

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor industri di Indonesia terus mengalami perkembangan seiring dengan berkembangnya revolusi industri di seluruh negara di dunia. Perkembangan sektor industri memberikan dampak positif dan negatif dalam kehidupan sehari-hari. Dampak positif yang terjadi seperti bertambahnya lapangan pekerjaan dan semakin meningkatnya investasi, sementara disisi lain terdapat dampak negatif dari pembangunan industri. Pencemaran merupakan salah satu dampak negatif yang dapat timbul dari pembangunan industri yang mengolah sumber daya. Timbulnya pencemaran terjadi akibat adanya kegiatan industri yang menghasilkan produk samping yang berupa limbah.

Limbah industri yang sangat berbahaya untuk lingkungan, salah satunya adalah logam berat. Perairan yang tercemar oleh logam-logam berat yang terlarut dalam konsentrasi tertentu dapat menyebabkan berubahnya fungsi perairan menjadi sumber racun bagi kehidupan makhluk hidup dalam perairan (Palar, 2012). Logam berat yang sering ditemukan di perairan yaitu Ar, Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Hg, Ni, dan Zn (USEPA, 2007).

Logam berat yang keberadaannya dalam lingkungan dapat menjadi permasalahan lingkungan yang perlu dilakukan penanganan khusus. Limbah industri dengan kandungan ion-ion logam berat telah lama menjadi objek

penelitian dan penanganan dalam bidang kimia analitik dan kimia lingkungan. Efek toksisitas yang berbahaya dari limbah logam berat perlu mendapat perhatian dan penanganan secara khusus, mengingat logam berat dalam konsentrasi tertentu dapat memberikan efek toksik yang berbahaya bagi kehidupan dan kesehatan manusia serta lingkungan di sekitarnya (Lelifajri, 2010).

Tembaga (Cu) merupakan salah satu jenis dari beberapa logam berat yang berbahaya bagi makhluk hidup. Logam berat merupakan polutan bagi tanaman, hewan, dan kesehatan manusia. Logam Cu pada tubuh manusia dapat menimbulkan keracunan dan menyebabkan terjadinya *hepatic cirrhosis*, kerusakan pada otak serta terjadinya penurunan kerja ginjal (Palar, 2008). Besarnya efek yang ditimbulkan logam Cu yang masuk dalam tubuh makhluk hidup, maka limbah yang mengandung logam Cu harus dilakukan proses pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan.

Indonesia telah membuat peraturan-peraturan untuk mengatur tentang pembuangan limbah logam berat ke badan air. Peraturan yang membahas baku mutu limbah industri adalah Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 dan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014, baku mutu kadmium untuk golongan I (untuk air baku air minum) adalah sebesar 2 mg/L dan golongan II (untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, perternakan dan pertanian) sebesar 3 mg/L.

Akumulasi logam berat bagi lingkungan maupun kesehatan manusia perlu diatasi dengan metode penanganan yang tepat. Proses yang dilakukan untuk

menangani aliran limbah yang tercemar logam berat pada umumnya adalah pengendapan secara kimia, *ion exchange* dengan resin, filtrasi membran, dan adsorpsi (Bereket *et al.*, 1997).

Adsorpsi merupakan cara yang aman dan efektif untuk digunakan sebagai penyisihan kadar logam dalam air. Gaya tarik atom atau molekul pada permukaan padatan (adsorben) yang tidak seimbang merupakan prinsip adsorpsi. Adanya gaya ini, padatan cenderung menarik molekul-molekul lain di permukaan padatan, baik fasa gas atau fasa cair (adsorbat). Interaksi antara adsorben dengan adsorbat hanya akan terjadi pada permukaan adsorben saat proses adsorbs (Tandy, 2012). Proses adsorpsi yang terjadi harus ditunjang dengan adsorben sebagai bahan alternatif untuk mengurangi kadar logam berat. Terjadinya penyerapan komponen tertentu dari suatu fase fluida dilakukan oleh suatu zat padat yang disebut dengan adsorben. Pada umumnya adsorben adalah bahan-bahan yang sangat berpori dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding-dinding pori atau pada letak tertentu dalam partikel adsorben (Rahmayani & Siswarni, 2013).

Mahoni merupakan salah satu kayu yang tergolong dalam kayu keras (*hardwood*) yang biasanya digunakan sebagai bahan baku perabot rumah tangga dan menghasilkan limbah yaitu serbuk gergaji (Mulyana dkk., 2010). Serbuk gergaji merupakan salah satu limbah industri mebel yang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben. Serbuk gergaji kayu mahoni yang memiliki kandungan selulosa 47,26%, hemiselulosa 27,37%, holoselulosa 74,63%, dan lignin sebesar 25,82% (Karlinasi dkk., 2010). Gugus fungsional –OH pada selulosa dan lignin yang terdapat dalam selulosa dan hemiselulosa pada serbuk gergaji kayu dapat

berpotensi sebagai adsorben untuk menurunkan kadar logam berat (Prambaningrum dkk., 2009).

Limbah pertanian yang bervariasi dapat digunakan untuk menghilangkan ion logam berat (Kahraman dkk., 2008). Penurunan kadar logam Cd dan Cr dapat diturunkan dengan sekam padi (Khan dkk., 2004), menghilangkan logam Cu dan Pb menggunakan kulit singkong (Pinandari, 2010), kulit singkong juga dapat digunakan untuk menghilangkan logam Cu dan Zn (Agiri & Akaranta, 2009), dan menurunkan kadar logam Zn^{2+} dengan kitosan (Karthikeyan & Muthulakshmi, 2004).

Kulit singkong yang berpotensi menjadi limbah dapat dimanfaatkan sebagai adsorben karena mampu mengurangi kadar logam berat berbahaya. Kulit singkong memiliki beberapa kandungan seperti protein, selulosa non-reduksi, serat kasar yang tinggi dan HCN (asam sianida). Kulit singkong mengandung komponen-komponen yang memiliki gugus $-OH$, $-NH_2$, $-SH$ dan $-CN$ yang berpotensi dapat mengikat logam. Kulit singkong memiliki kandungan Karbon yang tinggi, yaitu sebesar 59,31%, Hidrogen 9,78%, Oksigen 28,74%, Nitrogen 2,06 %, Sulfur 0,11% dan H_2O (Air) sebesar 11,4% (Akanbi, 2007). Kulit singkong menurut Hanifah dkk (2010), juga mengandung 459, 56 ppm HCN (asam sianida).

Bentonit atau dikenal dalam dunia perdagangan dengan istilah lempung (*clay*) golongan smektit dioctahedral. Bentonit mengandung mineral monmorilonit dalam dunia perdagangan dan termasuk kelompok dioktahedral. Monmorilonit pada bentonit terkandung sekitar 80% dan sisanya adalah senyawa lain seperti

kaolit, illit, abu vulkanik, feldspar, gypsum, kalsium karbonat, pasir kuarsa dan mineral lainya (Gunister *et al.*, 2004). Bentonit memiliki kapasitas permukaan ion yang tinggi. Tingginya kapasitas permukaan ion pada bentonit disebabkan karena ukuran partikel koloidnya sangat kecil, sehingga bentonit memiliki sifat mengadsorpsi yang baik. Bentonit memiliki partikel bermuatan negatif yang perlu diimbangi dengan kation. Kation-kation yang dapat dipertukarkan dan terikat lemah antara lain Na, Ca, Mg, atau K. Adanya kation yang dapat dipertukarkan ini memungkinkan bentonit memisahkan logam berat dari air, dan juga memisahkan senyawa organik kationik melalui mekanisme pertukaran ion (Sneanabrezovska *et al.*, 2004).

Penelitian mengenai pemanfaatan limbah serbuk gergaji kayu mahoni telah dilakukan oleh Rochmah dkk. (2017), menggunakan serbuk gergaji kayu mahoni pada larutan Pb^{2+} dengan konsentrasi 100 mg/L. Berdasarkan penelitian tersebut, diperoleh kondisi optimum pada pH 6, waktu kontak 30 menit, konsentrasi 300 mg/L, dan kapasitas maksimum adsorpsi sebesar 111,9709 mg/g.

Pemanfaatan limbah kulit singkong sebagai adsorben logam berat telah dilakukan Hasrianti (2012), menggunakan adsorben limbah kulit singkong 100 ml larutan ion Cd^{2+} dan Cr^{6+} dengan konsentrasi sebesar 10 ppm. Waktu kontak optimum yang diperlukan adalah 3 jam perendaman dan pH optimum adalah 6,1 serta dengan kapasitas maksimum adsorpsi sebanyak 0,00014 mg/g.

Penelitian mengenai pemanfaatan bentonit dilakukan oleh Sahan dkk (2012), menggunakan adsorben bentonit pada larutan logam Cu(II). Daya jerap bentonit yang paling maksimal adalah sebesar 32,75 mg Cu(II)/g bentonit pada kondisi

perlakuan berat bentonit 2,5 g, waktu adsorpsi 180 menit dan konsentrasi ion Cu(II) 60 ppm.

Dalam suatu penelitian mengenai adsorpsi dapat diaplikasikan dalam bentuk komposit untuk meningkatkan daya jerap dari suatu adsorben yang digunakan. Komposit adalah kombinasi yang dibentuk pada dua atau lebih bahan penyusun. Bahan komposit memiliki karakteristik yang berbeda, dan ketika dikombinasikan dalam komposisi tertentu akan terbentuk sifat baru yang dapat disintesis seperti yang diinginkan (Krevelen, 1994).

Penelitian dengan memanfaatkan adsorben komposit telah dilakukan oleh Khaldun dkk (2017), menggunakan adsorben serbuk gergaji kayu damar laut dan merbau pada logam Pb(II) dari larutan. Efisiensi adsorpsi maksimum sebesar 98,78% pada pH 4, waktu kontak 40 menit, massa adsorben 0,5 g, kecepatan pengadukan 125 rpm dan konsentrasi awal ion Pb(II) 300 ppm.

Penelitian mengenai pemanfaatan adsorben komposit telah dilakukan oleh Sumayya dkk (2017), menggunakan adsorben komposit yaitu bentonit dengan eceng gondok pada larutan Pb dengan konsentrasi sebesar 10 mg/L. Hasil Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa komposisi terbaik adalah pada rasio 50:50 dengan berat total adalah 8gr, pada waktu kontak 60 menit, kecepatan pengadukan 200rpm dan efisiensi penyerapan sebesar 99,992% serta dengan angka penyisihan sebesar 0,001 mg/L.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka diperlukan adanya penelitian untuk memanfaatkan limbah serbuk gergaji kayu mahoni (*Swietenia macrophylla* King) dan kulit singkong (*Manihot esculenta*) dengan bentonit

sebagai campuran adsorben untuk penjerapan logam berat tembaga Cu (II) pada limbah sintetis. Variabel yang diteliti antara lain adalah rasio massa campuran, pH dan waktu kontak.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Apakah ada perbedaan efisiensi dari penjerapan logam berat Cu(II) pada limbah sintetis menggunakan campuran adsorben serbuk gergaji kayu mahoni (*Swietenia macrophylla* King), Kulit Singkong (*Manihot esculenta*), dan Bentonit dengan variasi rasio massa campuran dan berapa rasio massa campuran optimumnya pada waktu tertentu?
2. Bagaimana karakteristik campuran adsorben serbuk gergaji kayu mahoni (*Swietenia macrophylla* King), Kulit Singkong (*Manihot esculenta*), dan Bentonit berdasarkan analisis pH *point of zero charge* (pH_{pzc}) dan *Fourier-Transform Infra Red* (FTIR)?
3. Apakah ada perbedaan efisiensi adsorpsi pada logam Cu (II) limbah sintetis menggunakan campuran adsorben serbuk gergaji kayu mahoni (*Swietenia macrophylla* King), Kulit Singkong (*Manihot esculenta*), dan Bentonit berdasarkan variasi pH, serta berapakah pH optimumnya?
4. Apakah ada perbedaan efisiensi adsorpsi pada logam Cu(II) limbah sintetis menggunakan campuran adsorben serbuk gergaji kayu mahoni (*Swietenia macrophylla* King), Kulit Singkong (*Manihot esculenta*), dan

Bentonit berdasarkan variasi waktu kontak, serta berapakah waktu kontak optimumnya?

5. Bagaimana model kinetika adsorpsi yang terjadi saat penjerapan logam Cu(II) pada limbah sintetik menggunakan campuran adsorben serbuk gergaji kayu mahoni (*Swietenia macrophylla* King), kulit singkong (*Manihot esculenta*), dan bentonit?

1.3 Asumsi Penelitian

Limbah serbuk gergaji kayu mahoni (*Swietenia macrophylla* King) dan Kulit Singkong (*Manihot esculenta*) dapat digunakan sebagai adsorben logam berat Cu (II) karena mengandung kadar selulosa dan lignin yang cukup tinggi. Selulosa dan lignin mempunyai kemampuan untuk mengadsorpsi logam berat Cu (II) karena memiliki ikatan OH yang cukup banyak. Bentonit juga digunakan sebagai adsorben karena bentonit memiliki partikel yang bermuatan negatif yang diimbangi dengan kation dapat dipertukarkan dan terikat lemah, sehingga adanya kation yang dapat dipertukarkan tersebut memungkinkan bentonit memisahkan logam berat dari air. Proses adsorpsi logam Cu (II) dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu pH, waktu kontak dan karakteristik dari adsorben yang digunakan. Terjadinya penjerapan logam berat Cu (II) yang optimal terjadi pada kondisi pH dan waktu yang optimal.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui perbedaan efisiensi dari penjerapan logam berat Cu(II) pada limbah sintetis menggunakan campuran adsorben serbuk gergaji kayu mahoni (*Swietenia macrophylla* King), Kulit Singkong (*Manihot esculenta*), dan Bentonit dengan variasi rasio massa campuran dan rasio massa campuran optimumnya pada waktu tertentu.
2. Mengetahui karakteristik campuran adsorben serbuk gergaji kayu mahoni (*Swietenia macrophylla* King), Kulit Singkong (*Manihot esculenta*), dan Bentonit berdasarkan analisis pH *point of zero charge* (pH_{pzc}), dan *Fourier-Transform Infra Red* (FTIR).
3. Mengetahui beda efisiensi adsorpsi pada logam Cu (II) limbah sintetis menggunakan campuran adsorben serbuk gergaji kayu mahoni (*Swietenia macrophylla* King), Kulit Singkong (*Manihot esculenta*), dan Bentonit berdasarkan variasi pH serta berapakah pH optimumnya.
4. Mengetahui beda efisiensi adsorpsi pada logam Cu (II) limbah sintetis menggunakan campuran adsorben serbuk gergaji kayu mahoni (*Swietenia macrophylla* King), Kulit Singkong (*Manihot esculenta*), dan Bentonit berdasarkan variasi waktu kontak, serta berapakah waktu kontak optimumnya.
5. Mengetahui model kinetika adsorpsi yang terjadi saat penjerapan logam Cu(II) pada limbah sintetis menggunakan campuran adsorben serbuk gergaji kayu

mahoni (*Swietenia macrophylla* King), kulit singkong (*Manihot esculenta*), dan bentonit.

1.5 Hipotesis Penelitian

Hipotesis statistik dari penelitian ini adalah:

H₀₁ : Tidak ada perbedaan efisiensi adsorpsi Cu (II) yang terdapat pada limbah cair sintetis dengan menggunakan campuran adsorben serbuk gergaji kayu mahoni, kulit singkong, dan bentonit dengan variasi rasio massa campuran.

H_{a1} : Ada perbedaan efisiensi adsorpsi Cu (II) yang terdapat pada limbah cair sintetis dengan menggunakan campuran adsorben serbuk gergaji kayu mahoni, kulit singkong, dan bentonit dengan variasi rasio massa campuran.

H₀₂ : Tidak ada perbedaan efisiensi adsorpsi Cu (II) yang terdapat pada limbah cair sintetis dengan menggunakan adsorben serbuk gergaji kayu mahoni dan kulit singkong dengan bentonit pada variasi pH.

H_{a2} : Ada perbedaan efisiensi adsorpsi ion logam Cu (II) yang terdapat pada limbah cair sintetis dengan menggunakan campuran adsorben serbuk gergaji kayu mahoni, kulit singkong, dan bentonit pada variasi pH.

H₀₃ : Tidak ada perbedaan efisiensi adsorpsi ion logam Cu (II) yang terdapat pada limbah cair sintetis dengan menggunakan

campuran adsorben serbuk gergaji kayu mahoni, kulit singkong, dan bentonit pada variasi waktu kontak.

H_{a3} : Ada perbedaan efisiensi adsorpsi ion logam Cu (II) yang terdapat pada limbah cair sintetis dengan menggunakan campuran adsorben serbuk gergaji kayu mahoni, kulit singkong, dan bentonit pada variasi waktu kontak.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi terkait penggunaan serbuk gergaji kayu mahoni (*Swietenia macrophylla* King), Kulit Singkong (*Manihot esculenta*), dan Bentonit sebagai salah satu cara untuk mengolah limbah yang mengandung Cu (II) serta karakteristik dari adsorben yang telah dianalisis dan memiliki potensi dalam adsorpsi ion logam Cu(II). yang diharapkan dapat diaplikasikan pada limbah *real*.

1.7 Batasan Penelitian

Adsorben yang digunakan merupakan campuran dari serbuk gergaji kayu mahoni, kulit singkong, dan bentonit yang dicampur menjadi pasta dan dilakukan pengovenan menggunakan suhu 110⁰C. Adsorben selanjutnya digunakan untuk percobaan adsorpsi dengan variasi pH dan waktu kontak. Percobaan ini digunakan untuk mengetahui rasio massa campuran optimum, nilai pH optimum, dan waktu kontak optimum penjerapan Cu(II) yang terdapat pada limbah cair sintetis.