam berat dalam berbagai bidang seperti industri, pertanian, perumahan, medis, dan teknologi yang terus meningkat (Angon et al., 2024). Badan air dapat terkontaminasi jika limbah cair dari kegiatan industri yang mengandung logam berat tidak ditangani dengan baik. Ion kromium (Cr) termasuk limbah logam berat yang memiliki potensi membahayakan lingkungan. Unsur logam berat ini dapat menjadi sumber pencemar dan memberikan dampak merugikan terhadap mutu air sungai. Secara umum, pencemaran logam berat dapat memengaruhi rantai makanan ekosistem sungai, yang dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, bahaya kesehatan, penurunan daya tarik visual sungai, dan penurunan nilai kemanusiaan (Elvina et al., 2024).

Limbah yang tidak terpakai dari proses produksi, tidak memiliki nilai jual maupun daya guna, dapat merusak lingkungan secara signifikan serta membahayakan kesehatan, terutama jika limbah tersebut mengandung bahan kimia yang tidak mudah terurai. Sampah berasal dari berbagai kegiatan manusia, termasuk rumah tangga, bisnis, dan pertanian. Sampah dapat berupa sampah padat, cair, atau gas, yang berimplikasi buruk terhadap kelestarian lingkungan dan kondisi kesehatan manusia, serta dapat menimbulkan penyakit (Nanda et al., 2024). Sampah yang dibuang juga mencakup sisa makanan, seperti roti, nasi, sayur, dan sisa makanan, serta benda-benda yang berhubungan dengan makanan, seperti plastik, tusuk gigi, dan peralatan makan (Rachmawati et al., 2024). Limbah yang dihasilkan, baik berupa limbah cair, padat, maupun gas, banyak yang dibuang langsung ke lingkungan tanpa pengolahan yang memadai dapat mengancam kelangsungan hidup berbagai spesies flora dan fauna yang bergantung pada ekosistem alami di wilayah tersebut (Setyono et al., 2025). Hal ini menunjukkan bahwa pencemaran akibat limbah cair industri bisa menjadi permasalahan.

lingkungan yang serius dan dapat mengganggu kesehatan. Salah satu limbah cair yang bisa dijumpai adalah limbah cair sablon.

Air limbah dari proses sablon menghasilkan limbah berwarna yang mengandung senyawa berbahaya dan beracun (B3) yang bila tidak mendapatkan perlakuan dapat membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan (Wijayanti, et al. 2020). Selain itu, bahan pencemar pada industri sablon berasal dari proses pewarnaan yang mengandung bahan kimia alkohol dan logam berat seperti kromium, tembaga, dan cadmium. (Pawestri, et al. 2020). Sekitar 10-15% dari zat warna ini ditemukan dalam air limbah (Zahro et al., 2023). Oleh karena itu, pemakaian pewarna dalam industri sablon tanpa pengelolaan limbah yang tepat berpotensi menimbulkan polusi lingkungan, khususnya pada ekosistem perairan.

Sifatnya yang beracun dan tingkat kesulitan penanganannya dibandingkan logam beracun lainnya, logam berat kromium (Cr) dikategorikan sebagai unsur berbahaya di permukaan bumi. Salah satu cara untuk mengurangi polusi dari limbah beracun adalah dengan memanfaatkan adsorben tulang ayam untuk mengekstrak logam berbahaya sebelum dilepaskan ke lingkungan (Afrianiata et al., 2013). Tulang ayam berfungsi sebagai penyerap efektif yang dapat dimanfaatkan guna mengadsorpsi ion logam berat dari lingkungan, dan mudah diperoleh (Amalia et al., 2017). Menurut Permen Lingkungan Hidup No 03 tahun 2010 mengenai Baku Mutu Air Limbah bagi Kawasan Industri, Telah ditetapkan bahwa 1 mg/L adalah konsentrasi tertinggi logam berat yang diizinkan, terutama kromium (Cr), yang dapat dilepaskan ke badan air. Oleh karena itu, sebelum limbah industri dibuang ke badan air, kandungan kromiumnya harus diturunkan jika melebihi batas ini. Lebih lanjut, keberadaan kromium (Cr) dalam sampah dapat membahayakan lingkungan dan kesehatan makhluk hidup.

Adsorpsi adalah metode yang dapat dimanfaatkan untuk memisahkan logam Cr dengan menggunakan karbon aktif. Teknik ini termasuk salah satu proses pengolahan limbah yang memanfaatkan bahan penyerap (adsorben) yang berasal dari residu organik (Nurhayati, et al. 2020). Uraian (Ifa et al., 2020) Adsorpsi merupakan teknik yang sering digunakan untuk menurunkan konsentrasi logam berat. Teknik ini menggunakan mekanisme perpindahan massa yang terjadi pada permukaan pori partikel bioadsorben. Di antara banyak manfaat metode adsorpsi

adalah efikasi dan efisiensinya yang tinggi, relatif sederhana, dan minimnya dampak negatif seperti bahan kimia berbahaya. Polutan atau metaloid dipindahkan dari larutan ke permukaan luar adsorben dalam proses adsorpsi reduksi logam berat, di mana mereka diadsorpsi ke dalam pori-pori aktif adsorben (Aisy, 2024). Oleh karena itu, memilih adsorben yang mudah ditemukan dilakukan untuk memastikan efisiensi dan efektivitas dalam proses pemisahan.

Adsorben yang termasuk murah dan mudah didapatkan salah satunya limbah dari tulang hewan. Adsorben yang dibuat dari limbah tulang hewan terbukti efektif mengurangi Cr dalam dengan kapasitas adsorpsi sekitar 27,9 mg/g dalam kondisi optimal (pH asam, waktu kontak 60 menit) (Prabu et al., 2022). Limbah tulang hewan yang bisa dimanfaatkan adalah tulang ayam. Tulang ayam dalam keseharian termasuk dalam limbah atau sisa makanan yang dibuang dari peternakan atau tempat makan yang pemanfaatannya masih sedikit. Sekitar 85% mineral penyusun tulang adalah kalsium fosfat, diikuti oleh kalsium karbonat (14%), dan magnesium (1%). Lebih lanjut, ion logam berat dapat bereaksi dengan kalsium dalam tulang (Anggraeni, et al. 2023). Menurut (Ferriansyah & Hadianoro, 2021) Tulang ayam mengandung berbagai garam mineral, terutama kalsium karbonat dan kalsium fosfat. Zat kedua ini merupakan komponen utama pembentuk hidroksiapatit. Hidroksiapatit memiliki struktur berpori dan mampu melakukan pertukaran ion. Karena sifat-sifat tersebut, hidroksiapatit dapat dimanfaatkan sebagai bahan penyerap (adsorben) untuk membantu mengurangi kandungan logam berat di lingkungan. Oleh sebab itu, limbah tulang ayam dapat dimanfaatkan sebagai bahan penyerap (adsorben) untuk mengikat ion logam kromium (Cr) yang terkandung dalam limbah cair industri sablon.

Berdasarkan temuan studi yang dikaji (Anggraeni, et al. 2023) Memakai arang aktif berbahan dasar tulang ayam sebagai media adsorpsi untuk menurunkan kandungan logam tembaga (Cu) dan kadmium (Cd) pada limbah cair batik. Hasil penelitian tersebut menyatakan konsentrasi logam tembaga (Cu) menurun sebesar 0,0013 mg/L, sedangkan kadar kadmium (Cd) berkurang sebesar 0,003 mg/L. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Amalia et al., (2017) memanfaatkan tulang ayam sebagai adsorben pada logam berat tembaga (Cu) dan kadmium (Cd) memberikan hasil kadar logam Cu yang berkurang sebanyak 93,87% dan Cd

sebanyak 99,37%. Pemanfaatan karbon aktif tulang ayam dapat menurunkan kadar logam pada tembaga dan cadmium. Maka dari itu, perlu dikaji studi lebih lanjut dengan menggunakan logam lain yaitu kromium (Cr). Selain itu, penelitian ini juga menguji efektivitas karbon aktif tulang ayam dalam penyerapan logam kromium (Cr) pada limbah cair sablon.

Adanya penekanan pada makhluk hidup dan segala aspek kehidupannya, pendidikan biologi bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan pemahaman siswa melalui penyelidikan dan pengamatan mereka terhadap diri mereka sendiri maupun peristiwa alam di sekitar mereka. Pendidikan biologi berpotensi memanfaatkan lingkungan sebagai alat pengajaran. Dengan mendorong anak-anak berinteraksi dengan alam melalui kegiatan seperti mengamati benda-benda di sekitar mereka, lingkungan sekolah mendorong pembelajaran dan membantu siswa membangun pemahaman mereka sendiri (GH, 2024). Guna menghadirkan bahan ajar biologi dalam aktivitas pendidikan yang terintegrasi dengan keperluan dan karakteristik peserta didik, maka pendidik juga harus lebih kreatif dalam mengembangkan sumber belajar biologi (Situmorang, 2016). Oleh karena itu, memanfaatkan hasil penelitian merupakan salah satu cara untuk memanfaatkan materi pembelajaran yang dihasilkan dari lingkungan. Karena materi yang ditawarkan didasarkan pada pengamatan langsung peneliti, temuan penelitian yang digunakan sebagai alat bantu pengajaran dapat memberikan pengalaman nyata dan akurat kepada siswa (Anggoroputro, 2021).

Penelitian ini berpotensi menjadi referensi pembelajaran untuk peserta didik, pendidik, serta masyarakat umum dalam memahami berbagai isu lingkungan, khususnya dalam pembelajaran. Dengan menerapkan penelitian ini ke dalam pembelajaran, siswa diharapkan dapat memahami dampak pencemaran lingkungan dan pentingnya pengelolaan limbah dalam menyelesaikan masalah lingkungan. Selain itu, pendekatan berbasis studi ini mampu mengembangkan kapasitas berpikir kritis dan ilmiah siswa. Dengan demikian, studi ini tidak hanya berkontribusi pada pengurangan pencemaran lingkungan tetapi juga memberikan manfaat edukatif sebagai sumber belajar yang kontekstual dan aplikatif bagi siswa SMA.

1.2 Rumusan Masalah

Terdapat rumusan masalah dalam studi ini, berupa:

1. Apakah ada pengaruh berat arang aktif tulang ayam terhadap adsorpsi kromium (Cr)?
2. Apakah ada pengaruh lama waktu perlakuan karbon aktif tulang ayam terhadap penurunan kadar kromium (Cr)?
3. Bagaimanakah pemanfaatan karbon aktif tulang ayam sebagai adsorpsi kromium (Cr) sebagai sumber belajar biologi?

1.3 Tujuan Penelitian

Studi ini bertujuan untuk:

1. Untuk memahami pengaruh berat arang aktif tulang ayam terhadap adsorpsi kromium (Cr).
2. Untuk mengetahui pengaruh lama waktu perlakuan karbon aktif tulang ayam terhadap penurunan kromium (Cr).
3. Untuk mengetahui pemanfaatan karbon aktif tulang ayam sebagai adsorpsi kromium (Cr) sebagai bahan ajar biologi.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Temuan studi ini bermanfaat menjadi bahan referensi tentang Pengaruh Karbon Aktif Tulang Ayam (*Gallus gallus domesticus*) Sebagai Adsorpsi Kandungan Kromium (Cr) Pada Limbah Cair Industri Sablon Untuk Sumber Belajar Biologi.

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Guru dan Siswa

- a. Temuan studi ini bermanfaat sebagai bahan ajar materi Perubahan Lingkungan kelas X semester genap.
- b. Menjadi sarana untuk meningkatkan pengetahuan mengenai pemanfaatan karbon aktif tulang ayam sebagai absorpsi.
- c. Dapat menjadi sumber perbandingan penelitian baru.

2. Masyarakat

Diharapkan luaran penelitian ini berfungsi sebagai pijakan dalam merancang inovasi pemakaian karbon aktif tulang ayam guna proses adsorpsi pada limbah yang tercemar kromium (Cr).

1.5 Batasan Penelitian

Studi ini mempunyai batasan berupa:

1. Objek Penelitian

Objek penelitian yang dikaji pada studi ini berupa pemanfaatan karbon aktif tulang ayam, sampel tulang ayam diambil dari pasar Gadang Kabupaten Malang. Sampel limbah cair sablon diambil di tempat penyablonan daerah Singosari.

2. Parameter Penelitian

Penelitian ini meneliti kadar logam kromium (Cr) pada limbah cair sablon.

3. Prosedur Penelitian

Melalui prosedur aktivasi kimia dan fisika, pendekatan adsorpsi digunakan dalam penelitian ini. Aktivasi fisika dilakukan dengan pemanasan hingga 400°C dalam tungku. Setelah itu, arang direndam dalam aktivator asam (HCl) dan basa (NaOH) untuk melakukan aktivasi kimia. Setelah itu, karbon aktif dicuci dengan air suling hingga pH netral. Setelah dikeringkan selama satu jam pada suhu 110°C dalam oven, karbon tersebut didinginkan. Karbon aktif selanjutnya harus digiling dan diayak dengan ukuran mesh 100.

1.6 Definisi Istilah

1. Karbon aktif adalah salah satu adsorben yang digunakan dalam proses penjernihan air.
2. Tulang ayam (*Gallus gallus domesticus*) merupakan limbah organik yang tidak terpakai.
3. Adsorben adalah bahan yang memiliki kemampuan untuk menyerap atau mengikat molekul pada permukaannya yang disebut dengan adsorbat.
4. Kromium merupakan limbah logam berat yang ditemukan dalam limbah industri dan bersifat toksik.
5. Limbah cair sablon merupakan limbah yang dihasilkan dari industri sablon yang mengandung pewarna.
6. Bahan ajar biologi mencakup seluruh bentuk sarana, media, perangkat, atau referensi yang dimanfaatkan untuk mendukung kegiatan pembelajaran dalam bidang biologi.
7. Limbah B3 meliputi buangan yang memiliki unsur berbahaya dan beracun.