

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri dan aktivitas manusia telah meningkatkan pembuangan limbah cair yang mengandung logam berat ke lingkungan. Kadar logam berat yang terkandung dalam limbah cair sangat tinggi sehingga menimbulkan masalah terhadap lingkungan. Logam berat adalah salah satu senyawa pencemar lingkungan yang paling umum terdapat dalam air [1]. Logam berat merupakan senyawa logam yang memiliki massa jenis lebih dari 5 gr/m^3 [2]. Logam berat merupakan unsur kimia penting yang diperlukan makhluk hidup, seperti selenium (Se), tembaga (Cu), seng (Zn) dan besi (Fe), yang diperlukan untuk menjaga metabolisme tubuh manusia. Sedangkan logam berat non esensial seperti timbal (Pb), merkuri (Hg), arsenik (As), dan kadmium (Cd) tidak berpengaruh pada tubuh manusia, dan sangat berbahaya serta dapat menyebabkan keracunan pada manusia [3].

Salah satu logam non esensial yang berbahaya untuk manusia adalah kadmium. Kadmium (Cd) memiliki karakteristik berwarna putih keperakan yang mirip dengan logam aluminium, serta tahan panas dan tahan korosi. Kadmium (Cd) digunakan dalam elektrolisis dan merupakan pigmen dalam industri cat, enamel, dan plastik. Kadmium (Cd) merupakan logam berat yang berbahaya karena unsur ini memiliki resiko tinggi terhadap pembuluh darah, kadmium memiliki efek jangka panjang pada tubuh manusia dan terakumulasi dalam tubuh terutama pada hati dan ginjal [4]. Pada bentuk ioniknya kadmium adalah logam berat yang kerap ditemukan pada perairan. Sifatnya yang non-biodegradasi, biomagnifikasi, dan mudah terakumulasi dalam rantai makanan membuat ion logam berat ini menjadi ancaman serius bagi kesehatan dan lingkungan [5] [6].

Pencemaran ion logam kadmium(II) ini dapat merusak lingkungan dan telah disebutkan dalam Al-Quran pada surat Ar-Rum ayat 41 yang artinya “*Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)*”. Berdasarkan tafsir kontemporer Q.S. Ar-Rum ayat 41 menjadi salah satu perintah tentang

kewajiban manusia dalam melestarikan lingkungan hidup, dan salah satu langkah untuk melestarikan lingkungan hidup adalah dengan mengolah limbah yang dihasilkan oleh manusia. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengolah limbah ion logam kadmium(II) adalah metode adsorpsi.

Adsorpsi merupakan metode yang cocok digunakan untuk menghilangkan ion logam berat di lingkungan [7]. Adsorpsi merupakan proses penyerapan partikel adsorbat pada permukaan adsorben yang dikarenakan terdapat proses gaya tarik menarik antara molekul padatan dengan material terjerap ataupun melalui interaksi kimia [8]. Adsorpsi bila dibandingkan dengan metode-metode lainnya seperti metode pengendapan, *ion exchange*, elektrokoagulasi, fotokatalis, ekstraksi pelarut, elektrodialisis, elektrokimia, filtrasi dengan membran, dan evaporasi, memiliki kelebihan yang tidak dimiliki oleh metode lain yaitu mudah diaplikasikan dan ramah lingkungan sehingga tidak menimbulkan efek samping yang beracun dan mampu menghilangkan bahan-bahan polutan organik maupun anorganik [9] [10].

Banyak adsorben yang biasa digunakan untuk menghilangkan logam berat, seperti karbon aktif, lempung, oksida logam, silika, dan zeolit. Namun, karbon aktif saat ini lebih disukai sebagai adsorben karena kapasitas dan laju adsorpsinya yang tinggi, struktur makropori dan permukaan internal, non toksisitas, dan ketahanan mekanik dan kimia yang tinggi [11]. Kemampuan karbon aktif mengadsorpsi ditentukan oleh struktur kimianya yaitu atom C, H, dan O yang terikat secara kimia membentuk gugus fungsional. Jumlah karbon dalam karbon aktif berkisar antara 85-95%, sejumlah kecil hidrogen, oksigen dan unsur-unsur lain yang terikat dalam berbagai gugus fungsi. Selain itu karbon aktif memiliki luas permukaan lebih dari 1000 m²/g dan pori-pori yang ada pada karbon aktif dapat digunakan untuk penyerapan/adsorpsi. Selain aplikasinya di bidang industri, karbon aktif juga dapat digunakan dalam proses penjernihan air maupun dalam pengolahan limbah. Karbon aktif terbuat dari bahan yang mengandung karbon dalam jumlah besar melalui proses karbonisasi dan aktivasi. Mengadopsi pemanasan suhu 800 °C-1000 °C, aktivasi kimia dan proses aktivasi fisik lainnya. Kemudian aktifkan dengan uap, karbon dioksida atau oksigen [12].

Salah satu bahan yang berpotensi untuk dijadikan karbon aktif adalah limbah dari serbuk kayu jati. Menurut penelitian dari Abram *et al*, limbah hasil proses penggergajian kayu yang dihasilkan di Indonesia sebanyak 6 juta ton pertahun yang pada kenyataannya masih ada yang ditumpuk serta dibuang sehingga akan terjadi pencemaran dan merusak lingkungan [13]. Pada perkembangannya, serbuk kayu juga telah digunakan untuk proses budidaya jamur yang juga cukup menjanjikan di masyarakat. Selain itu, serbuk kayu juga dapat dimanfaatkan sebagai serbuk arang aktif karena sifatnya yang mempunyai kandungan karbon cukup tinggi. Bahan-bahan yang mempunyai kandungan karbon cukup tinggi dapat dijadikan sebagai arang aktif, akan tetapi hasil akhir dari arang aktif ini akan tergantung pada faktor-faktor tertentu, diantaranya bahan baku, zat pengaktif dan kondisi dari proses aktivasi [14]. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Wijaya *et al*, menyebutkan bahwa karbon aktif dari serbuk kayu jati dengan aktivator H_3PO_4 memiliki kadar air dan kadar abu yang memenuhi standar SNI yaitu sebesar 4,67% untuk kadar air dan kadar abu sebesar 5,67%. Selain itu karbon aktif dari serbuk kayu jati ini memiliki luas permukaan dan pori-pori yang besar, yang memungkinkan untuk mengikat di sejumlah besar situs aktif yang didistribusikan dalam kerangka bahan berpori. Pori-pori besar dapat mengatasi batasan difusi pori dan memberikan kecepatan tinggi jalur untuk molekul gas. Hal ini dijelaskan dengan menggunakan teori umum polimerisasi silika [15].

Sebuah penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Emmy Sahara *et al*, berjudul "Pembuatan dan Karakterisasi Arang Aktif dari Batang Tanaman Gumitir (*Tagetes Erecta*) yang Diaktivasi dengan H_3PO_4 " mengkaji kualitas arang aktif yang dihasilkan dari batang tanaman gumitir menggunakan aktivator H_3PO_4 . Dalam prosesnya, digunakan variasi konsentrasi aktivator sebesar 0,5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% selama 24 jam.

Setelah dilakukan aktivasi, arang aktif yang diperoleh kemudian dikarakterisasi untuk mengetahui sifat-sifatnya dengan membandingkannya dengan sifat arang sesuai standar SNI 06-3730-1995 mengenai arang aktif teknis. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aktivasi dengan asam fosfat 15% menghasilkan arang aktif dengan kualitas terbaik dan telah memenuhi standar SNI

06-3730-1995 mengenai arang aktif teknis. Penelitian ini juga menyarankan untuk menggunakan aktivator yang berbeda meskipun aktivator H_3PO_4 telah terbukti sebagai aktivator terbaik. Selanjutnya, diperlukan penelitian lanjutan mengenai kemampuan arang aktif dari batang tanaman gunitir yang diaktivasi dengan H_3PO_4 dalam aplikasinya sebagai adsorben untuk logam berat atau senyawa organik dalam limbah cair.

Berbagai upaya telah banyak dilakukan baik secara fisika, kimia, dan biologi dengan tujuan untuk terus meningkatkan kapasitas adsorpsi agar dapat menghilangkan polutan secara maksimal. Saat ini, modifikasi kimia seperti perlakuan asam, basa, dan penambahan gugus fungsi lebih disukai sebab menunjukkan hasil yang lebih tinggi dan lebih efisien jika dibandingkan dengan modifikasi lain [16]. Banyak penelitian tentang modifikasi kimia terhadap adsorben salah satunya dengan penambahan biopolimer kitosan.

Kitosan merupakan material yang telah dikenal luas sebagai adsorben yang selektif, terutama untuk ion logam golongan transisi. Selektivitas kitosan berhubungan dengan kandungan gugus $-NH_2$ dan $-OH$ yang dapat bertindak sebagai ligan bagi ion logam. Namun, penggunaan kitosan secara langsung sebagai adsorben kurang efektif, karena kitosan mudah larut dalam asam yang dapat mengganggu dalam proses adsorpsi. Selain itu gugus dari kitosan juga tidak stabil terhadap perubahan temperatur, sehingga perlu dilakukan modifikasi pada kitosan salah satunya dengan penambahan karbon sehingga terbentuk adsorben komposit yang dibuat dalam bentuk *beads* [17]. Berdasarkan penelitian terdahulu, gugus amina dan hidroksil pada kitosan mampu menyerap ion logam berat lebih baik dan efektif melalui mekanisme interaksi kimia dengan membentuk kompleks [18].

Dalam beberapa tahun kebelakang, penelitian tentang adsorben kitosan terhadap ion logam berat timbal, kadmium, dan tembaga telah dilakukan dengan hasil kapasitas adsorpsi 10,37 mg/g dengan efisiensi 95,69% untuk ion logam timbal, efisiensi 98,7% dalam bentuk nanopartikel kitosan untuk ion logam kadmium, dan efisiensi 99,42% dengan waktu kontak 100 menit untuk ion logam tembaga [18] [19] [20]. Berdasarkan hasil penelitian dan beberapa hal di atas, kitosan menjadi bahan yang berpotensi untuk meningkatkan efisiensi dan

kapasitas adsorpsi pada adsorben sehingga dapat memaksimalkan kinerja adsorben dalam menghilangkan logam berat.

Berdasarkan beberapa permasalahan dan beberapa fakta yang telah dituliskan di atas, maka pada penelitian ini akan dilakukan untuk membuat karbon aktif dari limbah kayu jati termodifikasi kitosan sebagai adsorben ion logam kadmium(II). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi dan kapasitas adsorpsi yang dihasilkan dari adsorben limbah kayu jati yang termodifikasi kitosan dalam penghilangan kandungan ion logam kadmium(II).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka permasalahan yang perlu dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik kadar air dari karbon aktif limbah serbuk kayu jati?
2. Bagaimana karakteristik morfologi permukaan dan gugus fungsi dari karbon aktif sebelum dan sesudah modifikasi kitosan?
3. Bagaimana perbandingan kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsi karbon aktif sebelum dan sesudah modifikasi kitosan untuk adsorpsi ion logam kadmium(II)?
4. Model isoterm adsorpsi manakah yang sesuai untuk penyerapan ion logam kadmium(II) menggunakan karbon aktif termodifikasi kitosan?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, penelitian ini akan dibatasi pada beberapa masalah berikut:

1. Karbon Aktif dibuat dari limbah serbuk kayu yang didapat dari salah satu mebel di Garut.
2. Kitosan yang digunakan merupakan kitosan komersil.
3. Pembuatan Karbon Aktif menggunakan metode pengarangan.
4. Karbon Aktif yang terbentuk di karakterisasi kadar air sesuai dengan SNI 06-3730-1995.
5. Kitosan yang digunakan sebagai bahan modifikasi merupakan kitosan komersil bahan alami dengan derajat deasetilasi 88%.

6. Modifikasi yang dilakukan merupakan metode modifikasi secara kimia dengan penambahan zat berupa biopolimer kitosan.
7. Metode yang digunakan pada tahapan aplikasi adsorben merupakan metode batch.
8. Ion logam kadmium(II) yang digunakan pada tahapan aplikasi merupakan logam artifisial yang sudah diketahui konsentrasinya.
9. Karakterisasi dilakukan pada karbon aktif sebelum dan sesudah modifikasi dengan menggunakan instrumen SEM dan FTIR.
10. Instrumentasi AAS digunakan untuk menentukan konsentrasi akhir serta kapasitas adsorpsi adsorben terhadap ion logam kadmium(II).
11. Variasi massa yang digunakan adalah 0,02; 0,04; 0,06; 0,08 dan 0,1 gram.
12. Variasi waktu yang digunakan adalah 30; 60; 90; 120 dan 140 menit.
13. Variasi konsentrasi yang digunakan adalah 60; 80; 100; 120 dan 140 ppm.
14. Isoterm adsorpsi ditentukan berdasarkan model isoterm adsorpsi Langmuir dan Freundlich untuk adsorben hasil modifikasi.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang diajukan, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis karakteristik kadar air dari karbon aktif limbah serbuk kayu jati.
2. Untuk menganalisis karakteristik morfologi permukaan dan gugus fungsi dari karbon aktif sebelum dan sesudah dimodifikasi menggunakan biopolimer kitosan.
3. Untuk membandingkan kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsi karbon aktif sebelum dan sesudah modifikasi kitosan untuk adsorpsi ion logam kadmium(II).
4. Untuk menentukan model isoterm adsorpsi yang sesuai untuk penyerapan ion logam kadmium(II) menggunakan karbon aktif termodifikasi kitosan.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu menyelesaikan masalah pencemaran lingkungan baik masalah perairan ataupun udara yang diakibatkan oleh ion logam kadmium(II). Membantu dalam mempermudah memonitoring masalah lingkungan dan kesehatan serta memberikan ilmu pengetahuan baru terhadap kemajuan modifikasi adsorben khususnya yang menggunakan biopolimer kitosan untuk menghilangkan ion logam berat.

