

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembuangan air limbah ke perairan tanpa pengolahan terlebih dahulu mengakibatkan pencemaran air. Logam berat yang bersifat toksik di perairan terdiri dari arsenic (As), berilium (Be), cadmium (Cd), kromium (Cr), tembaga (Cu), timbal (Pb), merkuri (Hg), nikel (Ni), kobalt (Co), dan seng (Zn) (Astari & Utami, 2018). Logam tembaga termasuk logam yang paling banyak digunakan dalam perindustrian. Sumber tembaga dapat berasal dari batuan mineral, perindustrian pewarnaan, pelapisan logam, dan lain-lain (Khairuddin dkk., 2021). Logam berat Cu yang terakumulasi dengan konsentrasi yang cukup besar dalam tubuh manusia dapat mengakibatkan degenerasi hepatolikular yaitu disfungsi pada hati dan otak, sirosis anak, dan kerusakan pada *nucleus lenticular* (Karim, 2018). Pulungan dkk. (2017) ditemukan bahwa limbah salah satu industri pelapisan logam di Kota Bandar Lampung mengandung Cu sebesar 15,12 mg/L dan menurut Fuad dkk. (2013) ditemukan limbah elektroplating pada daerah Sukodono, Kabupaten Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur mengandung Cu sebesar 20,13 mg/L. Berdasarkan PermenLH No 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah, kadar maksimum Cu pada industri pelapisan logam dan galvanis yaitu 0,5 mg/L.

Metode penyisihan logam yang biasa digunakan pada air limbah diantaranya *ion exchange*, presipitasi, pemisahan membran, dan adsorpsi. Adsorpsi banyak digunakan karena mudah pelaksanaannya, sederhana, dan efisien dalam beberapa kondisi tertentu. Metode adsorpsi juga dapat digunakan untuk konsentrasi logam berat berbentuk larutan yang encer dan adsorben mudah diregenerasi (Darjito dkk., 2014). Adsorpsi ialah kemampuan menempel suatu zat permukaan yang disebabkan gaya tarik menarik antar permukaan. Bagian yang menempel disebut adsorbat dan tempat menempel disebut adsorben (Astari & Utami, 2018). Adsorben umumnya berasal dari bahan dengan pori-pori berukuran kecil yang menyebabkan luas permukaan di dalam adsorben menjadi lebih besar dibandingkan luas permukaan yang berada di luar adsorben. Faktor-faktor yang

mempengaruhi proses adsorpsi di antaranya konsentrasi adsorbat, jenis adsorben, pH, dan waktu kontak (Alberty & Daniel, 1992).

Adsorben yang sudah digunakan untuk menyisihkan logam antara lain karbon aktif, biosorben, polianilin, fullerene (karbon dalam bentuk bola berlubang), dan material dua dimensi (2D). Salah satu material dua dimensi (2D) yang dikembangkan sebagai adsorben adalah MXene. MXene memiliki struktur berlapis dengan struktur kimia dan kemampuan hidrofilik sehingga banyak digunakan untuk adsorpsi (Dong dkk., 2019). MXene dapat menyisihkan larutan Cu dengan kinerja 2,7 kali lebih baik dibandingkan karbon aktif, hal ini terbukti dari kapasitas adsorpsi Cu oleh MXene 78,45 mg/g (Shahzad dkk., 2017). Kelemahan MXene jika berkontak dengan air membentuk agregat yang bertumpuk sehingga mengakibatkan permukaan MXene yang luas menjadi mubazir sebagai bahan adsorpsi dan tidak bisa diakses masuk oleh adsorbat untuk proses adsorpsi.

Kelemahan MXene yang bertumpuk jika berkontak dengan air dilakukan interkalasi (penyisipan). Material yang disisipkan di antar lapisan MXene pada penelitian ini adalah nano serat eceng gondok. Eceng gondok merupakan tanaman yang kaya serat selulosa. Jumlah eceng gondok yang tidak terbatas dan kelimpahan selulosanya menarik perhatian peneliti untuk menjadikan eceng gondok sebagai bahan pembuatan nanokomposit yang digunakan sebagai adsorben (Oyeoka dkk., 2021). Eceng gondok yang dianggap sebagai tanaman pengganggu (gulma) dimanfaatkan dalam penelitian ini untuk mengatasi kelemahan MXene dengan cara menyelipkan eceng gondok di antar lapisan MXene.

Berdasarkan pemaparan tersebut dapat dilakukan penelitian mengenai penyisihan logam berat Cu dengan adsorben MXene/Eceng Gondok menggunakan variasi rasio nanokomposit. Penelitian MXene menggunakan nanokomposit eceng gondok telah dilakukan sebelumnya melalui penelitian Herlina, Melliaroza, dan Farhan (2022) dengan rasio nanokomposit 10:1 dan 20:1 dengan efisiensi penyisihan larutan artifisial Cu 71,80% dan 76,17% dan kapasitas adsorpsi 17,950 mg/g dan 19,042 mg/g. Pemilihan variasi rasio nanokomposit MXene/Eceng

Gondok 5:1 dan 40:1 merujuk pada penelitian Dong dkk. (2019) dan penelitian Herlina, Melliaroza, dan Farhan (2022). Dong dkk. (2019) melakukan pemilihan rasio optimum dengan memvariasikan MXene/Alginate 30-80% dalam menyisihkan logam berat Cu, efisiensi penyisihan Cu optimum oleh rasio MXene/Alginate 70% dan menurun pada rasio MXene/Alginate 80%. Dari penelitian yang dilakukan Herlina, Melliaroza, dan Farhan (2022), pemilihan rasio optimum untuk menyisihkan Cu belum bisa ditentukan, hal ini dikarenakan baru dilakukan dua variasi rasio yaitu MXene/ Eceng Gondok 10:1 dan 20:1 serta belum didapatkan arah peningkatan penyisihan Cu yang dihasilkan oleh variasi rasio MXene/ Eceng Gondok 10:1 dan 20:1. Untuk itu perlu dilakukan percobaan adsorpsi menggunakan rasio MXene/ Eceng Gondok yang lebih kecil dari 10:1 dan rasio yang lebih besar dari 20:1. Penelitian ini mengkaji mekanisme MXene/ Eceng Gondok 5:1 dan 40:1 dalam proses adsorpsi logam berat Cu dengan menggunakan dosis adsorben 1 g/L, pH 5, konsentrasi adsorbat 25 mg/L, dan waktu kontak adsorpsi 10-50 menit.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini yaitu untuk menguji kemampuan MXene/ Eceng Gondok sebagai adsorben untuk menyisihkan logam berat Cu dengan variasi rasio nanokomposit 5:1 dan 40:1.

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menentukan efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi logam Cu oleh adsorben MXene/ Eceng Gondok dengan rasio nanokomposit 5:1 dan 40:1;
2. Menemukan komposisi rasio nanokomposit MXene/ Eceng Gondok yang paling baik untuk penyisihan logam Cu;
3. Menentukan persamaan isoterm adsorpsi yang sesuai;
4. Menentukan kinetika adsorpsi Cu oleh nanokomposit MXene/ Eceng Gondok.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini di antaranya:

1. Memanfaatkan eceng gondok sebagai tanaman pengganggu (gulma);

2. Meningkatkan kemampuan adsorpsi material MXene dengan menyelipkan nano serat eceng gondok di antar lapisan MXene dengan rasio nanokomposit 5:1 dan 40:1;
3. Memanfaatkan adsorben MXene/Eceng Gondok sebagai alternatif penyisihan logam Cu pada proses adsorpsi sehingga konsentrasi Cu dalam air limbah bisa memenuhi baku mutu.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah:

1. Percobaan adsorpsi dilakukan terhadap larutan artifisial Cu secara *batch* menggunakan *erlenmeyer flask* dengan konsentrasi larutan artifisial Cu 25 mg/L dengan waktu kontak 10-50 menit;
2. Analisis konsentrasi logam Cu pada larutan artifisial Cu dan larutan elektroplating menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*);
3. Percobaan menggunakan MXene yang dibuat dari MAX (Ti_3AlC_2) dengan proses etsa menggunakan asam fluorida (HF);
4. Percobaan menggunakan nanoselulosa eceng gondok yang dibuat dengan metode *digester sonication*;
5. Percobaan dilakukan menggunakan nanokomposit MXene/Eceng Gondok dengan menggabungkan MXene dan eceng gondok dengan perbandingan MXene/Eceng Gondok 5:1 dan MXene/Eceng Gondok 40:1;
6. Percobaan adsorpsi terhadap larutan artifisial elektroplating yang mengandung campuran logam Cu, Cr, Cd, dan Pb dalam satu labu ukur 1.000 mL dilakukan menggunakan rasio nanokomposit MXene/Eceng Gondok terbaik pada percobaan adsorpsi artifisial Cu;
7. Analisis statistik yang digunakan yaitu uji normalitas dan uji ANOVA;
8. Analisis karakteristik material menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan *Particle Size Analyzer* (PSA);
9. Persamaan isoterm yang diuji kesesuaiannya yaitu Freundlich dan Langmuir;
10. Kinetika adsorpsi yang diujikan yaitu orde nol, orde satu, dan orde dua. Kinetika adsorpsi model *pseudo first order* dan *pseudo second order*

dilakukan jika percobaan adsorpsi tidak memenuhi pada model kinetika 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 penelitian, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori dan tinjauan pustaka dari logam berat Cu, 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 metodologi penelitian yang mencakup tahapan penelitian, studi literatur, persiapan percobaan mencakup alat dan bahan, metode analisis laboratorium, dan lokasi penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan data penelitian serta pembahasan dari hasil data yang didapatkan pada penelitian.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

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

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN