

BAB I. PENDAHULUAN

Pertumbuhan industri yang semakin pesat, memberikan dampak positif dalam kehidupan, namun tidak terlepas dari hal itu, pertumbuhan tersebut juga memberikan dampak negative terhadap lingkungan. Produk samping yang dihasilkan dari proses industri, diantaranya berupa limbah cair. Limbah cair umumnya dihasilkan dari proses kegiatan industri tekstil, cat, plastik, kertas, pangan, bahan kimia, minyak, dan pelapisan logam. Banyaknya limbah cair yang dibuang ke lingkungan belum sesuai dengan standarisasi yang telah ditetapkan oleh badan pengawasan lingkungan, karena banyak ditemukan kandungan bahan pencemar dan berbahaya di lingkungan perairan.

Berdasarkan data Badan Statistik Republik Indonesia pencemaran air mengalami peningkatan dari tahun 2014 sampai tahun 2018 dari 8.876 kasus menjadi 16.847 kasus yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia, sementara berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (LHK), dari 140 sungai di 34 provinsi di Indonesia, sebanyak 73,24% dalam status tercemar (KemenLKH, 2016; BPS RI, 2018).

Pencemaran perairan tersebut salah satunya disebabkan oleh kandungan logam berat, karena karakteristiknya beracun terhadap organisme yang menjadi ancaman bagi ekosistem, kesehatan manusia dan lingkungan (Razak *et al.*, 2021). Tinggi kandungan logam berat didalam limbah cair, yang dilepas ke lingkungan merupakan masalah yang cukup serius (Putra and Fitri, 2016). Keberadaan logam berat di lingkungan bersifat toksik walaupun dalam konsentrasi rendah (Hevira *et al.*, 2015), logam berat dapat terakumulasi dalam tubuh melalui makan dan minuman yang terkontaminasi oleh logam berat tersebut, sehingga dapat menyebabkan gangguan metabolisme, gangguan syaraf, penurunan kecerdasan, serta kanker bahkan kematian. (Hevira, *et al.*, 2019; Boskabady *et al.*, 2018)

Beberapa logam berat tersebut diantaranya adalah logam Pb (II) dan Cr (IV), logam tersebut merupakan logam yang bersifat toksik, umumnya ditemukan di perairan dan lingkungan yang tercemar logam berat akibat dari aktivitas manusia serta kegiatan industri. Logam Pb (II) merupakan logam yang bersifat karsinogenik, mampu menyebabkan mutasi gen, dan sulit terurai dalam jangka waktu yang

singkat, sehingga berbahaya terhadap tubuh makhluk hidup (Juniawan et al., 2013). Keberadaan logam Pb didalam air, umumnya ditemukan dalam bentuk $Pb(OH)_2$. Kemudian sumber utama pencemaran logam Pb berasal dari kegiatan industri cat, bahan aditif untuk BBM, baterai, pewarna sintetis, bahan perpipaan, pelapisan logam, galvanis, dll. Sedangkan logam Cr(VI) merupakan salah satu logam berat yang dapat menyebabkan gangguan pernapasan, kardiovaskular, gastrointestinal, hematologi, hati, ginjal, dan neurologis (Florenly et al., 2016). Sumber utama pencemaran logam ini berasal dari limbah industri baja, tekstil, penyamakan, fotografi, zat pewarna, bahan peledak, korek api, dan mobilisasi bahan bakar (Wilbur et.al., 2000). Untuk menghindari dampak negatif yang ditimbulkan oleh logam Pb (II) dan Cr (VI) ini terhadap manusia dan ekosistem, maka logam tersebut perlu untuk dihilangkan.

Banyak metoda yang telah digunakan untuk menghilangkan logam berat dalam penanggulangan permasalahan tersebut, beberapa metode penelitian yang telah dilakukan antara lain penggunaan Membran (Harimu et.al., 2010 ; Arief et. al., 2013), Koagulasi (Kusdarini, 2016), Elektrokimia (Tran et al., 2017), Voltametri (Deswati et. al., 2017), Fotolisis (Zilfa et. al., 2018), Foto-oksidasi dan presipitasi (Liu et al., 2019), namun metoda-metoda tersebut membutuhkan bahan, peralatan, proses, dan teknologi yang mumpuni serta biaya yang cukup besar.

Salah satu metoda alternatif untuk menghilangkan logam berat dari limbah cair yang banyak mendapat perhatian dan dikembangkan saat ini adalah metoda adsorpsi. Metoda ini merupakan metoda pengolahan yang sederhana, efektif dan efisiensi. Banyak penelitian yang telah melaporkan penggunaan metoda adsorpsi dengan memanfaatkan material organik (*biomaterial*) sebagai adsorbennya dalam penyerapan logam berat. Keunggulan penggunaan material organik sebagai adsorben adalah ketersediaan melimpah, dapat diperbaharui, ramah lingkungan dan berbiaya murah. Kemudian komposisi kimia dari material organik (*biomaterial*) ini juga kaya dengan gugus fungsi diantaranya hidroksil, karboksil, amina, oksida logam dan lainnya, yang dapat berinteraksi, berikatan dengan anion dan kation yang terdapat dalam larutan (Zein et.al., 2019). Berikut beberapa penelitian menggunakan biomaterial sebagai adsorben telah dilaporkan seperti Cangkang Buah Aren (Zein et al., 2014), Biji Salak (Kurniawan, et.al., 2014), Daun Papaya

(Suyono et.al., 2015), Kulit Manggis (Chaidir et.al., 2015), Kulit Jengkol (Chaidir et.al., 2015), Cangkang Buah Ketapang (Hevira et.al., 2015), Alga (Putra and Fitri, 2016), Pohon, Batang Kedelai (Harmiwati et.al., 2017), Kulit Sagu (Fauzia et al., 2019), Sekam Padi (Zein et.al., 2020), Jerami Padi (Xue et.al., 2020).

Sebagai negara agraris, Indonesia kaya dengan sumber daya alam, ladang dan sawah sehingga Indonesia menjadi salah satu negara yang memiliki hasil pertanian terbesar di Asia Tenggara, tanaman padi menjadi salah satu komoditi utama dengan luas lahan 10,7 juta Ha, volume produksi 54,6 juta ton pada tahun 2019 (BPS RI, 2019). Hasil samping dari tanaman padi ini adalah berupa Jerami Padi (*Oryza sativa*) dengan kapasitas produksinya diperkirakan mendekati 106 juta ton pertahun, namun belum dimanfaatkan secara optimal. Pada umumnya petani di negara kita, Jerami Padi (*Oryza sativa*) sering dibuang begitu saja, ditumpuk hingga membusuk, dijadikan pakan ternak, bahkan sering dibakar di area persawahan, sehingga dari proses pembakaran tersebut menghasilkan gas (CO_x, NO_x, SO_x) yang berdampak negatif, menimbulkan pencemaran udara serta menjadi penyumbang efek rumah kaca.

Jerami Padi (*Oryza sativa*) merupakan bagian batang dan tangkai tanaman padi serta telah diambil butirannya setelah dipanen. Jerami padi merupakan residu dari tanaman padi, dimana bagian tanaman yang tidak dapat dimakan, yang tersisa di lahan pertanian pasca panen (Huang and Lo, 2018). Jerami padi merupakan bahan baku potensial untuk dijadikan adsorben, karena merupakan tanaman pangan utama, tanaman ini kaya dengan kandungan polisakarida dan silika yang ditanam di lahan basah, ketersediaannya cukup melimpah diseluruh dunia (Sattlewal et.al., 2018). Komposisi kimia dari Jerami padi terdiri dari 32.0-38.6 % selulosa, 19.7-35.7 %, hemiselulosa, 13.5-22.3 % lignin, 10-17 % abu dan 1-2 % silika (El-Masry, 1983; Mirmohamad & Karimi, 2020). Sementara menurut Sopiha et.al., (2015); Pratiwi et al., (2016); Febriyana et.al., (2014); Masruhin et.al., (2018), 37,37% kandungan selulosa, 21,99% hemiselulosa, 12,3 % lignin dan silika. Dengan tingginya kandungan serat dari golongan lignoselulosa, senyawa tersebut memiliki gugus fungsi seperti gugus hidroksil, karbonil, karboksilat (Baidho et.al., 2013) yang berpotensi sebagai tempat terjadinya interaksi dengan logam berat (Gao et.al., 2008), melalui interaksi elektrostatik, penyerapan pori, pengomplekan, pertukaran

ion, serta pengendapan (Amer et.al., 2017; Crini et.al., 2018), sehingga jerami padi sangat berpotensi digunakan sebagai adsorben.

Penelitian terkait pemanfaatan jerami padi sebagai adsorben untuk penyerapan logam berat Pb(II), Cr(VI) didalam limbah cair juga telah dilaporkan antara lain adsorpsi Pb(II) oleh selulosa limbah jerami padi teraktivasi asam nitrat dengan kapasitas penyerapan 4,5 mg/g (Safrianti et.al., 2012), Adsorpsi logam berat Pb(II) dalam larutan menggunakan senyawa xanthate jerami padi, dimana kapasitas penyerapannya 7,16 mg/g (Baidho et.al., 2013), Penyerapan logam berat Pb(II) dengan menggunakan lignin hasil isolasi jerami padi dengan efisiensi penyerapan 88,765% (Masruhin et.al., 2018). Kemudian berbagai upaya yang telah dilakukan oleh untuk meningkatkan kapasitas penyerapan, diantaranya adalah dengan proses modifikasi adsorben menggunakan *modifier* seperti penggunaan *Bovine Serum Albumin* (BSA) (Zein et al., 2020b), *Polyethyleneimine* (PEI) (Wong et al., 2019), (S. Zhang et al., 2018), *Poli Vinyl Alkohol* (PVA) (Lin et.al., 2018). Akan tetapi *modifier* tersebut merupakan *modifier* komersial yang ketersediaannya terbatas serta berbiaya tinggi. Oleh sebab itu perlukannya dicari *modifier* alternatif sebagai pengganti *modifier* komersial tersebut.

Pemanfaatan Putih telur itik sebagai *modifier* alternatif untuk modifikasi adsorben dalam meningkatkan kapasitas penyerapan, dapat digunakan karena memiliki kadungan protein (*Albumin*) yang cukup tinggi, harga yang lebih murah, ketersediaannya melimpah serta mudah didapat (Susilawati et al., 2016). Pemilihan putih telur itik juga dikarenakan, memiki kadar protein yang lebih tinggi bandingkan putih telur ayam (Chaiyasit et al., 2019). Kemudian jenis protein yang terdapat pada putih telur itik pada umumnya terdiri dari *Ovalbumin / Albumin*, *Ovomusin*, dan *Globulin*, yang kaya dengan kandungan asam amino sebagai monomernya yang memiliki gugus fungsi amina dan karboksil. *Ovalbumin* merupakan jenis protein dengan komposisi terbanyak sebesar 54,73% dari total protein putih telur tersebut (Kaewmanee et al., 2009). Berdasarkan studi literatur, telah dilaporkan penggunaan putih telur ayam sebagai *modifier* pada biosorben jerami padi untuk meningkatkan kapasitas penyerapan zat warna *indigo carmine* dari 26.77 mg/g menjadi 106.98 mg/g (Zein, Hevira, et al., 2022). Namun belum

ditemukan penggunaan Putih telur itik sebagai *modifier* untuk meningkatkan kapasitas penyerapan logam berat.

Dari uraian diatas, pentingnya penelitian pemanfaatan limbah pertanian jerami padi (*Oryza sativa*) sebagai biosorben yang dimodifikasi dengan Putih telur itik untuk meningkatkan kapasitas penyerapan logam Pb(II) dan Cr(VI) dalam larutan.

1.1. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dirumuskan masalah penelitian, antara lain:

- 1) Apakah Jerami Padi (*Oryza sativa*) berasal dari Tarusan, Pesisir Selatan, Sumatera Barat yang diaktifasi dengan HNO₃ 0,01M sebagai adsorben dapat digunakan untuk penyerapan logam Pb(II) dan Cr(VI)?
- 2) Apakah Jerami Padi (*Oryza sativa*) yang dimodifikasi dengan putih telur Itik dapat meningkatkan kapasitas penyerapan logam Pb(II) dan Cr(VI)?
- 3) Bagaimana pengaruh pH_{pzc}, pH larutan, Konsentrasi larutan, Waktu Kontak, Suhu, terhadap kapasitas penyerapan logam Pb(II) dan Cr(VI)?
- 4) Bagaimana model Isoterm, Kinetika dan Termodinamika adsorpsi sebelum dan setelah dimodifikasi terhadap penyerapan logam Pb(II) dan Cr(VI)?
- 5) Bagaimana siklus adsorpsi-desorpsi, serta aplikasi kondisi optimum biosorben terhadap limbah cair laboratorium?
- 6) Bagaimana karakteristik gugus fungsi, komposisi kimia, kestabilan biosorben terhadap pemanasan serta morfologi permukaan adsorben sebelum dan setelah dimodifikasi terhadap penyerapan logam Pb(II) dan Cr(VI)?

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Analisis kemampuan Jerami Padi (*Oryza sativa*) berasal dari Tarusan, Pesisir Selatan, Sumatera Barat yang diaktifasi dengan HNO₃ 0,01M dapat digunakan untuk adsorpsi logam Pb(II) dan Cr(VI).

- 2) Analisis kemampuan Jerami Padi (*Oryza sativa*) yang dimodifikasi dengan putih telur itik dapat meningkatkan kapasitas penyerapan logam Pb(II) dan Cr(VI)
- 3) Menentukan bagaimana pengaruh pH awal larutan, Konsentrasi awal larutan, Waktu Kontak, Suhu adsorben terhadap kapasitas penyerapan logam Pb(II) dan Cr(VI)
- 4) Menentukan model Isoterm, Kinetika dan Termodinamika adsorpsi sebelum dan setelah dimodifikasi terhadap penyerapan logam Pb(II) dan Cr(VI)
- 5) Menentukan siklus adsorpsi-desorpsi, serta aplikasi kondisi optimum biosorben terhadap air sungai yang tercemar.
- 6) Karakterisasi pH_{pzc} adsorben, gugus fungsi dengan FTIR, komposisi kimia dengan XRF, kestabilan biosorben terhadap pemanasan dengan TGA serta morfologi permukaan adsorben dengan SEM-EDX sebelum dan setelah dimodifikasi terhadap penyerapan logam Pb(II) dan Cr(VI).

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian antara lain:

- 1) Pemanfaatan limbah padat pertanian berupa Jerami Padi (*Oryza sativa*) sebagai adsorben berbiaya rendah, ketersediaan melimpah, ramah lingkungan sebagai bahan penyerap ion logam Pb(II) dan Cr(VI) dalam larutan.
- 2) Pemanfaatan putih telur itik sebagai *modifier* baru, pengganti *modifier* komersial, untuk meningkatkan kapasitas penyerapan ion logam Pb(II) dan Cr(VI).
- 3) Berkontribusi dalam pengembangan penelitian biosorben baru
- 4) Memberikan solusi alternatif dalam penanganan limbah cair dan pencemaran perairan oleh kandungan logam berbahaya terhadap kesehatan dan lingkungan.

1.4. Hipotesa Penelitian

Adapun hipotesa dalam penelitian ini yaitu jerami padi yang berasal dari Sumatera Barat, dapat digunakan sebagai adsorben, dan setelah dimodifikasi dengan putih telur itik, dapat meningkatkan kapasitas penyerapan logam Pb(II) dan Cr(VI).

1.5. Kebaruan Penelitian

Adapun kebaruan dalam penelitian ini antara lain:

- 1) Didapatkannya biosorben baru yang berasal dari limbah padat pertanian berupa jerami padi lokal yang berasal dari Tarusan, Pesisir Selatan, Sumatera Barat untuk penyerapan logam Pb(II) dan Cr(VI).
- 2) Didapatkannya *modifier* baru dan alami berupa putih telur itik, pengganti *modifier* komersil yang beredar di pasaran, untuk meningkatkan kapasitas penyerapan logam Pb(II) dan Cr(VI).

