

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aktivitas kehidupan yang dilakukan oleh manusia menimbulkan bermacam-macam efek bagi tatanan lingkungan hidup. Tatanan lingkungan hidup dapat tercemar dan rusak disebabkan oleh banyak hal, diantaranya adalah oleh limbah cair. Bahan pencemar pada air limbah salah satunya adalah yang mengandung senyawa logam berat. Kegiatan yang menghasilkan limbah logam berat seperti buangan industri, pertambangan logam, perbengkelan, kegiatan *electroplating*, industri galangan kapal dan bermacam aktivitas pelabuhan. Logam berat merupakan bahan beracun dan berbahaya terhadap makhluk hidup (Palar, 2012). Salah satu logam berat yang menjadi perhatian adalah tembaga (Cu) (Adhani, 2017). Cu digolongkan ke dalam logam berat esensial, dimana kebutuhan harian Cu untuk manusia yang dianjurkan WHO adalah sebesar 30-80 $\mu\text{g}/\text{kg}$ berat tubuh manusia. Toksisitas yang dimiliki oleh Cu akan bekerja dan memperlihatkan pengaruhnya bila logam ini masuk ke dalam tubuh organisme dalam jumlah besar atau melebihi nilai toleransi organisme terkait, yaitu Cu dengan dosis 3,5 mg/kg akan menyebabkan kematian. Kadar Cu dalam jumlah besar dapat mengakibatkan keracunan, mual, muntah dan menyebabkan kerusakan pada hati dan ginjal (Palar, 2012).

Berbagai macam metode telah dikembangkan untuk menyisahkan logam berat dari air di antaranya presipitasi, ekstraksi, filtrasi, *reverse osmosis*, pertukaran ion dan adsorpsi (Kwon dkk., 2010). Berdasarkan metode yang ada, adsorpsi adalah salah satu alternatif yang paling disukai untuk menyisahkan logam berat karena sederhana, mudah dan murah tetapi terbukti mempunyai efisiensi yang tinggi (O'Connell dkk., 2008). Berbagai jenis adsorben telah dikembangkan seperti silikon mesopori, polimer organik berpori, oksida logam dan *graphene* (Zhang dkk., 2020). Saat ini orang terus mengembangkan adsorben yang sederhana dan memiliki kapasitas adsorpsi yang besar. Salah satu adsorben yang menarik perhatian dalam aplikasi lingkungan adalah nanomaterial berbasis MXene (Tunisi dkk., 2021).

MXene adalah keluarga baru dari material logam dua dimensi (2D) yang terdiri dari logam transisi berbahan karbida/karbonnitrida/nitrida dengan rumus $M_{n+1}X_nT_x$ yang diperoleh dengan cara melakukan *etching* lapisan A dari fase MAX (Ti_3AlC_2) (Li dkk., 2019). Menurut Tunesi dkk (2021), MXene dapat digunakan dalam aplikasi lingkungan sebagai adsorben untuk menghilangkan logam berat, pewarna, ion beracun dan radioaktif, pemisahan membran polutan dan degradasi fotokatalitik. MXene mempunyai karakteristik yaitu luas permukaan teoritisnya yang tinggi, bersifat hidrofilik, stabilitas kimia tinggi, dan sifat kimia yang dapat diatur. Berdasarkan sifat fisika-kimia ini, penelitian terbaru tentang nanomaterial menyebutkan bahwa MXene yang digunakan sebagai adsorben sangat efisien untuk menghilangkan logam berat Cu (Jun dkk., 2020). Cu dapat diadsorpsi oleh MXene dengan stabil tanpa terjadi disosiasi, tetapi dengan berjalannya waktu terjadi oksidasi permukaan dan terbentuknya kristal TiO_2 sehingga partikel MXene yang disintesis sebagian besar akan bertumpuk yang menyebabkan kemampuan adsorpsi berkurang (W. Feng dkk., 2018). Hal ini dapat diatasi dengan melakukan delaminasi (pengelupasan) terhadap MXene yang akan memperbesar kapasitas adsorpsi. Lembaran MXene yang berlapis-lapis dapat didelaminasi menjadi beberapa lapis dengan menggunakan bantuan ultrasonikasi menggunakan *ultrasonic probe* (Malaki dkk., 2019).

Beberapa penelitian terkait penyisihan Cu dengan delaminasi Mxene telah dilakukan oleh para peneliti. Menurut Shahzad dkk (2017), proses adsorpsi logam Cu dengan MXene yang didelaminasi lebih baik daripada yang tidak didelaminasi. Delaminasi dilakukan menggunakan *ultrasonic probe* pada amplitudo 60% selama 30 menit, memperoleh nilai kapasitas penyisihan yang diperoleh dengan delaminasi adalah 78,45 mg/g dengan efisiensi penyisihannya sebesar 98,29%. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan delaminasi MXene terhadap penyisihan Cu 2,7 kali lebih tinggi dari karbon aktif (Shahzad dkk., 2017). Delaminasi $Ti_3C_2T_x$ membuat lapisan MXene menjadi terkelupas dengan ultrasonik dan menghalangi kemungkinan ikatan kimia antara lapisan dalam setiap partikel (W. Feng dkk., 2018).

Metode ultrasonikasi dapat diterapkan pada proses adsorpsi karena ultrasonikasi membuat kinetika reaksi adsorpsi menjadi lebih cepat dengan jumlah adsorben

yang lebih rendah (Jun dkk., 2020). Pada metode ultrasonikasi, waktu dan *power* ultrasonik adalah parameter yang berpengaruh terhadap proses ultrasonikasi (Malaki dkk., 2019). Oleh karena itu, penelitian ini melakukan delaminasi MXene dengan memvariasikan *power* dan waktu ultrasonikasi.

Berdasarkan uraian di atas, dilakukan penelitian mengenai proses adsorpsi menggunakan adsorben MXene yang didelaminasi untuk menyisihkan logam berat Cu. Adsorben MXene didelaminasi menggunakan ultrasonikasi pada beberapa variasi *power* dan waktu ultrasonikasi, sehingga didapatkan kondisi ultrasonikasi terbaik untuk memperoleh efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi optimum. Penentuan persamaan isoterm adsorpsi dan kinetika adsorpsi yang sesuai juga dilakukan untuk mempelajari mekanisme adsorpsi yang terjadi pada proses adsorpsi Cu oleh MXene yang didelaminasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat melengkapi informasi kemampuan ultrasonikasi MXene sebagai adsorben dan menjadi alternatif teknologi pengolahan air limbah.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk memodifikasi material MXene dengan melakukan delaminasi menggunakan ultrasonikasi yang akan digunakan sebagai adsorben pada proses adsorpsi untuk menyisihkan logam berat Cu dari air limbah. Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan kondisi *power* dan waktu ultrasonikasi terbaik serta efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi optimum menggunakan adsorben MXene yang didelaminasi dengan ultrasonikasi dalam menyisihkan Cu dari air limbah artifisial Cu;
2. Membandingkan kinerja penyisihan Cu menggunakan MXene yang didelaminasi dengan MXene yang tidak didelaminasi pada air limbah artifisial Cu;
3. Menentukan persamaan isoterm dan kinetika adsorpsi yang sesuai pada proses adsorpsi Cu dengan adsorben MXene yang didelaminasi.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menginformasikan kemampuan ultrasonikasi terbaik untuk delaminasi MXene sebagai adsorben pada proses adsorpsi dalam penyisihan logam berat Cu;
2. Memanfaatkan MXene yang didelaminasi sebagai adsorben dalam penyisihan logam berat Cu sehingga dapat diaplikasikan penggunaannya dalam upaya mengurangi pencemaran lingkungan;
3. Memperbaiki kualitas air limbah sehingga tidak berbahaya jika dimanfaatkan atau dialirkan ke badan air.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Percobaan menggunakan MXene yang sebelumnya dibuat dari fasa MAX (Ti_3AlC_2) (Song dkk., 2020) ;
2. Percobaan dilakukan terhadap larutan artifisial yang mengandung logam berat Cu dan percobaan adsorpsi menggunakan air limbah *electroplating* artifisial;
3. Percobaan adsorpsi menggunakan sistem *batch*;
4. Analisis proses adsorpsi dilakukan pada pH 5, dosis adsorben 1 g/L, dan konsentrasi awal 25 mg/L (Shahzad dkk., 2017);
5. Melakukan percobaan adsorpsi dengan adsorben MXene yang didelaminasi menggunakan ultrasonikasi;
6. Delaminasi MXene dilakukan dengan memvariasikan *power* ultrasonik yaitu 20%, 40%, dan 60% dan waktu kerja ultrasonik 15 menit dan 30 menit;
7. Analisis konsentrasi Cu dilakukan dengan *Direct Air-Acetylene Flame Method* menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) sesuai dengan *Standard Methods APHA, 22nd Ed, Part 3111, 2012* dan SNI 6989.6:2009
8. Analisis statistik menggunakan uji ANOVA terhadap variasi *power* ultrasonik dan uji-t terhadap waktu ultrasonik serta MXene yang didelaminasi dan MXene tanpa delaminasi;
9. Analisis karakteristik material MXene yang didelaminasi dan tidak didelaminasi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) S-3400N;

10. Persamaan isoterm yang diuji kesesuaiannya dalam proses adsorpsi Cu dengan MXene yang didelaminasi yaitu Freundlich dan Langmuir;
11. Model kinetika adsorpsi MXene yang didelaminasi diuji kesesuaiannya dalam proses adsorpsi Cu dengan MXene 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, batasan masalah penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang air limbah, logam berat, parameter Cu, proses adsorpsi menggunakan material dua dimensi, adsorben yang efektif, MXene sebagai adsorben, delaminasi MXene, ultrasonikasi 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, metode analisis statistik.

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.