

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Logam Tembaga (Cu) merupakan logam berat yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Logam berat Cu bersifat akumulatif di dalam tubuh organisme dan terjadi peningkatan konsentrasi (biomagnifikasi) dalam tingkatan trofik yang lebih tinggi dalam rantai makanan. Keracunan Cu pada manusia menimbulkan dampak seperti kerusakan otak, penurunan fungsi ginjal dan pengendapan tembaga pada kornea mata. Selain berasal dari sumber alami, keberadaan logam Cu disebabkan oleh aktivitas masyarakat seperti adanya industri, bengkel, pengecatan mobil, produksi bahan keramik, pembuatan kontainer, dan lain-lain (Irwan & Santoso, 2013). Menurut WHO, kebutuhan harian Cu pada manusia sebesar 30-80 $\mu\text{g}/\text{kg}$ berat tubuh manusia, dimana logam Cu termasuk ke dalam logam berat esensial.

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menyisahkan logam berat dari air yaitu filtrasi, pertukaran ion, koagulasi, dan adsorpsi. Beberapa dari metode ini menggunakan energi besar, menyebabkan terbentuknya limbah baru, dan hanya sesuai untuk logam dengan konsentrasi tinggi. Dari berbagai metode yang ada, adsorpsi lebih disukai karena mudah dilakukan dan lebih ekonomis.

Adsorpsi (jerapan) merupakan proses menumpuknya substansi pada suatu permukaan zat lain (adsorben). Substansi yang menumpuk disebut adsorbat, sedangkan material tempat terjadinya adsorpsi disebut sebagai adsorben. Hal utama dalam proses adsorpsi adalah kapasitas adsorpsi yang tinggi, yang disebabkan oleh adanya luas permukaan penyerapan dan gugus fungsi yang sesuai.

Adsorpsi dilakukan dalam dua sistem yaitu *batch* dan kontinu. Adsorpsi secara *batch* adalah adsorpsi yang berlangsung dengan cara mengontakkan larutan adsorbat ke dalam wadah berisi adsorben tanpa ada aliran yang masuk dan keluar, dan diaduk dalam waktu tertentu. Adsorpsi secara kontinu adalah adsorpsi yang berlangsung dengan melewati larutan adsorbat ke dalam kolom berisi adsorben secara kontinu. Adsorben yang

berkapasitas tinggi dan mudah dibuat masih terus dikembangkan, antara lain biosorben dan adsorben dari material dua dimensi (2D). Material 2D adalah bagian dari nanomaterial yang tebalnya hanya berukuran satu atau dua atom (Baidho dkk., 2013).

Salah satu material dua dimensi (2D) yang dikembangkan sebagai adsorben adalah MXene. MXene muncul sebagai adsorben yang efisien untuk menyisihkan logam berat dalam air karena memiliki kapasitas adsorpsi yang tinggi (Shahzad dkk., 2017). MXene digunakan untuk menyisihkan polutan dan sebagai bahan dalam bidang elektronika. Dalam bidang lingkungan, MXene telah digunakan dalam pengolahan air, penyisihan logam berat, pelapis anti mikroba, dan deionisasi (Saththasivam dkk., 2019). MXene tanpa modifikasi digunakan dalam menyisihkan logam berat seperti Pb, Ba, dan Cr dengan kapasitas adsorpsi sebesar 36,6 mg/g, 9,3 mg/g, dan 80 mg/g (Zeng dkk., 2021). Menurut Shahzad (2017), MXene dapat menyisihkan logam Cu dengan efisiensi penyisihan sebesar 98,29%. Pada MXene yang didelaminasi (DL-Ti₃C₂T_x), penyisihan total logam Cu dapat dicapai sebanyak 80% dalam waktu 60 detik. DL-Ti₃C₂T_x mampu menunjukkan penyisihan Cu 2,7 kali lebih tinggi dibandingkan karbon aktif dengan kapasitas penyisihan Cu sebesar 40,86 mg/g. Kelebihan dari MXene sebagai adsorben adalah karena efektif dalam menyisihkan banyak molekul atau spesies ionik. Selain itu, MXene memiliki permukaan yang berlapis-lapis sehingga mudah untuk mengikat ion logam (Zhang dkk., 2018). Kekurangan dari MXene yaitu potensi terjadinya oksidasi pada permukaan MXene seiring dengan berjalannya waktu dan terbentuknya kristal TiO₂ sehingga partikel MXene yang disintesis sebagian besar akan bertumpuk yang menyebabkan kemampuan adsorpsi berkurang (Feng dkk., 2018). MXene dapat dimodifikasi dengan beberapa cara seperti delaminasi untuk meratakan permukaan adsorben, interkalasi dengan penambahan alkali, MXene dengan eceng gondok yang berfungsi untuk mengatasi kelemahan MXene yang mudah menumpuk dalam air sehingga dibutuhkan nanomaterial untuk mempertahankan jarak dan lapisan pada MXene.

Penelitian tentang adsorpsi menggunakan MXene tanpa modifikasi untuk menyisihkan Cu belum pernah dilakukan sehingga penelitian ini dibutuhkan untuk melihat pengaruh

MXene tanpa modifikasi dalam menyisihkan Cu. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi salah satu alternatif pengolahan air yang dapat diaplikasikan oleh masyarakat untuk pengolahan air limbah.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menguji material MXene yang digunakan sebagai adsorben dalam penyisihan Cu dalam air.

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menganalisis efisiensi material MXene dan kapasitas adsorpsi dalam menyisihkan Cu dalam air dengan menggunakan metode adsorpsi;
2. Menganalisis pengaruh ukuran partikel, pH, dan konsentrasi dosis adsorben terhadap kapasitas adsorpsi dan efisiensi penyisihan Cu;
3. Menentukan persamaan isoterm dan kinetika adsorpsi yang sesuai pada proses adsorpsi Cu dengan menggunakan adsorben MXene.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memanfaatkan MXene sebagai nanomaterial dua dimensi (2D) untuk penyisihan logam Cu dalam air sehingga dapat diaplikasikan dalam upaya mengurangi pencemaran lingkungan;
2. Meminimumkan kandungan logam berat yang terdapat dalam air limbah agar tidak berbahaya apabila dibuang ke badan air.

1.4 Batasan Masalah

Ruang lingkup tugas akhir ini adalah:

1. Percobaan menggunakan material dua dimensi (2D) yaitu MXene ($Ti_3C_2T_x$) sebagai adsorben;
2. MXene yang digunakan terbuat dari campuran novel material MAX (Ti_3AlC_2) dengan hidrogen fluorida (HF);

3. Percobaan dilakukan menggunakan larutan artifisial yang dibuat dengan melarutkan $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dengan konsentrasi awal Cu 25 mg/L;
4. Percobaan adsorpsi dilakukan dengan memvariasikan ukuran partikel (300 *mesh* dan 500 *mesh*) atau (0,053 mm dan 0,025 mm), variasi pH (4, 5, 6, 7), variasi dosis adsorben (0,1; 0,5; 1; 1,5 g/L);
5. Data adsorpsi dianalisis untuk mendapatkan persamaan isoterm adsorpsi dan kinetika adsorpsi;
6. Analisis terhadap konsentrasi Cu dengan *Direct Air-Acetylene Flame Method* menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) sesuai dengan *Standard Methods APHA, 22nd, Ed, 2012 part 3125* dan SNI 6989.6:2009;
7. Analisis karakteristik material MXene menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM);
8. Analisis statistik menggunakan uji ANOVA serta Uji-t;
9. Isoterm adsorpsi yang diuji adalah *Freundlich* dan *Langmuir*;
10. Orde reaksi dari kinetika Adsorpsi MXene terhadap Cu ditentukan yang paling sesuai (orde nol, orde satu, dan orde dua).

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah :

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang logam berat Cu (tembaga), penjelasan mengenai nano material MXene, adsorben yang paling efektif, dan teori-teori pendukung lainnya yang berkaitan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang tahapan penelitian yang dilakukan, metode analisis laboratorium, perlengkapan penelitian, lokasi, dan waktu penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil penelitian yaitu efisiensi penyisihan, kapasitas adsorpsi, hasil SEM-EDS, isoterm adsorpsi, kinetika adsorpsi, dan uji statistika disertai pembahasannya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan.

