

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kegiatan industri yang kian meningkat menyebabkan penurunan kualitas lingkungan, salah satunya pencemaran air. Penyebab pencemarannya diantaranya, yaitu banyaknya air limbah yang dibuang secara langsung ke perairan tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Salah satu limbah yang berbahaya yaitu logam berat. Logam berat yang terkandung dalam air harus diolah agar tidak membahayakan lingkungan dan organisme perairan.

Sifat logam berat yang dapat terakumulasi dalam tubuh dan bersifat toksik akan menimbulkan dampak negatif (Nurohmah dkk., 2019). Salah satu logam berat yang berbahaya bagi manusia dan lingkungan adalah tembaga (Cu). Cu merupakan salah satu logam esensial yang dibutuhkan oleh manusia dalam jumlah yang sedikit. Namun, dalam jumlah banyak dapat menyebabkan gangguan kesehatan, keracunan, dan kematian. Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke perairan (Ina, 2014).

Banyak metode yang dapat digunakan untuk menyisahkan logam berat dari air, seperti adsorpsi, koagulasi, filtrasi, oksidasi, pertukaran ion, dan biodegradasi (Yu dkk., 2021). Dari semua metode pengolahan, adsorpsi paling banyak disukai karena sederhana, efektif dan mudah dioperasikan (Adam dkk., 2013). Proses adsorpsi bergantung pada luas permukaan spesifik yang besar agar bisa mendapatkan keefektifan yang tinggi (Zhang dkk., 2018). Saat ini masih banyak dilakukan penelitian untuk menemukan adsorben yang sederhana, mudah dibuat, dan efektif, diantaranya yang berasal dari bahan dua dimensi (Adam dkk., 2013). Salah satu bahan dua dimensi yang mulai dikembangkan adalah MXene (Ihsanullah 2019).

MXene ( $M_{n+1}X_nT_z$ ) adalah material 2D yang berbentuk serbuk hitam seperti bubuk kopi. MXene ( $Ti_3C_2T_x$ ) berasal dari fasa MAX ( $Ti_3AlC_2$ ) (Ihsanullah, 2019). MXene mempunyai kelebihan seperti struktur halus, stabil secara kimia, serta hidrofilik. Namun, MXene juga memiliki kelemahan yaitu terjadi penumpukan dalam air yang menyebabkan lembaran 2D menumpuk sehingga menyebabkan luas

permukaan menjadi rendah. Oleh karena itu, diperlukan rekayasa untuk mengatasi hal ini agar dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi (Carey & Barsoum, 2021).

Salah satu cara agar dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi dari MXene yaitu dengan mereaksikan partikel nano dengan MXene. Penggunaan nanopartikel dipilih untuk membuka penumpukan yang terjadi di dalam air dengan melakukan interkalasi antar lembaran MXene (Asrofi dkk., 2018) sehingga partikel nano tersebut mengganjal antar lapisan MXene dan membentuk luas permukaan yang lebih besar. Nanopartikel yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari serat eceng gondok (Achmad, 2012).

Serat yang ada pada eceng gondok dapat digunakan karena memiliki kemampuan dalam menyerap logam. Pertumbuhan eceng gondok yang sangat cepat menyebabkan tumbuhan ini dianggap gulma bagi lingkungan perairan sehingga penggunaan serat eceng gondok sebagai nanopartikel dapat menjadi alternatif dalam mengatasi masalah lingkungan yang ditimbulkannya (Achmad, 2012). Material MXene tergolong memiliki biaya yang tinggi, namun memiliki kapasitas yang besar. Hal ini akan sangat menguntungkan apabila MXene bisa diregenerasi (Asrofi dkk., 2018).

Salah satu keuntungan proses adsorpsi yaitu adanya kemungkinan regenerasi dari adsorben yang telah digunakan. Regenerasi dapat dilakukan dengan cara desorpsi, dimana logam-logam yang telah disisihkan dapat dikumpulkan kembali (*recovery*) dan adsorbennya dapat digunakan kembali (*reuse*). Desorpsi dapat dilakukan dengan cara mengontakkan adsorben yang telah digunakan dengan larutan yang dikenal dengan agen desorpsi. Agen desorpsi yang digunakan dapat berupa larutan yang bersifat asam, basa, dan netral (Indah & Rohaniah, 2014). Beberapa penelitian tentang proses regenerasi telah pernah dilakukan, seperti penelitian Shahzad (2017) yang menggunakan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) dan kalsium nitrat ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) sebagai agen desorpsi logam Cu dari MXene dimana diperoleh 80% pada siklus pertama, 47% pada siklus kedua dan 30% pada siklus ketiga. Penelitian Xie (2019) menggunakan natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) dan asam klorida ( $\text{HCl}$ ) secara berturut-turut sebagai agen desorpsi MXene dari logam kromium ( $\text{Cr}(\text{VI})$ ).

Berdasarkan uraian tersebut, dilakukan penelitian mengenai studi regenerasi MXene/Eceng Gondok yang digunakan untuk menyisihkan logam berat Cu dari air limbah. Penelitian dilakukan untuk menganalisis efisiensi penyisihan, kapasitas adsorpsi, persentase desorpsi dan karakteristik material. Penelitian yang dilakukan untuk menguji kemampuan regenerasi material dalam menyisihkan logam berat Cu dari air limbah dan mendapatkan agen regenerasi yang akan memberikan kapasitas adsorpsi terbaik saat digunakan kembali. Hasil penelitian ini diharapkan dapat melengkapi informasi kemampuan MXene/Eceng Gondok sebagai adsorben dan dapat menjadi alternatif teknologi pengolahan limbah.

## 1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menguji kemampuan regenerasi material yang digunakan menjadi adsorben dalam menyisihkan logam berat Cu dari air limbah.

Tujuan penelitian ini antara lain adalah:

1. Menganalisis efisiensi dan kapasitas adsorpsi MXene/Eceng Gondok dalam menyisihkan Cu dari air limbah artifisial setelah diregenerasi hingga 3x;
2. Menentukan agen desorpsi terbaik berdasarkan persen desorpsi tertinggi;
3. Menentukan agen regenerasi terbaik berdasarkan kapasitas adsorpsi terbaik pada saat *reuse*.

## 1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini diantaranya:

1. Memanfaatkan material nanokomposit MXene/Eceng Gondok sebagai alternatif dalam penyisihan logam berat Cu (tembaga) sehingga dapat diaplikasikan berulang kali penggunaannya dalam upaya mengurangi pencemaran lingkungan;

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan permasalahan dalam penelitian ini diantaranya:

1. Percobaan dilakukan terhadap larutan artifisial yang mengandung logam berat Cu;

2. Percobaan aplikasi menggunakan agen desorpsi dan agen regenerasi terpilih dilakukan terhadap air limbah elektroplating artifisial yang mengandung logam berat Cu, Cr, Cd, dan Pb;
3. Percobaan menggunakan MXene ( $Ti_3C_2T_x$ ) yang dibuat dari fasa MAX ( $Ti_3AlC_2$ );
4. Percobaan menggunakan nanokomposit MXene/Eceng Gondok yang dibuat dengan mereaksikan MXene dengan nanoserat eceng gondok;
5. Percobaan adsorpsi dilakukan dengan sistem *batch*;
6. Percobaan dilakukan dengan berbagai agen desorpsi yaitu  $HNO_3$ ,  $NaOH$ , dan akuades;
7. Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali *reuse* setelah didesorpsi dengan menggunakan berbagai agen desorpsi;
8. Menganalisis konsentrasi Cu menggunakan metode *Direct Air-Acetylene* dengan alat Spektrofotometri Serapan Atom (AAS);
9. Analisis statistik menggunakan uji ANOVA;
10. Analisis karakteristik material MXene/Eceng Gondok sebelum dan sesudah regenerasi menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR).

### 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

#### **BAB I            PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

#### **BAB II           TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas tentang logam berat, parameter Cu, proses adsorpsi menggunakan material dua dimensi, adsorben yang efektif, MXene dan nanokomposit eceng gondok sebagai adsorben, desorpsi, regenerasi, dan teori-teori pendukung lainnya yang berkaitan dengan penelitian.



**BAB III      METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tentang tahapan penelitian yang dilakukan, studi literatur, persiapan percobaan mencakup alat dan bahan, metode analisis laboratorium, lokasi dan waktu penelitian.

**BAB IV      HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisikan hasil penelitian disertai pembahasannya.

**BAB V      PENUTUP**

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

