

Penggunaan detergen dari Unit Kecil Menengah (UKM) *laundry* di daerah Code terus meningkat setiap harinya seiring dengan peningkatan jumlah mahasiswa atau penduduk dari luar daerah yang datang. Hal ini menjadikan daerah tersebut sebagai salah satu penyumbang limbah cair *laundry* yang langsung dibuang ke sungai oleh salah satu jasa *laundry*. Berdasarkan hasil Analisa *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang keluar dari jasa *laundry* yang dianalisa oleh Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BBTKLPP) kandungan COD sebesar 1411 mg/L nilai ini cukup tinggi dan melewati batas baku mutu lingkungan yang ada. Oleh karena itu limbah cair *laundry* menjadi sumber pencemaran lingkungan yang signifikan, dan peningkatan efisiensi pengolahan dapat dicapai dengan memanfaatkan inovasi teknologi seperti *microbubble generator* dan biakan melekat. Penelitian dilakukan dengan dua skenario, yaitu *batch* dengan penggunaan lekatan dan tanpa lekatan untuk mengetahui data kinetika yang mempelajari kemampuan maksimum dari lumpur aktif dalam mendegradasi limbah yaitu nilai μ_m dan K_s . Selanjutnya, pengoperasian dilakukan secara kontinyu tanpa lekatan dan dengan lekatan, waktu operasi selama 1 minggu dengan COD influen yang masuk bioreaktor fluktuasi. Hasil penelitian *removal* COD *batch* maksimal tanpa lekatan 79% sedangkan yang dengan lekatan 93%. Adapun untuk *removal* surfaktan maksimal tanpa lekatan 88%, dengan lekatan 91%. Hasil pada *removal* amonia maksimal tanpa lekatan 48%, dengan lekatan mencapai 99%. Hasil penelitian *batch* menunjukkan bahwa penggunaan *microbubble generator* dengan biakan melekat mampu meningkatkan efisiensi pengolahan limbah cair *laundry* aerobik. Untuk hasil penelitian kontinyu *removal* COD tanpa lekatan $55 \pm 7,4\%$, dengan lekatan $62 \pm 6,5\%$. Hasil *removal* surfaktan tanpa lekatan $79 \pm 2,9\%$, dengan lekatan $89 \pm 6,5\%$. Demikian pula hasil *removal* amonia tanpa lekatan $31 \pm 10,6\%$, dengan lekatan $34 \pm 11,1\%$. Peningkatan yang signifikan terlihat pada parameter yang menggunakan lekatan. Studi kinetika pengolahan data hasil proses *batch* tanpa lekatan menghasilkan nilai μ_m $0,24 \text{ jam}^{-1}$ dan K_s 2580 mg/L, sedangkan dengan lekatan menghasilkan nilai μ_m $4,16 \text{ jam}^{-1}$ dan K_s 17128 mg/L. Hasil kinetika pada penelitian secara *batch* ini didapat konstanta kecepatan pertumbuhan maksimal bakteri (μ_m) dengan lekatan lebih tinggi dibandingkan tanpa lekatan sehingga penggunaan lekatan juga memberikan kontribusi positif pada efektivitas mendegradasi limbah. Dari data hasil pengolahan kinetika *batch* dapat memprediksikan kadar COD efluen limbah secara kontinyu sehingga dapat dianalisis untuk mengevaluasi efektivitas sistem kadar COD efluen. Penelitian ini memberikan pemahaman mendalam tentang potensi aplikasi *microbubble generator* dengan biakan melekat dalam pengolahan limbah cair *laundry* aerobik dan memberikan kontribusi terhadap pengembangan solusi inovatif dalam upaya mengatasi permasalahan lingkungan akibat limbah cair *laundry*.

Kata kunci : limbah cair *laundry*, *microbubble generator*, imobilisasi, %Removal, kinetika.

The use of detergents from Small and Medium Enterprises (SMEs) laundry in the Code area is steadily increasing every day, in line with the growing number of students or residents from outside the area. This has made the area one of the contributors to liquid laundry waste that is directly discharged into the river by one laundry service. Based on the COD analysis conducted by the Environmental Health and Disease Control Technical Implementation Unit, the COD content from the analysed laundry service is 1411 mg/L, a value that exceeds the environmental quality standards. Therefore, liquid laundry waste becomes a significant source of environmental pollution, and the improvement of treatment efficiency can be achieved by utilizing technological innovations such as microbubble generators and attached cultures. Observations were conducted through two scenarios: batch with and without attachment to determine kinetic data that study the maximum capability of activated sludge in degrading waste, namely the values of μ_m and K_S . Furthermore, continuous operation was carried out without attachment and with attachment, with a one-week operating time and fluctuating influent COD in the bioreactor. The results of the maximum COD removal in the batch without attachment were 79%, while with attachment it reached 93%. For maximum surfactant removal, without attachment was 88%, with attachment was 91%. The results for maximum ammonia removal without attachment were 48%, and with attachment, it reached 99%. Batch research results showed that the use of microbubble generators with attached cultures could increase the efficiency of aerobic liquid laundry waste treatment. For continuous removal of COD, without attachment ranged from $55 \pm 7,4\%$, with attachment ranged from $62 \pm 6,5\%$. The removal of surfactants without attachment ranged from $79 \pm 2,9\%$, with attachment ranged from $89 \pm 6,5\%$. Similarly, the results for ammonia removal without attachment ranged from $31 \pm 10,6\%$, with attachment ranged from $34 \pm 11,1\%$. Significant improvement was observed in parameters using attachment. Kinetic studies on batch processing data without attachment resulted in μ_m values of 0.24 h^{-1} and K_S of 2580 mg/L, while with attachment, it resulted in μ_m values of 4.16 h^{-1} and K_S of 17128 mg/L. The kinetic results in this batch study found that the maximum bacterial growth rate constant (μ_m) with attachment was higher than without attachment, indicating that the use of attachment also positively contributes to the effectiveness of degrading waste. From the kinetic batch processing data, predictions for the continuous effluent COD levels can be made, allowing for analysis to evaluate the effectiveness of the COD effluent system. This study provides an in-depth understanding of the potential application of microbubble generators with attached cultures in the treatment of aerobic liquid laundry waste and contributes to the development of innovative solutions to address environmental issues caused by liquid laundry waste.

Keywords : laundry wastewater, microbubble generator, immobilization, % removal, kinetics