

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan dan perkembangan industri di Indonesia meningkat dengan sangat pesat hingga saat ini. Seiring dengan pertumbuhan dan perkembangan tersebut, limbah yang dihasilkan meningkat secara signifikan dan beresiko dalam menyebabkan pencemaran lingkungan. Salah satu penyumbang pencemaran lingkungan dalam bidang industri adalah industri kelapa sawit (Latupeirissa et al., 2018)

Indonesia menempati peringkat 1 produsen kelapa sawit dunia dengan luas area 14.456.611 ha dan total produksi 47,1 juta ton pada tahun 2019 (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021). Besarnya luas areal dan tingginya angka produksi ini menjadi salah satu penyebab pesatnya perkembangan industri kelapa sawit di Indonesia. Pengolahan kelapa sawit dalam industri kelapa sawit tidak hanya menghasilkan minyak kelapa sawit, namun juga menghasilkan limbah. Dengan demikian tingginya angka produksi kelapa sawit juga akan diikuti dengan meningkatnya jumlah limbah yang dihasilkan (Silalahi & Supijatno, 2017).

Limbah industri kelapa sawit meliputi limbah padat, cair dan gas. Limbah cair pada industri kelapa sawit adalah limbah yang paling banyak dihasilkan di antara jenis limbah lainnya, yaitu sekitar 60% dari setiap 100% pengolahan tandan buah segar. Secara umum limbah cair kelapa sawit mengandung logam berat seperti logam Cu, Ni, Ag, Zn, Fe, dan Pb (Silalahi & Supijatno, 2017). Pembuangan limbah cair ke lingkungan secara langsung akan merusak sumber daya alam, menyebabkan pencemaran lingkungan, bahkan menjadi racun bagi tubuh manusia karena mengandung logam berat berbahaya dalam konsentrasi yang tinggi (Wulandari et al., 2016).

Logam berat adalah unsur yang memiliki massa jenis lebih dari 5 gr/cm^3 . Logam berat termasuk zat pencemar karena sifatnya yang sulit untuk diuraikan dan sangat stabil. Salah satu logam berat yang memiliki efek berpotensi merusak fisiologi manusia adalah logam Cu. Logam Cu yang tidak terikat pada protein adalah zat beracun. Mengonsumsi sejumlah kecil logam Cu yang tidak terikat dapat menyebabkan mual dan muntah. Terlalu banyak logam Cu dalam tubuh menghambat pembentukan urin, merusak ginjal dan menyebabkan anemia karena pecahnya sel darah merah (Wulandari et al., 2016).

Adsorpsi adalah fenomena permukaan di mana campuran multikomponen cairan (gas atau cair) tertarik ke permukaan adsorben padat dan membentuk ikatan melalui ikatan fisik atau kimia. Saat ini adsorpsi menjadi salah satu teknik pengolahan alternatif untuk limbah cair yang mengandung logam berat (Barakat, 2011) dan termasuk salah satu teknologi yang paling disukai karena desainnya yang relatif sederhana, operasi, efektivitas biaya, dan efisiensi energi (Tan & Hameed, 2017).

Perancangan dan peningkatan adsorpsi mencakup dua aspek utama, yaitu studi kesetimbangan dan kinetika adsorpsi. Kesetimbangan adsorpsi adalah keadaan dinamis yang dicapai ketika laju adsorpsi partikel ke permukaan sama dengan laju desorpsi. Model kesetimbangan yang paling dikenal luas untuk memahami sistem adsorpsi adalah persamaan isoterm *langmuir* dan *freundlich*. Kinetika adsorpsi merupakan bagian dari adsorpsi yang membahas tentang laju adsorpsi adsorben pada adsorbat, sehingga kinetika adsorpsi mempunyai persamaan untuk menentukan konstanta laju adsorpsi yaitu persamaan *pseudo* orde pertama dan persamaan *pseudo* orde kedua (Maihendra et al., 2016).

Salah satu jenis adsorben yang banyak dikembangkan dan digunakan untuk adsorpsi logam berat adalah karbon aktif dikarenakan memiliki kapasitas adsorpsi yang besar dan dapat diregenerasi ulang. Besarnya kapasitas adsorpsi ini disebabkan karena luas permukaan yang besar, porositas yang tinggi dan gugus fungsi seperti karboksil, karbonil dan hidroksil pada permukaan karbon aktif.

Kinerja adsorpsi karbon aktif ditentukan oleh sifat permukaan dan sifat kimianya sehingga perlu untuk memodifikasi struktur fisik dan sifat kimia karbon aktif ke tingkat tertentu untuk meningkatkan kinerjanya dalam menyerap dan menghilangkan polutan tertentu. Modifikasi sifat kimia permukaan karbon aktif mengacu pada penggunaan metode fisik atau kimia untuk mengubah gugus fungsi permukaan pada karbon aktif, ion dan senyawa yang dimuat di permukaan. Salah satu metode modifikasi sifat kimia permukaan karbon aktif adalah metode modifikasi logam bermuatan. Karbon aktif termodifikasi logam bermuatan mengambil keuntungan dari karakteristik reduksi dan adsorpsi karbon aktif (ZL Deng et al., 2016). Saat ini, logam bermuatan yang digunakan untuk memodifikasi karbon aktif, seperti besi dan tembaga (Zubir et al., 2021).

Karbon aktif dapat dibuat dari berbagai bahan yang mengandung lignoselulosa seperti tandan kosong kelapa sawit. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) adalah hasil limbah padat industri kelapa sawit berkisar 20-23% dari tandan buah segar dengan kandungan lignoselulosa sebesar 55-60% berat kering. Lignoselulosa menjadi komponen utama penyusun TKKS yang memiliki kemampuan menyerap logam berat karena mengandung gugus-gugus aktif seperti $-COOH$ dan $-OH$ (Sopiah et al., 2017). TKKS mengalami dekomposisi yang sangat lambat yaitu antara 6-12 bulan sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan jika tidak dikelola dengan baik (Taer et al., 2016). Terbatasnya pengolahan atau pemanfaatan TKKS dalam industri kelapa sawit menimbulkan banyaknya studi yang telah dilakukan untuk pengolahan TKKS agar tidak mencemari lingkungan.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit sebagai karbon aktif termodifikasi Fe-Cu untuk menyerap logam berat timbal (Efendi, 2021), Besi (Zega, 2021) dan Amoniak (Fadillah, 2021). Berdasarkan hal tersebut maka tandan kosong kelapa sawit berpotensi untuk diolah lebih lanjut menjadi suatu produk yang bermanfaat dalam mengatasi permasalahan limbah yang mengandung logam berat sehingga peneliti tertarik untuk melakukan penelitian berjudul “Studi Kinetika dan Keseimbangan Adsorpsi Cu (II) pada Karbon Aktif Fe-Cu Tandan Kosong Kelapa Sawit”.

1.2. Ruang Lingkup Masalah

Tandan kosong kelapa sawit yang digunakan pada penelitian ini adalah tandan kosong kelapa sawit yang berasal dari limbah industri kelapa sawit PT. Multi Agrindo Sumatera, Lubuk Pakam. Tandan kosong kelapa sawit yang telah dikumpulkan dipreparasi dan dijadikan sebagai karbon aktif yang diaktivasi oleh asam fosfat dan dimodifikasi oleh logam Fe-Cu. Karbon aktif yang telah dimodifikasi diaplikasikan untuk adsorpsi limbah logam Cu (II). Hasil aplikasi dianalisis menggunakan instrumen AAS.

1.3. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana karakterisasi karbon aktif tandan kosong kelapa sawit sebelum dan sesudah modifikasi Fe-Cu?
2. Bagaimana kondisi optimum dari proses adsorpsi Cu (II) dengan karbon aktif dan karbon aktif Fe-Cu tandan kosong kelapa sawit?
3. Bagaimana kemampuan adsorpsi karbon aktif dan karbon aktif Fe-Cu tandan kosong kelapa sawit untuk menyerap logam Cu (II)?
4. Bagaimana kinetika dan isoterm adsorpsi Cu (II) pada karbon aktif dan karbon aktif Fe-Cu tandan kosong kelapa sawit?

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Subjek penelitian adalah tandan kosong kelapa sawit, logam Fe dan logam Cu
2. Objek penelitian adalah Karbon Aktif.
3. Parameter penelitian adalah kondisi optimum variasi konsentrasi, variasi massa, dan variasi waktu kontak.

1.5. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Mengetahui karakterisasi karbon aktif tandan kosong kelapa sawit sebelum dan sesudah modifikasi Fe-Cu.
2. Mengetahui kondisi optimum dari proses adsorpsi Cu (II) dengan karbon aktif dan karbon aktif Fe-Cu tandan kosong kelapa sawit.
3. Mengetahui kemampuan adsorpsi karbon aktif dan karbon aktif Fe-Cu tandan kosong kelapa sawit untuk menyerap logam Cu (II).
4. Mengetahui kinetika dan isoterm adsorpsi Cu (II) pada karbon aktif dan karbon aktif Fe-Cu tandan kosong kelapa sawit.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini, adalah:

1. Menambah informasi ilmiah tentang pemanfaatan karbon aktif dari tandan kosong kelapa sawit sebagai adsorben yang dapat digunakan sebagai alternatif untuk menyerap ion Cu (II).
2. Memberikan informasi kepada pembaca tentang kondisi optimum untuk proses adsorpsi Cu (II) pada karbon aktif Fe-Cu menggunakan tandan kosong kelapa sawit.
3. Menjadi bahan acuan untuk penelitian terkait karakterisasi adsorben dari karbon aktif Fe-Cu tandan kosong kelapa sawit.