

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting yang tidak akan tergantikan oleh sumber daya alam yang lainnya. Air sangat diperlukan untuk kebutuhan hidup banyak orang, bahkan oleh semua makhluk hidup. Sumber daya air harus dilindungi agar tetap dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia dan makhluk hidup lainnya. Pemanfaatan air untuk berbagai kepentingan harus dilakukan secara bijaksana dengan memperhitungkan kepentingan generasi sekarang dan generasi mendatang (Soemarno, 2013).

Air merupakan sumber daya yang sangat mudah untuk tercemar oleh zat-zat berbahaya atau kontaminan. Air yang tercemar tidak dapat langsung dikonsumsi oleh makhluk hidup khususnya manusia, karena air yang tercemar mengandung zat-zat yang berbahaya yang dapat mengganggu kesehatan manusia hingga berdampak sangat fatal jika dikonsumsi secara terus menerus. Salah satu penyebab dari pencemaran tersebut adalah perkembangan industri. Perkembangan industri tidak hanya memberikan dampak positif, namun juga memberikan dampak negatif seperti timbulnya pencemaran dan perusakan lingkungan (Nasir, 2014).

Keberadaan industri di suatu wilayah dapat membantu meningkatkan perekonomian masyarakat setempat. Namun akibat adanya proses industri, maka industri tersebut akan mengeluarkan hasil sampingan berupa limbah. Limbah apapun seharusnya tidak menjadi masalah jika dikelola dengan baik tetapi apabila di suatu perusahaan terdapat keterbatasan dana dan kurangnya kepedulian pelaku

pengusaha industri, maka limbah tersebut tidak dikelola, sehingga cepat atau lambat tentu akan menimbulkan masalah di kemudian hari. Limbah yang dihasilkan oleh limbah industri dapat berupa limbah padat maupun limbah cair. Komposisi yang terkandung dari kedua limbah tersebut adalah logam berat. Logam berat tersebut sulit untuk terdegradasi secara alami dan dari waktu ke waktu intensitas dari logam berat tersebut dapat bertambah karena adanya proses akumulasi (Nasir, 2014).

Logam berat merupakan logam yang memiliki nilai densitas lebih dari 5 g/cm^3 . Logam berat umumnya bersifat karsinogenik, yaitu sifat yang dapat memicu perubahan genetik tertentu dalam suatu sel sehingga menyebabkan kanker (Lu, 1995). Dapat diartikan bahwa logam berat yang tercampur kedalam tubuh manusia melalui air sangat berbahaya (Kurniasari, 2012). Logam berat sendiri terbagi menjadi dua yaitu logam berat esensial dan non esensial. Logam berat non esensial dalam kadar yang sedikit sudah sangat berbahaya dan beracun bagi makhluk hidup. Logam berat non esensial yang sering mencemari perairan adalah Pb, Cd, Hg, As, Ni, dan Cr (Hasrianti, 2012). Logam berat juga menjadi parameter yang penting untuk selalu dipantau memenuhi standar baku mutu atau tidak.

Salah satu logam berat yang sering diklasifikasikan sebagai pencemar lingkungan dan perairan adalah Kadmium (Cd). Kadmium merupakan salah satu dari *the big three heavy metals* selain Timbal (Pb) dan Merkuri (Hg). Ketiga jenis logam tersebut memiliki tingkat bahaya yang tinggi untuk kesehatan manusia, karena ketiga logam tersebut dapat terakumulasi kedalam tubuh makhluk hidup yang ada di perairan yang kemudian dikonsumsi oleh manusia. Kadmium dapat dengan mudah ditemukan dari beberapa sisa hasil buangan atau limbah dari industri. Industri yang umumnya menghasilkan limbah Kadmium adalah industri

tekstil, batik, baterai, plastik, dan *electroplating* (Palar, 2008). Pembuangan limbah cair yang berasal dari industri maupun domestik yang mengandung kadmium ke badan air secara langsung akan sangat berbahaya bagi keberlangsungan hidup dari makhluk hidup pada perairan yang terkontaminasi tersebut maupun yang mengkonsumsi makhluk hidup dari perairan tersebut.

Kadmium merupakan logam berat yang memiliki toksisitas yang tinggi pada konsentrasi yang rendah. Kadmium diklasifikasikan sebagai logam berat yang berbahaya karena memiliki resiko yang tinggi terhadap pembuluh darah. Kadmium memiliki dampak pengaruh dalam jangka waktu yang panjang pada kesehatan manusia. Dampak pengaruh kontaminasi Kadmium pada kesehatan manusia dapat berupa timbulnya dampak gangguan pada paru-paru, emphysema dan renal tubular disease yang bahaya (Suhendrayatna, 2001).

Indonesia telah memiliki peraturan yang mengatur tentang pembuangan limbah yang mengandung logam berat ke dalam badan air. Peraturan tersebut belum sepenuhnya diikuti oleh seluruh industri yang ada di Indonesia, meskipun sebagian besar industri yang ada di Indonesia telah mengikuti aturan tersebut. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. menjelaskan terkait baku mutu maksimum yang dapat dibuang oleh berbagai industri. Kadar Kadmium maksimal yang dapat dibuang yaitu sebesar 0,01 mg/L untuk kelas 1, kelas 2, kelas 3, dan kelas 4.

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk melakukan pengolahan limbah cair pada lingkup industri, sedangkan tidak seberapa banyak untuk penyisihan logam berat dari air limbah. Metode penyisihan logam berat dari air

limbah yang sering digunakan yaitu presipitasi secara kimiawi, *ion exchange*, dan *electrochemical disposition*. Unit-unit dari jenis-jenis metode pengolahan tersebut memiliki harga yang mahal, sehingga membutuhkan alternatif yang memiliki biaya yang lebih murah (Rafatullah dkk, 2012). Alternatif tersebut berupa adsorpsi.

Salah satu metode yang sering digunakan dalam penyisihan kandungan logam berat di dalam perairan adalah adsorpsi. Kelebihan penggunaan adsorpsi dikarenakan cukup efisien untuk penyisihan logam berat karena tidak memerlukan peralatan yang rumit dan cukup mudah dalam pengerjaannya (Erdawati, 2008). Keefektifan adsorpsi dari adsorben dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu jumlah massa dari adsorben dan waktu kontak antara adsorben dengan logam berat (Syauqiah dkk, 2011). Upaya menurunkan kadar logam berat dengan adsorpsi merupakan upaya yang dapat mendukung nilai SDGs nomor 6 yaitu tentang akses air bersih dan sanitasi guna memastikan ketersediaan air dan manajemen air bersih yang berkelanjutan bagi seluruh masyarakat.

Pada adsorpsi terdapat banyak faktor yang dapat mempengaruhi prosesnya. Faktor-faktor tersebut berupa konsentrasi larutan, pH larutan, waktu kontak, dan massa adsorben. Waktu kontak dan pH merupakan faktor yang sering digunakan untuk penelitian adsorpsi. Kelarutan ion logam, aktivitas gugus fungsi pada biosorben dan kompetisi ion logam dalam adsorpsi dipengaruhi oleh pH larutan tersebut. Waktu kontak berguna untuk mencari waktu kesetimbangan yang menghasilkan kapasitas adsorpsi maksimum (Syauqiah, 2016).

Pada adsorpsi terdapat adsorbat dan adsorben. Adsorbat merupakan zat pencemar yang nantinya akan dijerap oleh adsorben, sedangkan adsorben adalah media yang memiliki fungsi untuk menjerap bahan pencemar yang ada (Sawyer

dkk, 1994). Bahan yang dapat dijadikan sebagai bahan dasar untuk adsorben sangatlah banyak, antara lain dapat menggunakan bahan-bahan yang sudah tidak terpakai. Bahan yang dapat digunakan adsorben antara lain cangkang kepiting, cangkang telur ayam, kulit kayu mahoni, cangkang kerang, dan berbagai macam lainnya, masih banyak bahan lainnya yang dapat digunakan sebagai adsorben. Adsorben yang telah digunakan pada penelitian sebelumnya yaitu cangkang kepiting dan cangkang telur ayam. Cangkang kepiting dapat menyerap Cu, Pb, dan Zn dengan persentase efisiensi sebesar 99,75%; 73,93%; dan 99,38% (Ifa dkk, 2018). Cangkang telur ayam dapat menyerap ion Cd dan Pb dengan persentase efisiensi sebesar 99,95% dan 91,12% (Hajar dkk, 2016), sedangkan untuk Zn memiliki persentase efisiensi sebesar 99,81% (Karo dkk, 2018).

Bahan lain yang dapat digunakan sebagai adsorben adalah cangkang kerang. Berdasarkan data ekspor hasil perikanan Indonesia pada tahun 2008 dan 2009 untuk komoditas kulit kerang dihasilkan sebesar 3,208 ton dan 2,752 ton (Hidayat,2008). Produksi kerang yang cukup tinggi di Indonesia tentu juga meningkatkan jumlah sampah cangkang kerang yang dihasilkan. Komposisi antara cangkang kerang dengan daging kerang cukup berbeda jauh dimana daging yang terdapat didalam kerang hanya sedikit sedangkan cangkang yang tidak terpakai cukup banyak, sehingga cangkang kerang yang tidak termanfaatkan atau tidak terpakai ini menimbulkan masalah baru yaitu bertambahnya jumlah limbah padat cangkang kerang.

Cangkang kerang memiliki kandungan 97 – 99 % kalsium karbonat atau CaCO_3 dalam kalsit dan aragonit. Kandungan lain yang terdapat dalam cangkang kerang yaitu MgCO_3 , $(\text{Fe})_2\text{O}_3$, SiO_2 , $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$, CaSO_4 , protein, dan polisakarida

dalam jumlah yang sedikit. Kandungan CaCO_3 yang cukup banyak pada cangkang kerang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku adsorben (Khan, 2016).

Pemanfaatan cangkang kerang sebagai adsorben untuk penjerapan kadmium telah dilakukan dalam penelitian lain. Cangkang kerang yang digunakan yaitu cangkang kerang bulu sebagai adsorben untuk penjerapan Kadmium dan Timbal yang dilakukan oleh Akhmad (2015). Data yang diperoleh yaitu penjerapan pada Kadmium (Cd) sebesar 98,91% dengan konsentrasi sebesar 100 ppm. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa cangkang kerang memiliki potensi yang sangat bagus untuk dijadikan sebagai adsorben.

Kerang tahu (*Meretrix meretrix*) merupakan salah satu cangkang kerang yang dapat dijadikan sebagai adsorben. Kerang tahu (*Meretrix meretrix*) di beberapa tempat dijadikan salah satu tangkapan nelayan karena memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Secara geografik, kerang tahu mempunyai persebaran yang cukup luas di Indonesia. Lokasi untuk penangkapan kerang tahu (*Meretrix meretrix*) di Indonesia sendiri yaitu di Pandeglang, Banten, Teluk Jakarta, Tuban dan Gresik, Pantai timur Sumatera, Selatan Sulawesi dan Kalimantan (Setyobudiandi dkk, 2004).

Cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) dapat ditingkatkan kemampuan adsorpsinya dengan menggunakan perlakuan kalsinasi. Kalsinasi telah dilakukan oleh beberapa peneliti lain yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi. Kalsinasi pernah dilakukan oleh Eko dkk (2015), yaitu pada dolomit. Namun proses ini hanya berfokus pada pengaruh ukuran butiran dolomit terhadap kalsinasi. Hasil dari percobaan tersebut menyebutkan bahwa semakin besar ukuran dolomit yang diproses maka reaksi kalsinasi semakin cepat (Eko dkk, 2015). Suhu

optimum untuk melakukan kalsinasi pada kalsium karbonat yaitu pada suhu 900 °C. Pemanasan batu kapur di atas suhu 900 °C menyebabkan pereduksian pori-pori sehingga terjadi penyusutan bahan dan meningkatkan densitas (sintering). Sintering mengurangi kereaktifan CaO terhadap air (Hassibi, 2003). Namun untuk penelitian yang dilakukan cukup menggunakan suhu 600 °C.

Adsorben yang digunakan untuk penelitian harus dilakukan uji karakteristik untuk mengetahui sifat dan bahan yang terkandung dalam adsorben. Uji karakteristik terdiri dari uji pH_{pzc}, FTIR, XRD, dan uji TGA. Uji pH_{pzc} merupakan uji untuk mengetahui nilai pH dari adsorben ketika bersifat netral. Uji TGA merupakan uji yang digunakan untuk mendeteksi sifat *thermal* dan perubahan fasa yang terbentuk berdasarkan penjerapan dan pelepasan kalor dalam pemanasan. Uji XRD digunakan untuk mendeteksi fasa kristalin yang terdapat pada adsorben. Uji FTIR digunakan untuk mengetahui gugus fungsi dan ada tidaknya pergeseran gelombang akibat setelah dilakukan adsorpsi.

Cangkang kerang memiliki sifat yang dapat digunakan sebagai adsorben untuk logam berat (Wu dkk, 2014). Penelitian tentang pemanfaatan cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) yang telah dikalsinasi perlu dilakukan karena belum pernah dilakukan. Berdasarkan uraian yang ada di atas maka perlu diadakan pemanfaatan cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) sebagai adsorben untuk mengurangi kadar Cd (II) pada limbah cair sintesis.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) dengan menggunakan analisis pH *Point of Zero Charge* (pH_{pzc}), *Fourier*

Transform Infrared (FTIR), Thermogravimetric Analysis (TGA), dan X-Ray Diffraction (XRD)?

2. Apakah terdapat perbedaan efisiensi penyisihan kadar Cd (II) pada limbah cair sintesis dengan menggunakan adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) pada setiap variasi nilai pH?
3. Berapakah pH optimum yang didapatkan dalam penelitian ini?
4. Apakah terdapat perbedaan efisiensi penyisihan kadar Cd (II) pada limbah cair sintesis dengan menggunakan adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) pada setiap variasi lama waktu kontak?
5. Berapakah waktu kontak optimum yang didapatkan dalam penelitian ini?
6. Bagaimana model kinetika adsorpsi yang terjadi ketika penjerapan Cd (II) yang terkandung dalam limbah sintesis menggunakan adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*)?

1.3 Asumsi

Cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) dapat digunakan sebagai bahan adsorben untuk mengadsorpsi kandungan ion logam berat berjenis Cd (II). Hal ini dikarenakan pada cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) terdapat senyawa CaCO_3 yang merupakan senyawa yang memiliki kemampuan penjerapan yang dapat digunakan sebagai adsorben. Penyisihan ion Cd (II) paling optimal didapatkan pada kondisi pH dan waktu kontak yang paling optimal.

1.4 Hipotesis

Hipotesis statistik dari penelitian ini adalah :

H₀₁ : Tidak ada perbedaan efisiensi adsorpsi ion Cd (II) pada limbah cair sintesis menggunakan adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) berdasarkan variasi pH.

H_{a1} : Ada perbedaan efisiensi adsorpsi ion Cd (II) pada limbah cair sintesis menggunakan adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) berdasarkan variasi pH.

H₀₂ : Tidak ada perbedaan efisiensi adsorpsi ion Cd (II) pada limbah cair sintesis menggunakan adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) berdasarkan variasi waktu kontak.

H_{a2} : Ada perbedaan efisiensi adsorpsi ion Cd (II) pada limbah cair sintesis menggunakan adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) berdasarkan variasi waktu kontak.

1.5 Tujuan

Tujuan dari diadakannya penelitian ini adalah :

1. Mengetahui karakteristik adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) dengan menggunakan analisis pH *Point of Zero Charge* (pHpzc), *Fourier Transform Infrared* (FTIR), *Thermogravimetric Analysis* (TGA), dan *X-Ray Diffraction* (XRD).
2. Mengetahui perbedaan efisiensi penyisihan kadar Cd (II) pada limbah cair sintetis dengan menggunakan adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) pada setiap variasi nilai pH.
3. Mengetahui nilai pH optimum yang didapatkan dalam penelitian ini.
4. Mengetahui perbedaan efisiensi penyisihan kadar Cd (II) pada limbah cair sintetis dengan menggunakan adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) pada setiap variasi lama waktu kontak.
5. Mengetahui waktu kontak optimum yang didapatkan dalam penelitian ini.
6. Mengetahui model kinetika adsorpsi yang terjadi ketika penjerapan Cd (II) yang terkandung dalam limbah sintetis menggunakan adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*).

1.6 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi terkait dengan kemampuan cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) sebagai adsorben untuk penyisihan ion Cd (II) dengan adsorpsi.
2. Mengetahui karakteristik dari adsorben menggunakan cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) dengan analisis pH *Point of Zero Charge* (pHpzc), *Fourier*

Transform Infrared (FTIR), Thermogravimetric Analysis (TGA), dan X-Ray Diffraction (XRD).

3. Mengetahui efisiensi dari adsorben menggunakan cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) pada setiap variasi pH yang digunakan untuk penyisihan ion Cd (II).
4. Mengetahui efisiensi dari adsorben menggunakan cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) pada setiap variasi waktu kontak yang digunakan untuk penyisihan ion Cd (II).
5. Memberikan informasi alternatif dalam pengolahan limbah cair industri yang mengandung ion Cd (II) dengan prinsip adsorpsi menggunakan cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) yang telah dilakukan adsorpsi dengan pH dan waktu kontak optimum.

1.7 Batasan

Adsorben yang digunakan dalam penelitian ini merupakan adsorben yang telah dipanaskan dengan suhu 120 °C, lolos pada mesh 100 serta tertahan pada mesh 200. Adsorben dikalsinasi dengan menggunakan suhu 600 °C. Adsorben selanjutnya diberi perlakuan adsorpsi dengan variasi pH yaitu 2, 3, 4, 5, 6, 7, dan pH asli dengan waktu 90 menit, sedangkan variasi waktu kontak yaitu 5, 10, 30, 45, 60, 90, 120, dan 180 menit dengan pH optimum yang didapatkan saat penelitian. Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui nilai pH dan waktu kontak optimal dalam penjerapan ion Cd (II) dalam larutan logam sintetis yang memiliki konsentrasi 50 ppm.