

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengolahan limbah cair industri kecap menggunakan sistem *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) dengan variasi jenis media, HRT, dan volume media dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan media biochar terbukti memberikan pengaruh positif terhadap kinerja MBBR dibandingkan media konvensional Kaldnes K3. Media biochar secara konsisten menunjukkan efisiensi penyisihan yang lebih tinggi pada parameter COD, BOD, Total Nitrogen, serta stabilitas TSS dan TDS pada berbagai kondisi operasi. Keunggulan biochar tidak hanya berperan sebagai media lekat bagi pertumbuhan biofilm, tetapi juga berfungsi sebagai adsorben senyawa organik dan nitrogen terlarut, sehingga memungkinkan terjadinya mekanisme penyisihan secara simultan antara proses biologis dan adsorptif. Karakteristik pori dan luas permukaan biochar juga mendukung pembentukan mikro-lingkungan yang kondusif bagi aktivitas mikroorganisme, sehingga meningkatkan ketahanan sistem terhadap fluktuasi beban pencemar.
2. Pengaruh volume media terhadap kinerja MBBR terlihat jelas melalui peningkatan efisiensi penyisihan pada pengisian media sebesar 30% dibandingkan 20%. Peningkatan volume media menyediakan luas permukaan yang lebih besar bagi pembentukan biofilm, sehingga meningkatkan kapasitas reaktor dalam menahan beban organik dan nutrisi. Selain itu, volume media yang lebih tinggi berkontribusi terhadap stabilitas biofilm, yang tercermin dari kinerja penyisihan yang lebih konsisten pada berbagai parameter, terutama pada kombinasi dengan HRT yang lebih panjang.
3. Variasi *Hydraulic Retention Time* (HRT) memberikan pengaruh signifikan terhadap kinerja penyisihan seluruh parameter yang diamati. Secara umum, peningkatan HRT diikuti oleh peningkatan efisiensi penyisihan, khususnya

pada parameter yang bergantung pada proses biologis seperti COD, BOD, dan Total Nitrogen. HRT yang lebih panjang memberikan waktu kontak yang memadai antara substrat dan mikroorganisme. Hal ini memungkinkan terjadinya degradasi senyawa organik secara lebih optimal serta transformasi nitrogen yang lebih efektif. Namun, pada beberapa kondisi terjadi fluktuasi nilai TSS dan TDS pada HRT yang lebih lama.

5.2 Saran

Berdasarkan data dan hasil penelitian pengolahan limbah cair industri kecap menggunakan sistem *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR), maka beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambah variasi *Hydraulic Retention Time* (HRT) yang lebih panjang guna memperoleh kondisi optimum yang lebih tepat dalam penyisihan senyawa organik dan nitrogen.
2. Perlu dilakukan penelitian beban organik (Organic Loading Rate/OLR) untuk mengevaluasi ketahanan sistem MBBR terhadap fluktuasi karakteristik limbah kecap..
3. Melakukan Analisis karakterisasi biochar secara lebih mendalam, seperti luas permukaan spesifik, distribusi pori, dan komposisi kimia. Selain itu, variasi bahan baku dan metode aktivasi biochar perlu dikaji untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kinerja MBBR serta potensi peningkatan efisiensi penyisihan parameter pencemar.