

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aktivitas manusia seperti pembuangan limbah industri ke perairan dapat menyebabkan pencemaran pada perairan. Air limbah dapat mengandung logam berat yang berbahaya bagi manusia dan lingkungan salah satunya logam tembaga (Cu) (Ina, 2014). Keberadaan Cu pada air limbah harus diolah karena dapat terakumulasi melalui rantai makanan dan berbahaya bagi makhluk hidup (Nurohmah dkk., 2019). Fuad dkk., (2013) menyatakan kandungan Cu di air limbah industri pelapisan logam di daerah Sukodono sebesar 20,13 mg/L. Menurut Permen LH nomor 5 Tahun 2014 kadar maksimal Cu pada industri pelapisan logam adalah 0,5 mg/L, sedangkan menurut Peraturan Pemerintah nomor 22 Tahun 2021 baku mutu logam Cu pada sungai yaitu 0,02 mg/L untuk kelas I, II, dan III dan 0,2 mg/L untuk kelas IV. Menurut WHO (1982), nilai maksimum Cu yang dapat ditoleransi tubuh 0,5 mg/kg berat badan per hari dari semua sumber Cu.

Metode yang dapat dilakukan untuk menangani kontaminasi logam berat di air yaitu dengan metode fisik, kimia dan biologis. Metode fisik diantaranya adsorpsi, koagulasi, evaporasi, dan filtrasi. Metode kimia seperti presipitasi kimia, oksidasi, pertukaran ion, dan proses elektrokimia. Metode biologis seperti biodegradasi dan fitoremediasi. Sebagian besar metode ini memiliki kelemahan seperti biaya tinggi, kompleksitas operasi, dan menghasilkan pencemar sekunder. Di antara metode tersebut, metode adsorpsi lebih banyak digunakan karena lebih ekonomis, efisiensi penyisihan yang tinggi, lebih praktis, dan operasional yang mudah (Yu dkk., 2021).

Adsorpsi melibatkan dua komponen utama yaitu adsorben dan adsorbat. Proses adsorpsi memungkinkan dilakukannya regenerasi dari adsorben yang telah digunakan melalui proses desorpsi, yaitu pelepasan senyawa yang telah disisihkan adsorben. Keefektifan adsorpsi bergantung pada luas permukaan spesifik yang besar pada adsorben dan fungsionalitas adsorbat yang tepat (Pratiwi, 2017).

Adsorben yang dapat digunakan salah satunya yaitu adsorben dengan material dua dimensi (2D). Material 2D merupakan bagian dari nanomaterial yang ditentukan

oleh tebalnya hanya satu atau dua atom. Material 2D mendapatkan perhatian karena sifat fisika dan kimianya yang khas. Pencarian material baru dengan area spesifik yang besar terus dilakukan agar mendapatkan kapasitas adsorpsi yang besar, seperti material 2D MXene (Zhang dkk., 2018).

Material MXene ($M_{n+1}X_nT_x$) secara struktural terdiri atas lembaran 2D dari logam transisi bahan karbida/nitrida/karbonitrida yang diperoleh melalui *etching* (pelarutan logam dengan asam kuat) lapisan A dari fase MAX (Ti_3AlC_2). Kelebihan MXene yaitu struktur halus, stabil secara kimia, dan bersifat hidrofilik yang menguntungkan dalam pengolahan limbah fasa cair. Pada penelitian Shahzad dkk. (2017) $Ti_3C_2T_x$ yang telah disonikasi mampu menyisihkan Cu 2,7 kali lebih tinggi dari karbon aktif dengan efisiensi penyisihan mencapai 98,29%. MXene juga memiliki kelemahan yaitu lembaran 2D bertumpuk di dalam air sehingga jarak antar lembaran dan luas permukaan menjadi kecil (Carey & Barsoum, 2021).

Peningkatan kapasitas adsorpsi untuk mengatasi keterbatasan MXene dilakukan dengan penambahan nanokomposit pada MXene. Penggunaan nanokomposit dipilih untuk membuka tumpukan MXene di dalam air dengan melakukan interkalasi (penyisipan ion atau molekul) antar lembaran MXene sehingga luas permukaan menjadi lebih besar. Penyisipan ini dapat meningkatkan situs aktif pada permukaan MXene. Nanokomposit yang digunakan penelitian ini berasal dari serat eceng gondok. Eceng gondok dikenal sebagai tumbuhan gulma air dengan pertumbuhan yang sangat cepat dan mengandung 60% serat selulosa bergantung pada lingkungan tumbuhnya. Jumlahnya yang berlebih di perairan mengakibatkan berkurangnya intensitas cahaya yang masuk dan penurunan oksigen terlarut di perairan sehingga mengganggu ekosistem air. Penggunaan serat eceng gondok sebagai nanokomposit dapat menjadi alternatif dalam mengatasi masalah lingkungan yang ditimbulkannya (Asrofi dkk., 2018). Pada penelitian Ramirez-Muñoz dkk. (2021) kapasitas adsorpsi biosorben eceng gondok dalam menyisihkan logam Tembaga (Cu) sebesar 131,14 mg/g.

Berdasarkan uraian tersebut, dilakukan penelitian mengenai proses adsorpsi menggunakan adsorben nanokomposit MXene/eceng gondok untuk menyisihkan logam berat Cu dari air limbah dengan menggunakan variasi dosis adsorben dan

rasio nanokomposit. Penentuan persamaan isoterm dan kinetika adsorpsi yang sesuai juga dilakukan untuk mengetahui mekanisme adsorpsi yang terjadi pada proses adsorpsi Cu oleh MXene. Hasil penelitian ini diharapkan dapat melengkapi informasi kemampuan MXene sebagai adsorben dan dapat menjadi alternatif teknologi pengolahan limbah.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan material MXene menjadi nanokomposit MXene/eceng gondok sebagai adsorben untuk menyisihkan logam berat Cu dalam air limbah.

Tujuan penelitian ini antara lain adalah:

1. Menentukan rasio nanokomposit dan dosis adsorben dalam adsorpsi logam berat Cu oleh nanokomposit MXene/eceng gondok;
2. Menganalisis efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi pada variasi dosis adsorben dan rasio nanokomposit;
3. Menentukan parameter isoterm yang sesuai pada proses adsorpsi logam Cu dengan adsorben MXene/eceng gondok;
4. Menentukan kinetika adsorpsi adsorben MXene/eceng gondok terhadap logam berat Cu.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan kemampuan MXene sebagai adsorben dengan kapasitas yang lebih tinggi dalam menyisihkan logam berat Cu;
2. Memanfaatkan MXene dengan tambahan nanokomposit eceng gondok sebagai adsorben dalam penyisihan logam berat Cu sehingga dapat diaplikasikan penggunaannya dalam upaya mengurangi pencemaran lingkungan;
3. Meningkatkan efektifitas pengolahan limbah sehingga limbah yang akan dibuang tidak mencemari badan air dan lingkungan.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini diantaranya:

1. Percobaan menggunakan MXene ($Ti_3C_2T_x$) yang sebelumnya dibuat dari fase MAX (Ti_3AlC_2) dengan asam fluorida (HF);
2. Percobaan menggunakan eceng gondok yang dibuat dengan proses *digestion-sonication*;
3. Percobaan adsorpsi menggunakan adsorben nanokomposit MXene/eceng gondok;
4. Percobaan dilakukan pada larutan artifisial dan air limbah *electroplating* artifisial yang mengandung logam berat Cu;
5. Percobaan adsorpsi menggunakan sistem *batch*;
6. Percobaan adsorpsi dilakukan dengan variasi dosis adsorben dan variasi rasio nanokomposit MXene berbanding eceng gondok;
7. Analisis konsentrasi logam berat Cu dilakukan dengan metode *Direct Air-Acetylene* dengan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) (Greenberg dkk., 1992);
8. Analisis statistik menggunakan uji ANOVA dan uji-t;
9. Analisis karakteristik MXene/eceng gondok menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM), *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (EDX), dan *Particle Size Analysis* (PSA);
10. Persamaan isoterm yang diuji kesesuaiannya yaitu Freundlich dan Langmuir;
11. Kinetika adsorpsi MXene/eceng gondok terhadap Cu diuji kesesuaiannya yaitu 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, 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 beserta pembahasannya yaitu karakterisasi adsorben, percobaan adsorpsi Cu dengan nanokomposit MXene/eceng gondok, analisis statistik, penentuan persamaan isotherm, kinetika adsorpsi dan percobaan aplikasi dengan air limbah *electroplating* artifisial.

BAB V PENUTUP

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

