BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah cair industri adalah buangan yang berasal dari proses kegiatan industri. Industri yang beroperasi secara terus menerus untuk memenuhi kebutuhan masyarakat memberikan dampak negatif pada lingkungan yang menghasilkan limbah pencemar yang dapat merusak lingkungan, kesehatan dan kehidupan biotik. Limbah yang masuk kedalam perairan dapat mengandung logam berat yang menjadi pencemar dikarenakan logam berat tidak dapat dihancurkan oleh organisme dan terakumulasi ke lingkungan (Lestari et al., 2024).

Kandungan logam berat yang ada di dalam limbah cair perlu direduksi dengan cara pengolahan yang tepat. Perlunya dilakukan reduksi karena kandungan logam berat yang terdapat pada limbah dapat mencemari. Adanya logam berat yang melebihi baku mutu yang ditetapkan dapat mencemari lingkungan. Sifat dari logam berat yang sukar untuk terurai cenderung akan terakumulasi dalam ekosistem. Logam berat merupakan salah satu polutan paling persisten di air. Pembuangan air limbah yang mengandung logam berat konsentrasi tinggi ke badan air penerima akan memiliki dampak lingkungan yang merugikan. Efek yang parah yang dapat terjadi adalah berkurangnya pertumbuhan dan perkembangan, dapat memicu kanker, kerusakan organ, kerusakan sistem saraf, dan dalam kasus ekstrim (Susanto et al., 2021).

Menurut Paundanan, et al (2023) bahwa Kandungan logam berat yang sering dijumpai mencemari sedimen dan perairan sungai adalah Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu). Timbal (Pb) yang memiliki konsentrasi di atas ambang batas dapat mengganggu kelangsungan hidup organisme akuatik, dan jika terakumulasi di dalam tubuh ikan dapat membahayakan keamanan pangan apabila dikonsumsi oleh manusia. Oleh karena itu menurut Rupilu, et al (2024) Keadaan tersebut memerlukan perhatian dengan melakukan penanganan terhadap keberadaan logam Pb pada perairan agar tidak melebihi ambang batas yang ditetapkan dengan Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan, Perlindungann dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yaitu sebesar 0,03-0,05 mg/L.

Data hasil penelitian Fitrawansyah et al., (2024) diperoleh bahwa penelitian yang dilakukan dengan menggunakan penelitian analisis deskriptif eksploratif dan komparatif dengan pendekatan kuantitatif. Penentuan lokasi pengambilan sampel dengan metode purposive sampling. Maka hasil penelitian menunjukkan kandungan logam berat timbal (Pb) pada air sungai Belumai Deli Serdang di setiap Stasiun berkisar 0,0517-0,1715 mg/L sudah melebihi batas baku mutu (PP RI No 22 Tahun 2021). Karena itu diperlukan metode ataupun sistem pengolahan untuk mengurangi limbah logam yang ada di air Sungai.

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah adalah adsorpsi, pertukaran ion, koagulasi-flokulasi, dan pemisahan dengan menggunakan membran. Proses adsorpsi lebih banyak digunakan dalam industri karena mempunyai beberapa keuntungan, diantaranya prosesnya lebih sederhana sehingga memiliki nilai yang lebih ekonomis dibandingkan metode pengolahan limbah lainnya, dan tidak menimbulkan efek samping zat beracun serta mampu menghilangkan bahan-bahan organik. Adsorpsi adalah proses dimana molekul fluida [cair, gas] melekat pada permukaan padatan. Metode ini sedang dikembangkan penggunaan adsorben alternatif yaitu adsorben yang berasal dari alam. Salah satunya adalah pemanfaatan produk samping pertanian sebagai adsorben (Safitri et al., 2022)

Indonesia adalah negara yang mempunyai lahan perkebunan dan industri kelapa sawit yang tersebar luas di pulau Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan Papua. Provinsi Sumatera Selatan tercatat sebagai wilayah yang memiliki perkebunan sawit yang luas di Indonesia, yaitu 1.215.476 Ha (DirJen Perkebunan Indonesia, 2021). Kelapa sawit adalah salah satu tanaman hasil perkebunan yang menghasilkan minyak nabati berupa Crude Palm Oil (CPO). Selain menghasilkan CPO, industri kelapa sawit juga menghasilkan limbah dalam jumlah yang banyak. Dalam 1 ton kelapa sawit dapat menghasilkan limbah seperti tandan kosong kelapa sawit sebanyak 230 kg atau 23%, cangkang (shell) sebanyak 65 kg atau 6,5%, lumpur sawit (wet decanter solid) 40 kg atau 4%, serabut (fiber) 130 kg atau 13% dan 50% limbah cair (Wimarsela et al., 2020).

Limbah padat berupa abu hasil pembakaran (boiler ash) atau abu boiler selama ini hanya ditimbun. Pengelolaan limbah dengan metoda penimbunan

(landfill) belum bisa menyelesaikan masalah, karena membutuhkan areal penimbunan (landfill) yang luas dan dalam waktu lama dapat menimbulkan dampak yang serius pada lingkungan. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya untuk meminimalisir pencemaran terhadap lingkungan dengan cara dikelola dan dimanfaatkan kembali menjadi produk baru yang mempunyai nilai ekonomis yang cukup baik. Tidak hanya biomassa kelapa sawit yang melimpah namun biomassa juga merupakan adsorben yang efisien yang efektif untuk berbagai jenis polutan, seperti pewarna, logam berat, senyawa fenolik, dan berbagai polutan gas (Rangkuti et al., 2021).

Menurut penelitian Rupilu et al., (2023) Komposisi kimiawi abu boiler kelapa sawit berdasarkan hasil analisis XRF dengan proses aktivasi menunjukan komposisi senyawa Silikon dioksida (SiO_2) 76%, Fosfor Pentoksida (P_2O_5) 1,70%, Kalium Oksida (K_2O) 12,60%, Kalsium Oksida (CaO) 4,37%, Titanium Dioksida (TiO_2) 0,49%, Vanadium Pentoksida (V_2O_5) 0,006 %, Mangan (II) Oksida (MnO) 0,17%, Besi (III) Oksida (Fe_2O_3) 4,61%, Tembaga (II) Oksida (CuO) 0,247%, Seng Oksida (ZnO) 0,054%, Rubidium Oksida (Rb_2O) 0,078%, Stronsium Oksida (SrO) 0,055%, dan Zirkonium Dioksida (ZrO_2) 0,037 %. Oleh sebab itu abu dari sabut dan cangkang kelapa sawit berpotensi digunakan sebagai adsorben dikarenakan memiliki senyawa aktif yaitu senyawa silikon dioksida (SiO_2) yang mampu menyerap logam berat Pb. Kapasitas adsorpsi optimum abu kerak boiler terhadap 1 ppm logam Pb diperoleh pada massa adsorben 0,01 g yaitu 89,1925 mg/g, akan tetapi efesiensi adsorpsi optimum dicapai pada massa absorben 0,1 g yaitu 95.45 %. Kapasitas efisiensi adsorpsi optimum abu boiler pada waktu kontak 45 menit yaitu 9,974 mg/g dan 98,96 %. Kapasitas efisiensi adsorpsi optimum abu kerak boiler dicapai pada pH 8 yaitu 9,699 mg/g dan 87,97 %.

Penggunaan silika sebagai adsorben memiliki beberapa kelemahan diantaranya jenis situs aktif hanya berupa gugus silanol (Si-OH) dan siloksan (Si-O-Si). Gugus tersebut mempunyai sifat keasaman yang rendah serta memiliki oksigen sebagai atom donor yang sifatnya lemah. Namun, gugus silanol (Si-OH) dan siloksan (Si-O-Si) juga dapat dilakukan modifikasi dengan senyawa lain untuk memperbaiki sifat serta perluasan pemanfaatan seperti pengaturan struktur, porositas, serta luas permukaan. Salah satu senyawa yang dapat dimanfaatkan untuk

modifikasi silika adalah kitosan. Modifikasi silika menggunakan kitosan sudah banyak dilakukan oleh peneliti sebelum - sebelumya. Campuran kitosan-silika dengan dosis kitosan 0,5 gram, mampu mereduksi ion timbal dengan persentase yang tinggi (Pawitra,et al., 2021).

Kitosan adalah biopolimer alami yang berasal dari cangkang hewan seperti udang, kepiting, rajungan, dan kerang, yang memiliki sifat non toksik. Kitosan mempunyai gugus hidroksil dan amino sepanjang rantai polimernya, sehingga kitosan dapat sangat efektif mengadsorpsi kation ion logam berat maupun kation dari zat – zat organik yaitu lemak dan protein (Rosema et al., 2021). Kitosan berpotensi digunakan sebagai adsorben karena adanya kandungan gugus aktif pada kitosan yakni gugus – NH_2 dan –OH. Melalui gugus aktif tersebut kitosan dapat mengadsorpsi ion logam dengan mengikat ion logam dengan gugus amina pada kitosan (Wijayanti and Mahatmanti., 2022). Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kitosan dapat menurunkan kadar logam Pb dalam perairan yang tercemar limbah minyak bumi. Dosis terbaik yang mampu menurunkan logam Pb untuk kitosan komersial adalah konsentrasi 1% dengan kapasitas penyerapan sebesar 0,228 mg/g dan kemampuan penyerapan sebesar 87,870%. Sedangkan kitosan non-komersial mampu menurunkan logam Pb pada konsentrasi 1,5% dengan kapasitas penyerapan sebesar 0,143 mg/g dan kemampuan penyerapan 82,660% (Rosema et al., 2021).

Modifikasi gugus fungsional silika dengan kitosan dapat meningkatkan adsorpsinya terhadap ion logam. Kitosan memiliki gugus aktif amin (- NH_2) dan hidroksil (-OH) yang dapat meningkatkan adsorpsi Pb(II). Hasil identifikasi gugus fungsional dengan menggunakan FTIR menunjukkan bahwa daya serap pada bilangan gelombang 1637,02 cm^{-1} dan 1060,1 cm^{-1} yang menunjukkan vibrasi tekuk –OH dari SiOH dan vibrasi ulur Si-O dari Si-O-Si. Serapan pada bilangan gelombang 1557,99 cm^{-1} dan 1420,47 cm-1 menunjukkan vibrasi tekuk –NH dan vibrasi simetri –CN dari kitosan (Prehatini and Amaria, 2023).

Berdasarkan latar belakang tersebut maka akan dilakukan penelitian dengan judul **“PREPARASI DAN KARAKTERISASI ADSORBEN KOMPOSIT SILIKA DARI ABU BOILER KELAPA SAWIT DANGAN KITOSAN UNTUK ADSORPSI Pb^{2+} PADA SUNGAI BELUMAI”**. Penelitian ini dilakukan untuk melihat daya serap komposit material yang digunakan dalam mengadsorpsi Pb^{2+}.

1.2 Identifikasi Masalah

Dari latar belakang masalah diatas, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebaai beikut:

1. Bertambahnya populasi industri khususnya di sumatera utara menghasilkan banyak limbah industri.
2. Meningkatnya kandungan logam berat di perairan hasil pembuangan limbah cair industri salah satunya adalah ion Timbal (Pb^{2+}).
3. Kurangnya metode efisiensi dalam pengolahan limbah yang mengandung logam berat yang menyebabkan akumulasi di lingkungan.
4. Limbah abu boiler kelapa sawit mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya pengolahan kelapa sawit.
5. Limbah abu boiler yang belum dimanfaatkan secara optimal menjadi masalah terhadap lingkungan karena memerlukan area yang luas untuk tempat pembuangannya.

1.3 Ruang Lingkup

Adapun yang menjadi ruang lingkup dari penelitian ini adalah pemanfaatkan silika dari limbah abu boiler kelapa sawit dengan kitosan dalam proses preparasi dan karaktrisasi sebagai adsorben yang digunakan untuk adsorpsi Pb^{2+} di perairan yang tercemar.

1.4 Rumusan masalah

1. Bagaimana preparasi adsorben komposit silika dengan kitosan?
2. Bagaimana hasil karakterisasi adsorben komposit silika dari abu boiler kelapa sawit dengan kitosan yang dianalisis dengan FTIR, XRD dan SEM?
3. Bagaimana hasil adsorpsi Pb^{2+} pada limbah cair di air sungai dengan menggunakan adsorben komposit silika dari ABKS dengan Kitosan?

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada preparasi dan karaktrisasi adsorben komposit Silika yang diperoleh dari abu boiler kelapa sawit dengan Kitosan sebagai adsorben yang digunakan untuk mengadsorpsi Pb^{2+} pada sungai yang terdapat Belumai, Deli serdang Sutatera Utara.

1.6 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui metode preparasi adsorben komposit silika dengan kitosan?
2. Mengetahui hasil karakterisasi adsorben komposit silika dari abu boiler kelapa sawit dengan kitosan yang dianalisis dengan FTIR, XRD dan SEM?
3. Menetahui hasil adsorpsi Pb^{2+} pada limbah cair di air sungai dengan menggunakan adsorben komposit silika dari ABKS dengan Kitosan?

1.7 Manfaat Penelitian

1. Meningkatkan potensi pemanfaatan limbah yang dihasilkan pada pengolahan kelapa sawit sebagai adsorben dalam mengurangi kandungan logam berat di air.
2. Memberikan Informasi tahapan dalam proses pembuatan adsorben silika dari ABKS dengan Kitosan sampai digunakan untuk adsorpsi logam berat pada perairan.
3. Memberikan informasi mengenai persen atau rasio Pb^{2+} yang berada di air sungai serta berapa persen yang dapat diadsorpsi.

UNIMED
THE Character Building UNIVERSITY