

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan zaman dan teknologi menuntut Negara Indonesia untuk mengembangkan perekonomian serta kebutuhan manusia melalui sektor industri. Sektor industri yang terus mengalami perkembangan di Indonesia memiliki dampak secara langsung terhadap lingkungan. Dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan yang bersumber dari kegiatan industri yaitu terkait produksi limbah cair, gas, padat dan residu. Limbah industri adalah bahan buangan yang tidak lagi dapat dimanfaatkan yang berasal dari proses kegiatan industri (Dirgantoro, 2017). Limbah industri yang dibuang secara langsung tanpa melalui pengolahan dapat menjadi limbah yang membahayakan lingkungan dan manusia (Palar, 2004). Sumber daya air merupakan contoh sumber daya yang sangat mudah mengalami kontaminasi dengan limbah industri. Air yang telah tercemar dengan limbah industri membutuhkan pengolahan agar aman digunakan oleh manusia. Kontaminan yang umumnya terkandung dalam limbah hasil kegiatan industri adalah logam berat (Rifana, 2021).

Logam berat adalah jenis pencemar yang tergolong berbahaya bagi lingkungan, dikarenakan logam berat memiliki sifat biodegradasi, toksik, serta mampu mengalami bioakumulasi dalam rantai makanan (Anis dan Gusrizal, 2006). Keberadaan logam berat yang masuk kedalam lingkungan dapat mengkontaminasi dan merusak lingkungan. Logam berat yang memiliki sifat tidak dapat dihancurkan oleh organisme hidup dan mengendap pada dasar perairan sehingga membentuk

senyawa kompleks merupakan karakteristik logam berat sebagai bahan pencemar berbahaya (Pagoray, 2001). Merkuri (Hg), Kromium (Cr), Kadmium (Cd), Timbal (Pb), Seng (Zn), Nikel (Ni), Tembaga (Cu) dan Arsen (As) merupakan jenis logam berat yang umumnya terkandung dalam limbah industri yang dapat berbahaya bagi lingkungan dan makhluk hidup (Menteri Lingkungan Hidup, 2010).

Timbal (Pb) adalah satu dari tujuh logam berat yang diklasifikasikan sebagai parameter pencemaran dalam perairan. Timbal merupakan padatan logam berwarna putih abu-abu keperakan dengan titik leleh pada suhu 327,42°C dan titik didih pada suhu 1740°C (Badan Standart Nasional, 2009). Industri yang menghasilkan limbah timbal yaitu industri pembuatan korek api, amunisi, bahan peledak, keramik sebagai katalis untuk bahan produksi dan pengawet epoksi. Penyebaran timbal memiliki resiko dapat membahayakan bila terakumulasi oleh makhluk hidup di lingkungan khususnya perairan, karena senyawa timbal tidak dapat mengalami degradasi. Kelarutan senyawa timbal dalam air dapat dipengaruhi oleh Ph, kesadahan dan salinitas (Effendi, 2003).

Pembuangan limbah timbal dapat membahayakan dan memiliki resiko yang cukup tinggi apabila masuk kedalam tubuh manusia. Kadar timbal yang tinggi pada tubuh manusia akan dilepaskan secara lambat dan menimbulkan gangguan khususnya sistem saraf (Nuraini dkk., 2015). Timbal yang masuk kedalam tubuh manusia dapat mempengaruhi kehadiran ion kalsium, karena timbal dan ion kalsium saling berkompetisi sewaktu berikatan dengan hemoglobin darah (Hardman dkk, 2017). Afinitas tinggi logam timbal untuk gugus sulfhidril dapat membuat sangat beracun bagi sistem enzim (ASTDR, 2017). Paparan logam timbal

dapat merusak otak serta menyebabkan kerusakan syaraf, hati, ginjal dan tulang menurut Widaningrum dkk., (2007) dan Dewi., (2011).

Regulasi terkait baku mutu air sungai dan sejenisnya perlu diimplementasikan di Indonesia. Regulasi tersebut telah diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, yang mencakup aturan mengenai parameter logam berat dalam air sungai. Pada peraturan tersebut disebutkan bahwa keberadaan Pb (II) yang diperbolehkan dalam lingkungan khususnya badan air untuk kelas I sampai dengan kelas III sebesar 0,3 ppm, sedangkan untuk kelas IV sebesar 0,5 ppm. Sehingga setiap kegiatan manusia maupun kegiatan industri yang menghasilkan limbah yang mengandung logam berat perlu disesuaikan dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

Kesadaran terkait meningkatnya pencemaran air berasal dari limbah industri khususnya kandungan logam berat difokuskan untuk mencari pengolahan limbah untuk mengurangi dampak buruk bagi lingkungan dan makhluk hidup disekitarnya. Proses secara fisika dan kimia seperti adsorpsi, presipitasi, koagulasi dan pertukaran ion merupakan metode yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah cair industri yang mengandung logam berat (Al-Asheh dkk., 2000). Metode yang umumnya digunakan yaitu dilakukan secara adsorpsi untuk menurunkan konsentrasi ion logam berat pada limbah cair industri (Erdawati, 2008). Adsorpsi dianggap cukup efektif dalam menurunkan kandungan logam berat dalam limbah cair industri, dikarenakan memiliki proses yang sederhana, biaya yang ekonomis dan ramah lingkungan (Zhou dkk., 2014).

Adsorpsi merupakan teknik penjerapan oleh suatu padatan terhadap suatu zat yang terjadi pada permukaan zat padat akibat adanya gaya tarik atom dan molekul pada permukaan zat padat tanpa meresap ke dalamnya (Apriliani, 2010). Pemurnian udara (gas), partikulat, menghilangkan bau pada proses pemurnian minyak nabati dan gula, serta menghilangkan warna alami dapat juga dilakukan dengan cara adsorpsi (Nurhasni dkk., 2018). Adsorpsi dapat dipengaruhi oleh ukuran partikel, suhu, berat, Ph, lama waktu kontak dan jalur aliran (Zaini dan Sami, 2016). Penurunan kadar logam pada limbah khususnya industri dengan metode adsorpsi dapat digunakan untuk mendukung SDGs nomor 6 yaitu akses air bersih dan sanitasi guna memastikan ketersediaan air dan manajemen air bersih yang berkelanjutan dan sanitasi bagi seluruh masyarakat.

Bahan yang mengandung biomaterial yang tersedia di alam dapat digunakan sebagai adsorben (Sembiring, 2003). Adsorben adalah bahan untuk menjerap bahan pencemar. Bahan yang dapat dijadikan sebagai bahan dasar untuk adsorpsi antara lain yaitu sekam padi, serbuk gergaji kayu, limbah kulit pisang, cangkang kerang dan lain-lain yang merupakan adsorben alami, sehingga tidak mencemari lingkungan (Rahmi, 2017).

Negara Indonesia merupakan negara yang memiliki hasil alam khususnya perikanan yang cukup tinggi. Salah satunya yaitu kerang yang merupakan komoditas hasil laut yang digemari oleh masyarakat, sehingga limbah cangkang kerang cukup banyak dan terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Kerang umumnya tinggal pada perairan pantai yang memiliki pasir dan berlumpur. Kerang termasuk dalam golongan hewan *mollusca*, yang memiliki tubuh yang lunak dan

dilindungi oleh cangkang kerang. Spesies kerang yang ada di Indonesia sangat beragam seperti kerang darah, kerang tahu, kerang tiram, kerang bulu dan masih banyak jenis lainnya.

Limbah cangkang kerang umumnya hanya dimanfaatkan sebagai kerajinan tangan seperti souvenir untuk hiasan rumah (Indraswari, 2013). Limbah cangkang kerang memiliki potensi yang sangat besar untuk dimanfaatkan sebagai alternatif adsorben untuk penurunan logam berat pada limbah cair dikarenakan pemanfaatan limbah cangkang kerang yang masih minim. Cangkang kerang mengandung kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), semakin keras cangkang kerang dapat menunjukkan bahwa kandungan kalsium karbonat semakin tinggi (Surest dkk, 2012). Cangkang kerang umumnya mengandung 97-99% kalsium karbonat, sehingga sangat berpotensi untuk dijadikan adsorben untuk penjerapan logam berat (Maryam, 2006).

Penjerapan logam dengan memanfaatkan limbah cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) sebelumnya telah dilakukan oleh Aszahra tahun 2016. Cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) dapat dimanfaatkan sebagai bioadsorben untuk penjerapan ion Cu karena mengandung kalsium dan gugus fungsional seperti -OH, C=O, dan  $\text{NH}_2$ . Kondisi optimal pada adsorpsi oleh limbah cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) dengan menggunakan limbah cair sintesis yang mengandung Cu dengan massa adsorben sebanyak 50 mg pada variasi Ph 7 selama 120 menit dengan kecepatan pengadukan 150 rpm. Kemampuan daya serap adsorben lebih tinggi jika serbuk limbah cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) sebelumnya dilakukan aktivasi pada suhu  $600^\circ\text{C}$ . Adsorben teraktivasi

memiliki kemampuan penjerapan sebesar 200 mg/g dan tanpa aktivasi sebesar 142,9 mg/g. Aktivasi berfungsi untuk membuka pori-pori adsorben yang tertutup pengotor sehingga luas permukaan adsorben bertambah sehingga penjerapan logam akan semakin maksimal (Anugrah, 2015). Selain limbah cangkang kerang darah (*Anadara granosa*), limbah cangkang kerang lain yang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben adalah limbah cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*).

Kerang tahu (*Meretrix meretrix*) merupakan hewan bertubuh lunak yang tergolong pada kelas Bivalvia atau pelecypoda yaitu kelas yang memiliki sepasang katup cangkang pipih dan lateral berfungsi untuk membuka tutup cangkang yang diatur oleh ligament dan dibantu oleh otot (Chairunisah, 2011). Persebaran kerang tahu di Indonesia sangat tinggi, dibuktikan dengan mudahnya ditemukan pada pasar-pasar yang ada di Indonesia. Kerang tahu mampu hidup pada intertidal dan subtidal dengan kedalaman 20 m, salinitas yang berkisar antara 10 – 30 ppm, temperatur 26 – 31°C, Ph normal, dan menyukai daerah yang berpasir halus karena mempunyai retensi yang tinggi terhadap kehilangan air serta substrat mudah digali (Siswanto, 2003).

Limbah cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) memiliki potensi untuk dapat dimanfaatkan sebagai adsorben untuk penjerapan timbal yang terkandung dalam limbah cair (Rifana, 2021). Serbuk cangkang kerang yang digunakan sebagai adsorben diberikan perlakuan kalsinasi pada suhu 600°C yang berfungsi untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi, sehingga dapat memperbaiki adsorpsi. Berdasarkan penelitian Hendra (2008) proses pemanasan optimum dalam pembuatan adsorben yaitu pada suhu 500°C – 1200°C, dengan waktu pemanasan

selama 2 – 6 jam. Kalsinasi berfungsi untuk menghasilkan senyawa pengaktif yaitu CaO yang merupakan komponen untuk mengadsorpsi logam berat (Anugerah, 2015).

Berdasarkan dari uraian yang telah dijabarkan diatas, perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait pemanfaatan limbah cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) sebagai adsorben untuk dimanfaatkan dalam penurunan kadar logam dalam limbah cair. Selain itu juga melakukan analisis karakteristik kandungan cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) guna mengetahui kandungan-kandungan yang terdapat dalam cangkang kerang yang nantinya akan aktif melakukan adsorpsi dengan melakukan uji seperti pH<sub>pzc</sub>, TGA, FTIR, dan XRD. Analisis pH<sub>pzc</sub> dilakukan guna mengetahui nilai pH dari adsorben ketika bersifat netral, uji karakteristik TGA digunakan untuk mengetahui sifat termal dan perubahan fasa yang terbentuk berdasarkan adsorpsi dan pelepasan kalor dalam pemanasan, uji XRD digunakan untuk mengetahui kandungan kristal dalam adsorben, sedangkan uji FTIR digunakan untuk mengetahui gugus fungsional dan ada tidaknya pergeseran bilangan gelombang setelah adsorpsi.

Limbah cair yang dapat digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah cair sintesis. Penelitian dengan memanfaatkan limbah cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) belum banyak dilakukan, sehingga penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan untuk melengkapi penelitian-penelitian sebelumnya. Variabel yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan variasi Ph dan lama waktu kontak.

## 1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan maka dapat ditentukan rumusan masalah pada penelitian pemanfaatan cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) terkalsinasi 600°C sebagai adsorben untuk menurunkan kadar Pb (II) pada limbah cair sintetis sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) dengan menggunakan analisis pH<sub>pzc</sub>, FTIR, TGA, dan XRD?
2. Apakah terdapat perbedaan efisiensi penyisihan kadar Pb (II) pada limbah cair sintetis dengan menggunakan adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) pada setiap variasi nilai Ph dan berapakah nilai pH optimumnya?
3. Apakah terdapat perbedaan efisiensi penyisihan kadar Pb (II) pada limbah cair sintetis dengan menggunakan adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) pada setiap variasi lama waktu kontak dan berapakah waktu kontak optimumnya?
4. Bagaimana model kinetika adsorpsi yang terjadi pada adsorpsi Pb (II) yang terkandung dalam limbah sintetis menggunakan adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*)?

## 1.3 Asumsi Penelitian

Cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi Pb (II) pada limbah cair. Penggunaan cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) terkalsinasi 600°C sebagai adsorben dikarenakan mengandung senyawa kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>). Faktor-faktor yang mempengaruhi penyisihan kadar Pb

(II) adalah karakterisasi adsorben, pH optimum, dan waktu kontak optimum. Proses adsorpsi pada kondisi optimum dapat memaksimalkan penyisihan kadar logam Pb (II) yang terkandung dalam limbah cair sintesis.

#### 1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis statistika dari penelitian pemanfaatan cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) terkalsinasi 600°C sebagai adsorben untuk menurunkan kadar Pb (II) pada limbah cair sintesis adalah sebagai berikut:

H<sub>o1</sub> : Tidak terdapat beda efisiensi penyisihan Pb (II) yang terdapat pada limbah cair sintesis dengan menggunakan adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) dengan variasi pH.

H<sub>a1</sub> : Terdapat beda efisiensi penyisihan Pb (II) yang terdapat pada limbah cair sintesis dengan menggunakan adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) dengan variasi pH.

H<sub>o2</sub> : Tidak terdapat beda efisiensi penyisihan Pb (II) yang terdapat pada limbah cair sintesis dengan menggunakan adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) dengan variasi lama waktu kontak.

H<sub>a2</sub> : Terdapat beda efisiensi penyisihan Pb (II) yang terdapat pada limbah cair sintesis dengan menggunakan adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) dengan variasi lama waktu kontak.

### 1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dapat ditentukan tujuan penelitian pemanfaatan cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) terkalsinasi 600°C sebagai adsorben untuk menurunkan kadar Pb (II) pada limbah cair sintesis adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik dari adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) berdasarkan analisis pH<sub>pzc</sub>, XRD, TGA, dan FTIR.
2. Menganalisis perbedaan efisiensi penyisihan Pb (II) pada limbah cair sintesis menggunakan adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) pada setiap variasi nilai pH dan mengetahui nilai pH optimumnya.
3. Menganalisis perbedaan efisiensi penyisihan Pb (II) pada limbah cair sintesis menggunakan adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) pada setiap variasi waktu kontak dan mengetahui waktu kontak optimumnya.
4. Mengetahui model kinetika adsorpsi yang terjadi pada adsorpsi logam Pb (II) yang terkandung dalam limbah sintesis menggunakan adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*).

### 1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan pada penelitian pemanfaatan cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) terkalsinasi 600°C sebagai adsorben untuk menurunkan kadar Pb (II) pada limbah cair sintesis adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik dari adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) dengan analisis pH<sub>pzc</sub>, XRD, TGA, dan FTIR.

2. Memberikan informasi terkait kemampuan limbah cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) sebagai adsorben pada setiap variasi pH dan lama waktu kontak yang digunakan untuk menyisihkan kadar Pb (II) yang terkandung pada limbah cair sintesis.
3. Memberikan informasi alternatif pengolahan limbah cair industri yang mengandung kadar Pb (II) dengan prinsip adsorpsi menggunakan adsorben limbah cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*).

### 1.7 Batasan Masalah Penelitian

Batasan masalah pada penelitian pemanfaatan cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) terkalsinasi 600°C sebagai adsorben untuk menurunkan kadar Pb (II) pada limbah cair sintesis adalah sebagai berikut:

1. Adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) terkalsinasi pada suhu 600°C.
2. Perlakuan adsorpsi dilakukan berdasarkan variasi pH yaitu 2, 3, 4, dan 5 serta lama waktu kontak adsorben yaitu 5, 10, 30, 45, 90, 120, dan 180.
3. Limbah yang digunakan pada penelitian ini merupakan limbah cair sintesis yang mengandung Pb (II) dengan konsentrasi 50 ppm.
4. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Ekologi dan Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.