

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Ilmu pengetahuan dan teknologi mengalami perkembangan di berbagai aspek seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk dunia, kebutuhan hidup manusia serta interaksi sosial, ekonomi, teknologi dan budaya manusia. Namun perkembangan IPTEK yang begitu pesat tidak hanya menimbulkan dampak positif suatu bangsa, tetapi juga menimbulkan dampak negatif yang sangat luas terhadap lingkungan hidup, terutama degradasi fisik lingkungan, pencemaran dan kerusakan sumber daya alam dan kesehatan lingkungan. Dampak negatif (terutama pencemaran lingkungan) berasal dari aktifitas industri yang mengeksploitasi sumber daya alam dan proses produksi atau pengilangan bahan baku menjadi produk serta aktifitas manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya (Sahubawa, 2011). Limbah yang dihasilkan oleh aktifitas industri dapat berupa cair, padat, gas dan residu yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Limbah dari aktifitas industri ini mengandung ion logam berat yang dapat menambah beban pencemar pada lingkungan terutama pada limbah cair.

Kegiatan industri yang berkembang pesat di Indonesia harus diimbangi dengan sistem pengolahan air buangan yang berorientasi pada lingkungan hidup. Adanya peraturan pengolahan yang efektif yang memiliki inovasi-inovasi pengolahan air limbah harus dikembangkan secara berkelanjutan untuk mencegah dan mengendalikan pencemaran logam berat. Tercemarnya logam berat pada lingkungan dapat membahayakan karena logam berat bersifat tidak terurai dan

presisten. Kandungan logam berat pada lingkungan dapat menjadi berbahaya bagi kesehatan manusia walaupun tingkat pencemarannya rendah (Jain, 2004). Logam Kadmium (Cd) merupakan salah satu logam berat yang keberadaannya dalam lingkungan dapat berasal dari pembuangan air limbah oleh industri yang tidak melakukan pengolahan lanjutan terlebih dahulu

Kadmium (Cd) merupakan logam berat yang sangat beracun atau memiliki sifat toksik yang tinggi. Logam kadmium (Cd) bersifat karsinogenik. Karsinogenik adalah zat yang dapat menyebabkan kanker. Kanker adalah penyakit yang disebabkan oleh kerusakan gen, materi genetik, atau DNA sel (Widowati dkk., 2008). Kadmium (Cd) biasanya hadir di tanah dan air dalam kadar rendah. Sumber kadmium (Cd) dapat diperoleh dari sumber alam (gunung berapi), pertambangan maupun industri seperti industri tekstil, batik, baterai, plastik dan industri elektroplanting (Dewi, 2010).

Indonesia telah merumuskan peraturan untuk mengatur pembuangan limbah logam berat ke badan air. Menurut Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, peraturan tersebut mencakup baku mutu maksimum yang dapat dibuang oleh berbagai industri menuju sungai kelas I, II, III dan IV yaitu dengan konsentrasi maksimal 0,01 mg/l.

Berbagai teknologi telah dikembangkan untuk menghilangkan kandungan logam berat dalam air limbah. Teknik konvensional yang umum digunakan adalah proses fisika dan kimia seperti pengendapan, oksidasi, reduksi, ekstraksi pelarut, ekstraksi elektrolit, penguapan, permeasi, pertukaran ion dan adsorpsi (Jang-Soon dkk., 2010). Meskipun reverse osmosis sangat efektif, itu juga merupakan proses yang

memerlukan biaya yang tidak sedikit. Jika polutan hadir dalam jumlah besar, pengendapan kimia pun tidak sesuai, dan sejumlah besar lumpur akan dihasilkan dalam proses tersebut. Adsorpsi merupakan salah satu metode yang paling umum digunakan untuk menghilangkan logam beracun dalam air limbah (Mahitti, 2008). Adsorpsi adalah suatu proses kimia-fisika dimana zat yang teradsorpsi (dalam hal ini kontaminan) terakumulasi pada permukaan padat yang disebut adsorben. Adsorpsi cocok untuk industri dengan biaya yang terbatas (Salem & Sene, 2011). Keuntungan dari adsorpsi dapat memenuhi semua kelemahan dari metode lain. Keuntungan dari adsorpsi adalah biaya relatif lebih rendah, pengoperasian yang mudah, dan kapasitas pengikatan logam berat yang tinggi, Oleh karena itu, adsorpsi sebagai salah satu teknologi penghilangan logam dinilai cocok dan akan banyak digunakan di Indonesia, khususnya adsorpsi dengan limbah perikanan sebagai adsorben karena memiliki keunggulan lebih mudah diperoleh dan relatif murah.

Adsorpsi telah banyak digunakan untuk mengurangi kandungan ion logam dalam air limbah. Adsorpsi memerlukan suatu media sebagai penyerap ion logam atau sering disebut dengan adsorben. Pada umumnya adsorben yang digunakan adalah karbon aktif, zeolit dan media sintetik lainnya. Adsorben tersebut merupakan media komersial yang harganya cukup mahal dalam proses pengolahan air limbah (Wahyudianto, 2019). Oleh karena itu dibutuhkan suatu adsorben alternatif yang dapat digunakan untuk menghilangkan ion logam kadmium (Cd) dari air limbah. Salah satu adsorben alternatif yang dapat digunakan yaitu dari limbah cangkang kerang hijau.

Indonesia merupakan negara maritim dan memiliki potensi yang cukup besar sebagai penghasil ikan dan hewan laut (seperti udang, kepiting dan kerang). Kerang

hijau (*Perna viridis*) merupakan salah satu jenis kerang yang populer karena nilai ekonomisnya dan kandungan gizinya yang sangat baik, terdiri dari 40,8% air, 21,9% protein, 14,5% lemak dan 18,5% komposisi karbohidrat. Konsumsi kerang hijau oleh masyarakat terus meningkat yang tentunya menyisakan limbah berupa kulit kerang hijau. Banyaknya limbah cangkang kerang hijau yang dihasilkan telah menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan upaya serius untuk menghadapinya, menjadikan bermanfaat dan mengurangi dampak negatifnya terhadap kesehatan dan lingkungan. Selama ini limbah cangkang kerang hanya dimanfaatkan sebagai bahan hiasan dinding, kerajinan tangan, bahkan sebagai campuran pakan ternak (Firyanto, 2019).

Cangkang kerang memiliki kandungan 97-99% kalsium karbonat (CaCO_3) dalam kalsit dan aragonit. Cangkang kerang juga mengandung MgCO_3 , $(\text{Fe})_2\text{O}_3$, SiO_2 , $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$, CaSO_4 , protein, dan polisakarida. Kandungan CaCO_3 yang cukup banyak pada cangkang kerang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku adsorben (Khan, 2016). Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa efisiensi cangkang kerang dapat menyerap logam Cd (II) dan didapatkan persentase adsorpsinya sebesar 96,18% dengan konsentrasi awal sebesar 20ppm (Adzam, 2021). Penelitian adsorpsi lainnya yaitu dengan memanfaatkan cangkang kerang bulu. Penelitian tersebut didapatkan hasil persentase adsorpsi logam Cd (II) sebesar 99,38%, sedangkan pada logam Pb^{2+} sebesar 99,98% dengan konsentrasi awal 60 ppm (Iriany, 2015).

Cangkang kerang hijau memiliki beberapa karakteristik yang perlu diketahui sebelum melakukan penelitian pemanfaatan cangkang kerang hijau diantaranya adalah analisis FTIR, analisis XRD, dan analisis TGA. Fungsi dari masing masing

analisis tersebut adalah analisis FTIR untuk mengetahui gugus fungsi aktif yang terdapat dalam adsorben cangkang kerang hijau. Analisis XRD memiliki fungsi untuk mengetahui bentuk kristal adsorben cangkang kerang hijau. Analisis TGA memiliki fungsi untuk mengetahui tingkat stabilitas termal (kekuatan bahan pada suhu tertentu) pada adsorben cangkang kerang hijau.

Cangkang kerang hijau memiliki sifat dan karakteristik yang telah diuraikan di atas sangat berpotensi sebagai adsorben untuk menyerap logam berat. Adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya waktu kontak dan pH. Waktu kontak yang terlalu cepat menyebabkan penyerapan tidak maksimum, sebaliknya apabila melebihi waktu kontak optimum menyebabkan adsorben yang melekat pada adsorbat terlepas kembali (Suhaeri *et al*, 2014). pH mempengaruhi karakteristik kimia pada adsorbat dan adsorben, keberadaan ion H^+ dalam larutan akan berkompetisi dengan kation untuk berikatan dengan situs aktif (Nurhidayati dkk, 2009). Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian dengan memanfaatkan cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) sebagai adsorben untuk penyerapan ion logam Cd^{2+} dengan menggunakan variasi waktu kontak dan pH.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari pelaksanaan penelitian ini adalah:

1. Apakah ada perbedaan efisiensi adsorpsi Cd (II) pada limbah cair buatan menggunakan adsorben cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) dengan perlakuan kalsinasi berdasarkan variasi pH, serta berapakah pH optimumnya?
2. Apakah ada perbedaan efisiensi adsorpsi Cd (II) pada limbah cair buatan menggunakan adsorben cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) dengan

perlakuan kalsinasi berdasarkan variasi waktu kontak, serta berapakah waktu kontak optimumnya?

3. Bagaimana karakteristik adsorben cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) sebelum adsorpsi berdasarkan analisis pH *Point of Zero Charge* (pHpzc), *Fourier Transform Infrared* (FTIR), *X-Ray Diffraction* (XRD), *Thermo Gravimetric Analysis* (TGA)?
4. Bagaimana model kinetika adsorpsi yang terjadi pada proses penjerapan ion kadmium dari limbah cair sintesis dengan adsorben cangkang kerang hijau (*Perna viridis*)?

1.3 Tujuan

Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui perbedaan efisiensi adsorpsi Cd (II) pada limbah cair buatan menggunakan adsorben cangkang kerang hijau (*Perna Viridis*) dengan perlakuan kalsinasi berdasarkan variasi waktu kontak, serta mengetahui waktu kontak optimumnya.
2. Mengetahui perbedaan efisiensi adsorpsi Cd (II) pada limbah cair buatan menggunakan adsorben cangkang kerang hijau (*Perna Viridis*) dengan perlakuan kalsinasi berdasarkan variasi pH, serta mengetahui pH optimumnya.
3. Mengetahui karakteristik cangkang kerang hijau (*Perna Viridis*) sebelum adsorpsi berdasarkan analisis pH *Point of Zero Charge* (pHpzc), *Fourier Transform Infrared* (FTIR), *X-Ray Diffraction* (XRD), *Thermo Gravimetric Analysis* (TGA).

4. Mengetahui model kinetika adsorpsi yang terjadi pada proses pejerapan ion kadmium dari limbah cair sintesis dengan adsorben cangkang kerang hijau (*Perna viridis*).

1.4 Asumsi Penelitian

Cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) dapat digunakan sebagai bahan adsorben untuk mengadsorpsi kandungan ion logam berat jenis kadmium (Cd). Hal ini dikarenakan pada cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) terdapat senyawa CaCO_3 yang merupakan senyawa dengan kemampuan penyerapan yang mana dapat digunakan sebagai adsorben. Kemampuan adsorben dalam adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah karakteristik adsorben, waktu kontak, dan pH. Penyisihan kadar Kadmium (Cd) secara optimum dapat dipengaruhi oleh karakteristik adsorben, waktu kontak optimum, dan pH optimum. Kondisi optimum pada adsorpsi Cd (II) tersebut dapat diterapkan untuk penyisihan kadar Cd (II) pada limbah cair industri.

1.5 Hipotesis

Hipotesis statistik dari penelitian ini terdiri dari:

H_{a1} : Ada perbedaan efisiensi adsorpsi ion logam kadmium (Cd^{2+}) pada limbah cair buatan menggunakan adsorben cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) berdasarkan variasi pH adsorben.

H_{01} : Tidak ada perbedaan efisiensi adsorpsi ion logam kadmium (Cd^{2+}) pada limbah cair buatan menggunakan adsorben cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) berdasarkan variasi pH adsorben.

H_{a2}: Ada perbedaan efisiensi adsorpsi ion logam kadmium (Cd^{2+}) pada limbah cair buatan menggunakan adsorben cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) berdasarkan variasi waktu kontak adsorben.

H₀₂: Tidak ada perbedaan efisiensi adsorpsi ion logam kadmium (Cd^{2+}) pada limbah cair buatan menggunakan adsorben cangkang kerang hijau (*Perna Viridis*) berdasarkan variasi waktu kontak adsorben.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi alternatif dalam pengolahan limbah cair industri yang mengandung ion logam kadmium (Cd^{2+}) dengan prinsip adsorpsi menggunakan cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) yang telah dilakukan proses kalsinasi adsorben pada waktu kontak optimum dan telah dilakukan adsorpsi dengan pH optimum, serta karakteristik dari adsorben yang telah dianalisis dan memiliki potensi dalam adsorpsi kadmium (Cd).

1.7 Batasan Penelitian

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 suhu 600°C, Adsorben selanjutnya diberi perlakuan adsorpsi dengan variasi pH yaitu 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan pH asli 6,8 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 Cd (II) dalam larutan logam sintesis yang memiliki konsentrasi 50 ppm.