

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air telah menjadi barang langka dan bahkan sudah dipandang sebagai komoditi bisnis yang menggiurkan. Pencemaran air yang terjadi di Indonesia disebabkan banyaknya limbah industri yang tidak diolah secara benar. Industri yang menyebabkan pencemaran air salah satunya adalah industri batik. Proses produksi batik melewati beberapa tahap yang pada akhirnya dihasilkan limbah yang mengandung salah satunya bahan organik, TSS, dan warna (Rofiqoh & Titah, 2024). Pada proses pewarnaan digunakan pewarna sintetis seperti zat warna *ergan*, *soga*, *remasol*, *rapide*, *naphtol*, dan *indogosol* (Sanova *et al.*, 2020). Zat warna tersebut merupakan senyawa aromatik yang kompleks yang pada umumnya sukar diurai dan biasanya mengandung logam-logam berat.

Teknologi yang dapat digunakan untuk mendegradasi zat organik yang tinggi salah satunya dengan menggunakan mikroorganisme (Wahyu & Hendrasarie, 2022). Salah satu metode yang efektif dan sederhana untuk mengolah air limbah batik adalah dengan menggunakan *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR). Pada prosesnya, MBBR dapat terjadi dalam dua proses pengolahan limbah yaitu proses biakan tersuspensi (*suspended growth*) dan proses biakan melekat (*attached growth*) secara bersamaan. Perbedaan limbah yang diolah dapat mempengaruhi HRT dalam optimalisasi proses MBBR. Berdasarkan penelitian (Kawan *et al.*, 2022), pengolahan limbah domestik dengan metode MBBR secara *aerobik* dengan HRT 24 jam mampu menurunkan BOD, COD sebanyak 54% dan 71%.. Sedangkan, penelitian (Suryawan *et al.*, 2021) membuktikan pada jenis limbah tekstil, MBBR mampu menurunkan COD sebesar 79,31% dengan HRT 8 jam. Penggunaan jenis media yang berbeda juga mempengaruhi proses MBBR dalam menyisihkan polutan. Hal tersebut dibuktikan oleh penelitian (Alitaleshi *et al.*, 2024), dimana penggunaan media kaldness dengan *biocarrier* dari arang pada MBBR mempengaruhi kinerja penurunan COD pada setiap siklus waktu. Karakteristik *biocarrier* sangat penting dalam menentukan seberapa baik nitrifikasi

biologis bekerja, karena mereka secara langsung mengendalikan perkembangan dan memperbanyak bakteri biofilm (Zhang *et al.*, 2023). Peneliti lain telah mengindikasikan bahwa pembawa yang terbuat dari bahan organik terbukti lebih baik untuk pembentukan biofilm (Dong *et al.* 2021)

Limbah batik juga mengandung warna yang mana dapat diolah secara fisika, biologi, dan kimia. Secara fisika warna dapat diolah dengan menggunakan adsorpsi. Proses adsorpsi merupakan proses penyerapan atau penempelan senyawa atau partikel pada permukaan zat lain (adsorben). Contoh bahan yang dapat dijadikan sebagai adsorben adalah sekam padi. Abu sekam padi mengandung SiO_2 sebesar 87,8 %, CaO 1,37 %, Al_2O_3 0,46 %, dan Fe_2O_3 0,26 %, sehingga berpotensi menjadi bahan adsorben dan koagulan (Gunduz & Kalkan, 2019). Pada penelitian (Safitri *et al.*, 2019), adsorpsi sekam padi tanpa aktivasi dapat menurunkan warna limbah hanya sebesar 19,7%. Untuk meningkatkan daya adsorben abu sekam padi dapat dilakukan dengan proses geopolimerisasi. Geopolimerisasi dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi adsorben yang disebabkan oleh pembentukan fase *nepheline* setelah geopolimerisasi (Arokiasamy *et al.*, 2022).

Geopolimer merupakan material berpori yang berasal dari beberapa substitusi bahan organik/anorganik yang mengandung silika dan aluminium (Sandya & Musalamah, 2019). Pembuatan geopolimer dapat dilakukan dengan beberapa metode diantaranya *sol-gel*, *hidrotermal sintesis*, dan *alkali fusi*. Berdasarkan ketiga metode tersebut, alkali fusi memiliki waktu sintesis yang lebih singkat, tidak ada proses pengkristalan dan tidak menggunakan pelarut organik berbahaya. Metode alkali fusi dilakukan dengan kalsinasi serta penambahan basa dengan melibatkan proses peleburan. Penelitian terdahulu telah memodifikasi *fly ash* menjadi geopolimer untuk adsorben dan mampu mengadsorpsi warna *metilen blue* hingga 50,7 mg/g (Fitriani & Purbasari, 2021). Adsorpsi geopolimer pada pH 8 selama 100 menit juga menurunkan 97% warna untuk 600 mg/L warna *metilen blue* (Li, Zhang *et al.*, 2022).

Pada pengolahan kimia yang dapat mendegradasi warna salah satunya adalah oksidasi fenton. Hasil yang diperoleh dalam degradasi zat warna dalam penelitian terdahulu menunjukkan bahwa setelah 60 menit penghilangan zat warna yang

serupa dapat mencapai efisiensi penghilangan sebesar 94,31%. Konsentrasi residu hidrogen peroksida setelah degradasi adalah $36 \mu\text{mol.L}^{-1}$, sedangkan konsentrasi besi total tidak berubah selama proses AOPs (Vieira *et al*, 2021).

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penelitian ini akan mengaplikasikan geopolimer dari abu sekam padi sebagai adsorben dengan mengkombinasikan dengan oksidasi fenton dan pengolahan biologis yaitu *Moving Bed Biofilm Reactor* aerobik secara *batch* untuk menurunkan polutan limbah batik yaitu BOD, COD, TSS dan warna .

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh jenis media dan *Hydraulic Retention Time* pada *Moving Bed Biofilm Reactor* terhadap penurunan polutan limbah batik
2. Bagaimana kemampuan *Moving Bed Biofilm Reactor*-Adsorpsi dengan variasi massa adsorben dalam menurunkan polutan limbah batik.
3. Bagaimana pengaruh rasio hidrogen peroksida dan ferrosulfat dalam proses kimia untuk menurunkan parameter TSS dan Warna

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi pengaruh jenis media biofilm dan *Hydraulic Retention Time* pada *Moving Bed Biofilm Reactor* terhadap removal polutan limbah batik
2. Menganalisis pengaruh penambahan adsorpsi setelah reaktor MBBR terhadap removal polutan limbah batik
3. Menganalisis pengaruh rasio hidrogen peroksida dan ferrosulfat dalam proses oksidasi fenton untuk menurunkan parameter TSS dan Warna

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Memberikan informasi pengaruh jenis media biofilm dan *Hydraulic Retention Time* pada *Moving Bed Biofilm Reactor* terhadap penurunan polutan limbah batik.
2. Memberikan informasi kemampuan *Moving Bed Biofilm Reactor*-Adsorpsi dengan variasi massa adsorben dalam menurunkan polutan limbah batik
3. Memberikan gambaran pengaruh rasio hidrogen peroksida dan ferrosulfat dalam proses kimia untuk menurunkan parameter TSS dan Warna

1.5. Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Air sampel yang digunakan adalah air limbah batik jetis, Sidoarjo
2. Jenis substitusi bahan geopolimer yang digunakan sebagai adsorben adalah abu sekam padi yang sudah dikalsinasi dengan sintesis material geopolimer menggunakan metode alkali fusi
3. Sekam padi didapatkan dari pertanian di kabupaten Pemalang, Jawa Tengah
4. Parameter yang diteliti adalah TSS, BOD, COD dan warna
5. Media MBBR yang digunakan adalah media Kaldness K3 dan kayu yang diarangkan di suhu 300⁰ C
6. Reaktor MBBR diaplikasikan secara aerobik dan dioperasikan secara *batch*
7. *Post Treatment* yang digunakan adalah reaksi oksidasi fenton dengan ferrosulfat sebagai katalis hidrogen peroksida sebagai oksidator