

## INTISARI

Industri tekstil diperkirakan berkontribusi terhadap 20% dari total air limbah global sehingga disebut berperan sebagai pencemar air terbesar kedua di dunia. Limbah ini mengandung beragam polutan yang memiliki kadar BOD, *suspended solids*, dan COD yang tinggi mencapai 1781 mg/L, serta sejumlah logam berat. Selain itu, adanya pewarna sintetis jenis azo juga memberikan dampak negatif bagi kesehatan manusia dan lingkungan sehingga perlu diolah sebelum dibuang ke lingkungan. *Biofilm-mesh filter bioreactor* (*Biofilm-MFBR*) menjadi alternatif dari proses *membrane bioreactor* (MBR) konvensional yang memiliki kelemahan dalam segi biaya operasi, perawatan, dan masalah *membrane fouling*. *Biofilm-MFBR* dilengkapi dengan media lekat untuk pembentukan *biofilm* sehingga memungkinkan pengolahan limbah tekstil menjadi lebih optimal dengan adanya zona *aerobic-anoxic* pada *biofilm*. Sistem *intermittent aeration* digunakan karena dinilai cukup efektif dalam mengolah limbah tekstil yang mengandung senyawa yang kompleks. Penelitian dilakukan dalam tiga tahap utama yaitu aklimatisasi, operasi, dan optimalisasi. Variasi COD sebesar 600-1200 mg/L dan HRT 4-24 jam digunakan untuk menganalisis performa *Biofilm-MFBR* dalam mendegradasi polutan dan mengevaluasi parameter kinetika biodegradasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Biofilm-MFBR* memberikan performa yang stabil dan menghasilkan nilai COD *removal* yang tinggi mencapai 93,22% dengan turbiditas efluen berkisar antara 16-40 NTU. *Color removal* tertinggi sebesar 33,31% dicapai pada HRT 24 jam. Optimalisasi dilakukan untuk meningkatkan penghilangan warna efluen dimana *post treatment* menggunakan proses Fenton menghasilkan *color removal* mencapai 77,41% dengan nilai  $k'$  sebesar 0,0323  $\text{menit}^{-1}$ . Optimalisasi yang lebih baik lagi dicapai dengan memperpanjang HRT hingga 48 jam dengan nilai *color removal* sebesar 81,08%. Peningkatan konsentrasi COD influen dari 600 mg/L ke 1200 mg/L menyebabkan kemampuan *removal* polutan menurun ditandai dengan adanya penurunan nilai  $k_1$  dari 0,3336  $\text{jam}^{-1}$  menjadi 0,1287  $\text{jam}^{-1}$ . Peningkatan HRT meningkatkan performa penghilangan komponen organik limbah, namun fenomena inhibisi terjadi pada konsentrasi substrat yang tinggi, sehingga terdapat batas optimum tertentu untuk COD 1200 mg/L dimana COD *removal* optimum tercapai pada HRT 8 jam dan *color removal* optimum tercapai pada HRT 48 jam.

Kata kunci : *biofilm*, COD, *Biofilm-MFBR*, limbah tekstil, pewarna

## **ABSTRACT**

*The textile industry is estimated to contribute to 20% of the total global wastewater, making it the second-largest water pollutant in the world. This wastewater contains various pollutants with high levels of BOD, suspended solids, and COD, reaching 1781 mg/L, as well as heavy metals. Additionally, the presence of synthetic azo dyes has a negative impact on human health and the environment, necessitating treatment before disposal. The Biofilm-mesh filter bioreactor (Biofilm-MFBR) serves as an alternative to conventional membrane bioreactor (MBR) processes, addressing operational cost, maintenance, and membrane fouling issues. The Biofilm-MFBR was equipped with attached media for biofilm formation, allowing for optimal textile wastewater treatment with aerobic-anoxic zones within the biofilm. Intermittent aeration was employed as an effective method for treating complex textile wastewater. The study comprised three main stages: acclimatization, operation, and optimization. Variations in COD ranging from 600-1200 mg/L and HRT of 4-24 hours were used to analyze the performance of the Biofilm-MFBR in degrading pollutants and evaluate biodegradation kinetic parameters. The research findings indicated that the Biofilm-MFBR demonstrated stable performance, achieving a high COD removal rate of up to 93.22% with effluent turbidity ranging from 16-40 NTU. The highest color removal, reaching 33.31%, was achieved at an HRT of 24 hours. Optimization were made to enhance effluent color removal, with post-treatment using the Fenton process resulting in a color removal rate of 77.41% with a  $k'$  value of  $0.0323 \text{ min}^{-1}$ . A better optimization was achieved by extending the HRT to 48 hours, resulting in a color removal rate of 81.08%. An increase in influent COD concentration from 600 mg/L to 1200 mg/L led to a decrease in pollutant removal capacity, indicated by a reduction in the  $k_1$  value from  $0.3336 \text{ hour}^{-1}$  to  $0.1287 \text{ hour}^{-1}$ . Color compounds acted as inhibitory components, as evidenced by the high average  $n$  value reaching 2.8634. Increasing HRT improved organic wastewater component removal performance, but inhibition phenomena occurred at high substrate concentrations. There was a specific optimum especially for COD 1200 mg/L, with optimal COD removal achieved at an HRT of 8 hours and optimal color removal at an HRT of 48 hours.*

**Keywords:** *biofilm, COD, Biofilm-MFBR, textile wastewater, dye*