

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Surabaya yang dikenal sebagai kota metropolitan memiliki berbagai kawasan perdagangan, rekreasi, dan fasilitas ekonomi yang berkembang pesat sehingga mendorong tingginya mobilitas urbanisasi (Anggraeni, 2022). Berdasarkan data Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Surabaya, pada tahun 2020 terdapat sekitar 25.723 penduduk yang berasal dari luar daerah Surabaya (Dinas Komunikasi dan Informatika Kota Surabaya, 2021). Banyaknya pendatang tersebut menyebabkan meningkatnya kebutuhan akan layanan praktis dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya jasa pencucian pakaian atau *laundry*.

Proses pencucian umumnya menggunakan mesin cuci dan detergen yang mengandung berbagai bahan kimia untuk menghilangkan noda dan kotoran pada pakaian. Akan tetapi, kegiatan *laundry* juga dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan karena detergen tersusun atas beberapa komponen utama, yaitu surfaktan sebagai bahan aktif sekitar 20–30%, builder berupa senyawa fosfat sekitar 70–80%, serta bahan aditif seperti pemutih dan pewangi sebesar 2–8% (Nugroho & Daud, 2018). Oleh sebab itu, berbagai metode telah dikembangkan untuk menurunkan kandungan pencemar dari limbah detergen, di antaranya biodegradasi menggunakan bakteri dan enzim yang mampu menguraikan polutan menjadi CO₂, air, dan energi, serta metode lain seperti elektrokoagulasi, membran, adsorpsi, dan biofilter (Apriyani, 2017).

Elektrokoagulasi sendiri adalah teknologi proses pengolahan air limbah dengan metode kimia-fisika yang memanfaatkan reaksi elektrokimia. Teknologi ini mendestabilisasi suspensi, emulsi, dan larutan yang mengandung kontaminan dengan cara mengalirkan arus listrik searah (DC) melalui elektroda ke dalam air yang menghasilkan perbedaan potensial dan memicu reaksi reduksi dan oksidasi (redoks) pada elektroda. Elektroda aluminium yang bertindak sebagai anoda (+) akan mengalami oksidasi dan menghasilkan ion-ion logam (Al³⁺), sedangkan

elektroda aluminium yang bertindak sebagai katoda (-) akan menghasilkan gas hidrogen (H_2) dan ion hidroksida (OH^-) melalui reaksi reduksi. Selanjutnya, ion-ion Al^{3+} yang dihasilkan melalui proses oksidasi akan mengalami hidrolisis dan berubah menjadi koagulan, sehingga koloid yang bermuatan negatif akan mengalami proses adsorpsi pada koagulan tersebut dan terbentuk gumpalan atau flok yang mudah dipisahkan (Ano *et al.*, 2019).

Elektrokoagulasi sangat dipengaruhi oleh kerapatan arus dan waktu detensi. Hal ini sesuai dengan hukum Faraday I, dimana kuat arus dan waktu detensi yang digunakan berbanding lurus dengan berat logam yang larut pada elektroda. Hasil terbentuknya flok memiliki muatan yang mampu menarik senyawa surfaktan dan tetap menempel pada flok tersebut. Untuk fosfat yang ada pada limbah, akan terbentuk karena menempelnya fosfat pada logam hidroksida atau pengendapan langsung dengan kation logam yang melepaskan elektrokimia membentuk $AlPO_4$ dalam bentuk solid (Ano *et al.*, 2019).

Banyak penelitian yang dilakukan mengenai elektrolisis terhadap limbah *laundry* ini, antara lain penelitian elektrokoagulasi yang dilakukan secara kontinyu dengan penerapan aliran debit 0,5 liter/menit. Dari proses tersebut menghasilkan penyisihan fosfat sebanyak 47,37 persen, surfaktan sebanyak 96,85 persen, TSS sebanyak 78,38 persen, COD sebanyak 86,98 persen sedangkan jika dibandingkan dengan aliran debit 1 liter/menit didapatkan hasil penyisihan Fosfat sebanyak 45,32 persen, Surfaktan sebanyak 96,44 persen, TSS sebanyak 67,57 persen, dan COD sebanyak 80,47 persen. (Rengkugegana & Farahdiba, 2023). Penelitian lainnya juga menunjukkan hasil kadar BOD mengalami penurunan tertinggi hingga 90%, sedangkan untuk penurunan surfaktan anionik didapatkan sebesar 71% pada rangkaian bipolar dengan kerapatan arus 5A dan pH 5,5 (Dimoglo *et al.*, 2019).

Mengetahui kondisi beban polutan pada air limbah *laundry* yang tergolong tinggi akan surfaktan, dikhawatirkan terjadi kurangnya kemampuan elektrokoagulasi pada pengolahan air limbah *laundry*. Salah satu cara sederhana untuk melakukan pengolahan air yang bisa dilakukan antara lain adalah adsorpsi.

Adsorpsi merupakan proses perpindahan suatu massa pada permukaan pori-pori butiran adsorben (Pungut *et al.*, 2021). Pada proses adsorpsi terdapat dua fase yang terlibat di dalamnya yaitu fase penyerap yang disebut dengan adsorben dan fase yang diserap atau disebut adsorbat (Lutfianingsih & Mulyani, 2020). Banyaknya adsorben yang digunakan, suhu, luas permukaan adsorben, pH dan konsentrasi adsorbat, serta lama waktu kontak adsorben dengan adsorbat merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi (Wibowo & Astuti, 2021). Adsorben seperti tanah liat dapat digunakan untuk mengurangi polutan dalam air, akan tetapi adsorben tersebut perlu diaktivasi sebelum digunakan sehingga memberikan hasil adsorpsi yang lebih baik. Adsorben dapat diaktivasi secara kimiawi maupun fisika. Aktivasi kimiawi akan menggunakan asam sehingga melunturkan logam-logam yang menempel pada tanah liat dan mendekomposisi partikel tanah liat sehingga memberikan keuntungan seperti meningkatkan luas permukaan dan porositas. Aktivasi termal akan menggunakan tingkat panas tertentu sehingga menghilangkan kandungan air, merubah struktur pori dan menghilangkan impuritas dari tanah liat (Teġin & Saka, 2021). Penggabungan aktivasi termal dan asam mampu memberikan perbedaan terhadap pori serta memengaruhi interaksinya dengan molekul atau ion kontaminan. Adsorben yang dimodifikasi melalui perlakuan termal yang diikuti dengan aktivasi asam menunjukkan peningkatan kecil pada luas permukaan spesifik (SSA) dan kapasitas pertukaran kation (CEC). Akan tetapi, aktivasi suhu yang kurang tinggi akan tidak memberikan perubahan yang signifikan, sedangkan ketika aktivasi termal terlalu tinggi yang dilanjutkan dengan aktivasi asam akan merusak struktur kaolin (Espana V. A. A., 2016).

Penggunaan adsorben berbasis tanah liat memiliki kemampuan berbeda berdasarkan komposisi mineral serta strukturnya. Kandungan mineral pada tanah liat, bervariasi bergantung pada jenisnya, sehingga menghasilkan karakteristik adsorpsi yang berbeda. Variasi jenis tanah liat akan memengaruhi kemampuan adsorben dari luas permukaan, kapasitas pertukaran kation, serta kandungan air antar-lapisan yang berkontribusi terhadap sifat *swelling*. Perbedaan sifat *swelling* tersebut umumnya menjadi lebih jelas setelah dilakukan aktivasi termal. Bentonit,

yang didominasi oleh mineral montmorillonit, memiliki struktur berlapis tipe 2:1 yang terdiri atas satu lapisan oktahedral yang diapit oleh dua lapisan tetrahedral. Struktur ini memungkinkan molekul air masuk ke dalam ruang antar-lapisan, sehingga menghasilkan kemampuan pengembangan yang tinggi serta luas permukaan yang relatif besar. Sebaliknya, kaolinit memiliki struktur 1:1 yang tersusun atas satu lapisan tetrahedral dan satu lapisan oktahedral yang terikat kuat melalui ikatan hidrogen. Struktur ini membatasi penetrasi air ke dalam antar-lapisan, sehingga tidak mengalami pengembangan dan memiliki luas permukaan yang lebih rendah. Namun demikian, kandungan aluminium (Al) pada kaolinit relatif lebih tinggi dibandingkan bentonit, sehingga berpotensi meningkatkan mekanisme adsorpsi melalui interaksi pertukaran muatan pada permukaan adsorben (Zamanian, M., 2021). Dari penelitian yang telah dilakukan, kemampuan tanah liat cukup tinggi hingga memberikan 71% efisiensi dalam meremoval surfaktan anionik (Kamala S., 2017).

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas adsorben tanah liat yang diaktivasi secara kimia dan termal sebagai *pre-treatment* untuk menurunkan surfaktan, TSS, dan fosfat pada limbah *laundry* dengan proses elektrokoagulasi pada limbah *laundry*. Penelitian ini akan menganalisa efektivitas dari adsorben tanah liat yang diaktivasi dengan metode termal dan asam yang sebelum dilakukannya elektrokoagulasi. Selain itu, penelitian ini akan mengamati hasil dari waktu kontak pada proses adsorpsi dengan limbah dan pengaruh waktu proses elektrokoagulasi serta voltase terhadap hasil penurunan surfaktan, TSS, dan fosfat pada air limbah.

1.2 Rumusan Masalah

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian yang dilakukan antara lain:

1. Bagaimana efektivitas dan metode optimum aktivasi adsorben tanah liat sebagai *pre-treatment* yang didapat pada pengolahan limbah *laundry*?
2. Bagaimana efektivitas pengolahan limbah *laundry* dengan adsorben tanah liat sebagai *pre-treatment* kombinasi dengan elektrokoagulasi?

3. Bagaimana pengolahan waktu proses yang dibutuhkan hingga sampai titik jenuh pada proses elektrokoagulasi pada rangkaian bipolar dengan jumlah baffle dan tegangan listrik yang telah ditentukan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian yang dilakukan antara lain:

1. Menganalisis efektifitas dan metode optimum aktivasi adsorben tanah liat sebagai *pre-treatment* yang didapat pada pengolahan limbah *laundry*.
2. Menganalisis efektifitas pengolahan limbah *laundry* dengan adsorben tanah liat sebagai *pre-treatment* kombinasi dengan elektrokoagulasi.
3. Menganalisis pengolahan waktu proses yang dibutuhkan hingga sampai titik jenuh pada proses elektrokoagulasi pada rangkaian bipolar dengan jumlah baffle dan tegangan listrik yang telah ditentukan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin diperoleh pada penelitian ini adalah :

1. Mampu memberikan hasil penurunan yang terbaik untuk limbah *laundry* dengan *pre-treatment* yang mudah dibuat dan digunakan.
2. Mampu memberikan hasil tanah liat teraktivasi yang optimal sehingga diperlukan data yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan untuk menjadi acuan penelitian selanjutnya.