

INTISARI

Air limbah sehari-hari memiliki berbagai kandungan zat organik dan senyawa polutan yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga maupun industri dapat tergolong menjadi *low-strength wastewater* dengan *Chemical Oxygen Demand* (COD) hingga 1000 mg/L. Kualitas air bersih di lingkungan akan menurun, jika air limbah tidak diolah terlebih dahulu, karena mengandung bahan organik/anorganik partikulat terlarut, patogen dan mikroorganisme. Metode pengolahan air limbah *low-strength wastewater* yang paling umum digunakan adalah *activated sludge process*. Namun sistem ini memiliki kekurangan yaitu sangat sensitif terhadap gangguan eksternal dan kualitas keluaran yang masih tinggi. Untuk mengatasi hal tersebut, digunakan metode *attached culture* dengan menambahkan *support media* sebagai media pelekatan *activated sludge*.

Teknologi dengan *support media* yang digunakan pada pengolahan limbah antara lain dengan *Attached Growth Bioreactor* (AGBR) dan *Hybrid Membrane Bioreactor* (HMBR). Kelebihan dari kedua bioreaktor tersebut diantaranya kinerja penurunan air limbah yang lebih baik, tidak membutuhkan lahan yang besar dalam pengopreasiannya, dan meminimalkan terjadinya “washout” pada bioreaktor. Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari dan membandingkan aplikasi pengolahan limbah dengan AGBR dan HMBR spesifik untuk uji kinerja, mempelajari pengaruh variabel COD masuk dan HRT terhadap kualitas air limbah keluar, mendapatkan parameter kinetika dan menggambarkan *feasibility* HMBR.

Pada penelitian ini, AGBR (R1 dan R2) dan HMBR (R3 dan R4) dibuat identik, baik dimensi, dan intensitas aerasi yang masuk ke dalamnya, *dosing pump* dan nilon mesh 80 μm sebagai *support media* diposisikan secara vertikal. Pada AGBR, air limbah keluar melewati bagian atas, sedangkan pada HMBR, air limbah keluar melewati bagian bawah bioreaktor. Fungsi “mesh” di HMBR memiliki perbedaan dengan AGBR, yaitu sebagai filter untuk menyaring partikel yang lebih besar dari ukuran porinya, dan mendukung pertumbuhan biofilm yang secara simultan berpengaruh dalam penurunan air limbah, dimana air limbah pada HMBR keluar melalui “mesh” dengan prinsip *gravity force driven filtration*. Bioreaktor dioperasikan dengan variasi konsentrasi COD 300, 600, 900 mg/L dan variasi HRT 13 jam dan 6 jam. Umpan limbah menggunakan artifisial *wastewater* yang terdiri dari urea, gula, KH_2PO_4 dan tepung tapioka.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kinerja HMBR lebih baik dibandingkan AGBR dilihat dari parameter COD keluar, dan turbiditas keluar untuk berbagai variasi COD dan HRT. Hasil Analisis ANOVA menunjukkan bahwa variabel COD masuk dan HRT signifikan berpengaruh terhadap nilai COD dan turbiditas keluar. Adapun pengaruh COD masuk terhadap COD keluar adalah semakin tinggi COD masuk, nilai COD keluar lebih tinggi. Dari parameter HRT, semakin lama HRT untuk AGBR maupun HMBR kinerja penurunan limbah semakin baik. Nilai orde reaksi Penurunan limbah pada sistem AGBR dan HMBR adalah 1,72, sementara nilai k pada berbagai variabel COD masuk berkisar antara 0,18-1,10 $\text{L}^{0,72}/\text{mg}^{0,72}/\text{menit}$ untuk AGBR dan 2,30 – 6,36 $\text{L}^{0,72}/\text{mg}^{0,72}/\text{menit}$ untuk HMBR. Nilai k pada HMBR lebih besar dibanding AGBR karena kinerja HMBR lebih baik. HMBR juga lebih baik dalam menurunkan limbah hingga memenuhi baku mutu air limbah kelas IV pada berbagai COD masuk dan berbagai HRT. Namun, operasi HMBR terkedala adanya penurunan fluks yang telah diuji pada berbagai HRT dan COD, kendala tersebut muncul karena tersumbatnya *valve* keluar oleh dispersi *activated sludge* dari DM yang mengalir secara gravitasi menuju *valve* keluar.

Kata kunci : AGBR, COD, HMBR, HRT, *Low Strength Wastewater*

ABSTRACT

Wastewater contains various organic substances and hazardous compounds resulting from household and industrial activities. One of the type of wastewater is low-strength wastewater which Chemical Oxygen Demand (COD) of up to 1000 mg/L. The quality of clean water in the environment will decrease if wastewater is not treated well. One of the most common method used for treating low-strength wastewater is the activated sludge process. However, this system has its drawbacks, namely being highly sensitive to external disturbances and still producing relatively high-quality effluent. To overcome this issue, the attached culture method is employed by adding support media as an attachment medium for activated sludge.

Support media technology used in wastewater treatment include Attached Growth Bioreactor (AGBR) and Hybrid Membrane Bioreactor (HMBR). The advantages of both bioreactors include better performance, less land requirement for operation, and avoid washout phenomenon. The aim of this research is to study and compare the application of wastewater treatment using AGBR and HMBR specifically for performance testing, investigate the influence of influent COD and Hydraulic Retention Time (HRT) on the quality of effluent, obtain kinetic parameters, and describe the feasibility of HMBR.

In this study, AGBR (R1 and R2) and HMBR (R3 and R4) are made identical in terms of dimensions and the aeration intensity, dosing pump and nylon mesh with 80 μm as vertically positioned support media. In AGBR, wastewater flows out through the top, while in HMBR, wastewater flows out through the bottom of the bioreactor. The function of the "mesh" in HMBR differs from AGBR, it acts as a filter to screen out particles larger than its pore size and supports the simultaneous growth of biofilm, which plays a role in wastewater reduction. Wastewater in HMBR flows through the "mesh" by gravity force-driven filtration. The bioreactors are operated with variations of COD concentrations (300, 600, 900 mg/L) and HRT (13 hours and 6 hours). The influent wastewater uses artificial wastewater consisting of urea, sugar, KH_2PO_4 , and tapioca flour.

The results shows that HMBR performs better than AGBR based on the effluent COD and turbidity parameters for various COD and HRT variations. ANOVA analysis results indicate that the influent COD and HRT significantly affect the effluent COD and turbidity values. The influence of influent COD on the effluent COD is that the higher the influent COD, the higher the effluent COD value. From the HRT parameter, the longer the HRT for both AGBR and HMBR, the better the wastewater reduction performance. The reaction order values for wastewater reduction in the AGBR and HMBR systems are 1.72, while the k values for various influent COD variables range from 0.18 to 1.10 $\text{L}^{0.72}/\text{mg}^{0.72}/\text{minute}$ for AGBR and 2.30 to 6.36 $\text{L}^{0.72}/\text{mg}^{0.72}/\text{minute}$ for HMBR. The k value in HMBR is higher than AGBR because HMBR performs better. HMBR is also better at reducing wastewater to meet the standards for Class IV wastewater for various influent COD and HRT variations. However, the operation of HMBR is hindered by flux decline, which has been tested at various HRT and COD values. This issue arises due to clogging of the outlet valve by the dispersion of activated sludge from the membrane that flows gravitationally towards the outlet valve.

Keywords : AGBR, COD, HMBR, HRT, *Low Strength Wastewater*