

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Logam berat seperti tembaga, kromium, kadmium, arsenik dan seng paling mudah ditemukan di dalam air limbah, yang semuanya dapat memberikan risiko bagi manusia dan lingkungan. Tembaga (Cu) merupakan logam esensial yaitu logam yang masih dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah tertentu untuk menjaga metabolisme tubuh manusia, tetapi jika masuk dalam kadar yang berlebih akan mengganggu fungsi fisiologi tubuh (Adhani & Husaini, 2017). Jumlah dari tembaga yang diperbolehkan untuk masuk kedalam tubuh adalah 1 mg/l dan apabila jumlahnya sudah berada diatas 1,5 mg/l akan menyebabkan kerusakan hati (Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2003).

Penyisihan logam berat dapat dilaksanakan dengan berbagai metode seperti pertukaran ion, *reverse osmosis*, filtrasi membran, koagulasi-flokulasi-sedimentasi (CFS) dan adsorpsi. Adsorpsi merupakan salah satu metode yang sering digunakan dalam pengolahan air karena lebih murah, desain yang sederhana dan lebih mudah untuk diaplikasikan (Nissa, 2019). Adsorpsi adalah proses pengumpulan suatu substansi pada permukaan padatan adsorben. Adsorpsi memiliki dua komponen utama yaitu adsorben dan adsorbat (Reynolds & Richards, 1996). Pada saat ini ada berbagai jenis adsorben yang digunakan seperti biosorben, adsorben berbasis metal dan adsorben yang berasal dari bahan dua dimensi. Salah satu bahan dua dimensi yang masih dikembangkan adalah MXene.

MXene merupakan logam fasa padat yang dibuat melalui fasa MAX dengan rumus  $M_{n+1}AX_n$ , di mana M menyatakan logam transisi, A mewakili elemen logam golongan IIIA dan IVA dan X mewakili karbon atau nitrogen. Struktur MXene yang unik (Struktur atom berlapis) membuat MXene memiliki kelebihan yaitu dapat menyimpan energi dengan sangat baik dan memiliki konduktivitas yang tinggi (Song dkk., 2020). Struktur MXene terdiri atas lapisan yang bertumpuk dengan jarak antar lapisan yang cukup dekat sehingga tidak begitu mudah untuk digunakan, namun hal ini dapat ditingkatkan dengan memperbesar jarak antar

lapisan MXene dengan menyelipkan molekul lain (Vakili dkk., 2019). Terdapat berbagai metode untuk memperbesar jarak antar lapisan MXene seperti menyelipkan molekul alkali, besi serta serat alam. Salah satu serat alam yang mudah untuk didapatkan adalah serat yang berasal dari tumbuhan eceng gondok. Terdapat beberapa penelitian yang menggabungkan MXene dengan polimer. Pada penelitian Dong dkk. (2019) MXene yang digabung dengan alginat menunjukkan kapasitas adsorpsi yang besar dalam menyisihkan logam timbal dan tembaga yaitu sebesar 382,7 mg/g dan 87,6 mg/g. Penelitian Zhang dkk. (2021) menggunakan MXene yang digabungkan dengan polimer polidopamin menunjukkan kemampuan yang baik dalam menyisihkan *methylene blue*. Kapasitas adsorpsi maksimum polidopamin-MXene tersebut adalah 168,93 mg/g.

Eceng gondok umumnya mengandung 60% serat selulosa. Selulosa merupakan komponen utama dari serat alam dan menentukan sifat mekaniknya. Selulosa adalah struktur kristal yang terdiri dari monomer glukopiranososa  $\beta$ -D. Nanoselulosa, yang memiliki diameter dalam kisaran 1-100 nm memiliki transparansi tinggi, kepadatan rendah, sifat mekanik yang baik, dan ramah lingkungan (Asrofi dkk., 2018). Serat eceng gondok yang berukuran nano nantinya diharapkan dapat memperbesar jarak antar lapisan MXene sehingga lapisan-lapisan tadi tidak menumpuk dan luas permukaan penjerapan logam untuk proses adsorpsi menjadi lebih besar.

Penelitian Shahzad dkk. (2017) menunjukkan bahwa MXene dapat menyisihkan logam Cu dengan efisiensi yang tinggi yaitu sebesar 98,29%. Eceng gondok juga sudah terbukti dapat menyisihkan logam seperti pada penelitian Hemalatha dkk. (2020) diketahui eceng gondok memiliki efisiensi sebesar 98,9% dalam menyisihkan logam Cr. Air limbah umumnya memiliki kandungan logam yang beragam seperti pada penelitian Liu dkk. (2013) yang menunjukkan pada air limbah memiliki kandungan logam Cu, Cr, Cd, dan Pb. Berdasarkan penjelasan di atas, akan dilakukan penelitian untuk menyisihkan logam berat dengan proses adsorpsi yang menggunakan adsorben nanokomposit MXene/Eceng gondok. Percobaan ini bertujuan menganalisis proses adsorpsi nanokomposit MXene/Eceng gondok terhadap logam Cu dengan kehadiran ion logam lainnya (Cr, Cd dan Pb) dan untuk menentukan selektivitas nanokomposit terhadap Cu. Dari penelitian ini akan

dianalisis juga persamaan isoterm adsorpsi dan kinetika adsorpsi serta mempelajari mekanisme adsorpsi yang terjadi pada proses adsorpsi Cu oleh nanokomposit MXene/Eceng gondok. Hasil yang didapat dari penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi mengenai kemampuan MXene/Eceng gondok sebagai adsorben dan dapat menjadi salah satu alternatif pengolahan limbah.

## 1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan MXene/Eceng gondok yang digunakan menjadi adsorben untuk menyisihkan Cu dari air.

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis kinerja MXene/Eceng gondok dengan variasi konsentrasi ion logam dalam mengadsorpsi logam Cu;
2. Menganalisis kinerja MXene/Eceng gondok dengan variasi rasio nanokomposit dalam mengadsorpsi logam Cu;
3. Menentukan kinetika dan isoterm adsorpsi nanokomposit MXene/Eceng gondok terhadap logam Cu dengan kehadiran ion logam lain;

## 1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan kemampuan MXene sebagai alternatif untuk dapat menyisihkan logam berat Cu sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan;
2. Meningkatkan kualitas air limbah sehingga tidak membahayakan lingkungan.

## 1.4 Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Percobaan menggunakan MXene ( $Ti_3C_2T_x$ ) yang sebelumnya dibuat dari fasa  $MAX$  ( $Ti_3AlC_2$ );
2. Percobaan menggunakan nanokomposit MXene/Eceng gondok dengan mencampurkan MXene dan serat eceng gondok melalui proses *digestion-sonication*;
3. Percobaan dilakukan terhadap larutan air limbah artifisial yang mengandung logam berat Cu, Cr, Cd dan Pb;

4. Percobaan adsorpsi dilakukan dengan variasi rasio nanokomposit dengan perbandingan 10:1 dan 20;1;
5. Variasi konsentrasi ion lain (Cr, Cd, dan Pb) dalam larutan adalah 20 mg/L, 15 mg/L dan 10 mg/L;
6. Analisis konsentrasi Cu dilakukan dengan menggunakan alat *Inductively Coupled Plasma (ICPE-9000)* sesuai dengan *Standard Methods APHA, 22<sup>nd</sup>, Ed, 2012 Part 3125*
7. Analisis statistik yang digunakan adalah uji ANOVA serta uji t;
8. Persamaan isoterm yang diuji kesesuaiannya yaitu Freundlich dan Langmuir;
9. Menentukan kinetika adsorpsi nanokomposit MXene/Eceng gondok yang divariasikan.

### 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 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 VI          KESIMPULAN DAN SARAN**

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