

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Logam tembaga (Cu) merupakan salah satu contoh logam berat yang menjadi indikator pencemaran oleh air limbah. Logam Cu merupakan logam yang bersifat esensial karena dibutuhkan dalam jumlah tertentu oleh organisme. Menurut *World Health Organization* (WHO) kebutuhan logam Cu untuk manusia adalah 20-30  $\mu\text{g}/\text{kg}$  berat badan. Logam Cu dapat menimbulkan efek toksik dalam kadar tertentu (Setiawan dkk., 2019). Logam Cu yang melebihi kadar tertentu dapat menyebabkan efek negatif terhadap kesehatan manusia, seperti pendarahan pada jalur Gastrointestinal, penyakit Wilson dan Kinsky, nyeri sendi, insomnia, kejang, anemia, *shock*, koma, dan meninggal (Irianti dkk., 2017).

Berbagai metode yang digunakan dalam penyisihan logam berat dari dalam air adalah *ion exchange*, koagulasi, membran, dan adsorpsi. Beberapa metode ini hanya cocok untuk limbah dengan konsentrasi logam berat yang tinggi. Sementara itu metode lain seperti koagulasi akan menimbulkan limbah baru dalam proses penyisihan polutan, dan biaya yang dibutuhkan tinggi karena dalam prosesnya menggunakan bahan kimia. Dari berbagai metode penyisihan logam berat ini adsorpsi lebih sering digunakan sebagai metoda penyisihan logam berat karena memiliki sistem yang sederhana, efektif, dan efisien. Adsorpsi terdiri atas adsorbat dan adsorben yang mudah dibuat. Adsorpsi merupakan proses transfer molekul pada permukaan padatan. Proses ini terjadi karena adanya gaya fisik (gaya Van der Waals) ataupun ikatan kimia (Hu & Xu, 2019).

Salah satu hasil pengembangan bahan adsorpsi berkapasitas tinggi yaitu polimer baru karbida logam transisi dua dimensi (2D) yang dikenal sebagai MXene. MXene ( $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$ ) dibentuk dengan prekursor MAX ( $\text{Ti}_3\text{AlC}_2$ ) direaksikan melalui proses *etching* dengan larutan Asam Fluorida (HF) (Ding dkk., 2017). MXene memiliki struktur unik yang menunjukkan sifat hidrofilik dan memiliki gugus fungsi yang aktif dengan jumlah yang berlimpah di permukaannya, sehingga MXene merupakan adsorben yang efektif untuk banyak molekul dan dapat digunakan untuk penyisihan polutan. Dalam penelitian Shahzad dkk., (2017), DL- $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$

(*Delaminated MXene*) sebagai adsorben dapat menyisihkan logam Cu dalam larutan artifisial 1000 ppm 2,7 kali lebih tinggi dari karbon aktif dengan penyisihan 98,29 % dan kapasitas adsorpsi 78,45 mg/g. Bagaimanapun, MXene mempunyai kelemahan jika direaksikan di dalam air, yaitu material dua dimensi yang dimiliki MXene mudah menumpuk sehingga kapasitas adsorpsi semakin kecil dan banyak gugus fungsi di permukaan MXene yang tidak berfungsi. Untuk itu dibutuhkan penyisipan material di antara lapisan adsorben MXene sehingga dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi. (Zhang dkk., 2018).

Beberapa material yang digunakan untuk penyisipan di antara lapisan MXene yaitu Sodium Alginat, Senyawa alkali, Asam amino, dan serat alam (bioserat) . Salah satu sumber serat alam adalah eceng gondok. Eceng gondok merupakan hama perairan yang tumbuh cepat di iklim tropis dan subtropis. Eceng gondok mengandung 60% serat selulosa yang dapat menjadi adsorben yang efektif dalam penyisihan logam berat. Selulosa merupakan komponen utama dari serat alami yang memengaruhi sifat mekanik dari serat tersebut. Salah satu jenis selulosa adalah Nanoselulosa yang berukuran 1-100 nm. Nanoselulosa memiliki kepadatan rendah, sifat mekanik yang baik, dan ramah lingkungan (Asrofi dkk., 2018). Dalam penelitian Ramirez-Muñoz dkk., (2021), adsorben eceng gondok dapat menyisihkan kandungan  $\text{Cu}^{2+}$  dalam larutan artifisial 200 mg/L dengan kapasitas penyisihan sebesar 131,14 mg/g. Nanoserat eceng gondok dapat menjadi alternatif material penyisip antar lapisan MXene sehingga lapisan adsorben tidak menumpuk di dalam air dan memperbesar luas permukaan penjerapan logam untuk proses adsorpsi.

Berdasarkan uraian di atas, dilakukan penelitian mengenai proses adsorpsi menggunakan adsorben nanokomposit MXene/Eceng Gondok, yaitu Mxene ( $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$ ) yang dimodifikasi dengan penyisipan nanoselulosa dari batang eceng gondok di antara lapisan MXene untuk menyisihkan logam berat Cu dari air limbah. Percobaan dilakukan untuk menentukan kapasitas adsorpsi, persamaan isotherm adsorpsi, dan kinetika adsorpsi yang sesuai untuk mempelajari mekanisme adsorpsi yang terjadi pada proses adsorpsi Cu oleh MXene/Eceng Gondok ditinjau dari variasi rasio nanokomposit dan konsentrasi awal logam Cu. Hasil penelitian ini

diharapkan dapat melengkapi informasi kemampuan Mxene sebagai adsorben dan menjadi alternatif teknologi pengolahan air limbah yang mengandung logam berat.

## 1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penulisan tugas akhir ini adalah untuk menguji kemampuan nanokomposit Mxene/Eceng Gondok sebagai adsorben untuk menyisihkan logam Cu dari air limbah menggunakan sistem *batch*.

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat adsorben nanokomposit MXene/Eceng Gondok;
2. Menentukan kapasitas adsorpsi dan efisiensi penyisihan Cu oleh adsorben nanokomposit MXene/ Eceng Gondok serta variasi konsentrasi awal logam Cu dan rasio nanokomposit terbaik;
3. Menentukan parameter isoterm dan kinetika adsorpsi MXene/Eceng Gondok terhadap logam Cu.

## 1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan kemampuan adsorpsi material MXene dua dimensi dalam menyisihkan logam berat dari air limbah dengan cara menyisipkan nanoserat Eceng Gondok di antara lapisan MXene tersebut;
2. Memperbaiki kualitas air limbah yang mengandung logam berat sehingga tidak berbahaya jika dibuang ke saluran drainase atau badan air;
3. Sebagai studi pendahuluan dalam pemanfaatan Mxene/Eceng Gondok sebagai adsorben sebelum dilakukannya penerapan ke lapangan untuk mengolah air limbah.

## 1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada tugas akhir ini adalah:

1. Percobaan adsorpsi dilakukan terhadap larutan artifisial yang mengandung logam berat Cu;
2. Percobaan menggunakan nanokomposit MXene/Eceng Gondok, MXene ( $Ti_3C_2T_x$ ) dibuat dari MAX ( $Ti_3AlC_2$ ) dengan metode *etching* (Song dkk., 2020), nanoserat Eceng Gondok dibuat dengan metode *digester sonication*

(Asrofi dkk., 2018), dan nanokomposit MXene/Eceng Gondok dibuat dengan metode sonikasi dan pencampuran kimia (Wei dkk., 2018);

3. Karakterisasi adsorben yaitu MAX, MXene tanpa modifikasi, dan MXene/Eceng Gondok menggunakan *Scanning Electron Microscope (SEM)*, *Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDX)*, dan *Particle Size Analysis (PSA)*;
4. Percobaan adsorpsi dilakukan dengan sistem *batch* menggunakan nanokomposit MXene/Eceng Gondok dengan variasi rasio nanokomposit MXene/Eceng Gondok dan konsentrasi adsorbat;
5. Analisis konsentrasi logam Cu dilakukan dengan metode *Direct Air-Acetylene* dengan *Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)* sesuai Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 20<sup>th</sup> Edition;
6. Persamaan isoterm yang diuji kesesuaiannya yaitu Freundlich dan Langmuir.
7. Penentuan Kinetika Adsorpsi.
8. Percobaan aplikasi terhadap air limbah elektroplating artifisial menggunakan kondisi terbaik dari percobaan adsorpsi menggunakan larutan artifisial Cu.

### **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, parameter Cu, proses adsorpsi menggunakan material dua dimensi, adsorben yang efektif, Mxene dan nanokomposit eceng gondok sebagai adsorben 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.

