

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai kinetika adsorpsi GAC dan zeolit pada *fixed-bed column* untuk pengolahan air gambut pasca koagulasi-flokulasi, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil evaluasi kinerja adsorben, kombinasi Zeolit 75:25 dengan kedalaman *bed* 10 cm ditetapkan sebagai kondisi optimum karena memberikan kinerja penyisihan yang relatif baik terhadap parameter kualitas air gambut secara keseluruhan. Pada variasi tersebut, konsentrasi COD menurun dari 432 mg/L menjadi 16 mg/L dengan efisiensi penyisihan sebesar 96,3%, DOM menurun dari 6,6504 mg/L menjadi sekitar 4,13 mg/L dengan efisiensi penyisihan sekitar 37,9%, TDS menurun dari 164 ppm menjadi 88 ppm dengan efisiensi penyisihan sebesar 46,34%, serta warna menurun dari 20,3 Pt-Co menjadi sekitar 13 Pt-Co dengan efisiensi penyisihan sekitar 36%.
2. Karakteristik luas permukaan dan pori GAC maupun zeolit mengalami perubahan setelah aktivasi dan proses adsorpsi. Luas permukaan spesifik GAC meningkat dari 135,828 m²/g menjadi 325,559 m²/g setelah aktivasi, kemudian menurun menjadi 8,174 m²/g setelah adsorpsi. Pada zeolit, luas permukaan meningkat dari 51,3289 m²/g menjadi 70,6541 m²/g setelah aktivasi dan menurun menjadi 5,426 m²/g setelah adsorpsi. Volume pori menunjukkan kecenderungan yang serupa, sedangkan hasil analisis BJH menunjukkan bahwa kedua adsorben tetap memiliki karakteristik pori pada rentang mesopori.
3. Model Yoon–Nelson merupakan model yang paling representatif dalam menggambarkan proses adsorpsi DOM berdasarkan nilai R² tertinggi, yaitu sebesar 0,7425 pada kedalaman *bed* 5 cm. Nilai R² pada kedalaman 7,5 dan 10 cm masing-masing sebesar 0,4473 dan 0,1006, yang menunjukkan bahwa tingkat kesesuaian model menurun seiring bertambahnya kedalaman *bed*.

Meskipun proses *breakthrough* telah terbentuk selama pengamatan, rendahnya nilai R^2 pada beberapa variasi menunjukkan bahwa model Yoon–Nelson belum mampu merepresentasikan pola perubahan konsentrasi DOM secara konsisten pada seluruh kedalaman *bed*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang ditemukan selama pelaksanaan penelitian, beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan pengoperasian *fixed-bed column* dengan waktu pengamatan yang lebih panjang hingga tercapai kondisi *breakthrough* dan mendekati kejenuhan adsorben. Perpanjangan waktu pengamatan diperlukan karena pada rentang 0–90 menit profil dalam penelitian ini belum menunjukkan pola sigmoid dan belum menggambarkan perkembangan *breakthrough* secara keseluruhan. Dengan data yang mencakup kondisi *breakthrough* hingga kejenuhan, parameter model Thomas dan Yoon–Nelson dapat ditentukan dengan tingkat representasi yang lebih baik.
2. Penelitian selanjutnya dapat melakukan variasi kondisi operasional lain, seperti debit aliran, konsentrasi awal adsorbat, ukuran partikel adsorben, dan kedalaman *bed* yang lebih luas. Variasi tersebut dapat digunakan untuk mengevaluasi pengaruh kondisi operasi terhadap waktu kontak, perkembangan *mass transfer zone*, kapasitas adsorpsi, serta waktu *breakthrough*, sehingga kondisi operasi optimum pada sistem *fixed-bed column* dapat ditentukan secara lebih komprehensif.
3. Karakterisasi adsorben setelah proses adsorpsi dapat dikembangkan menggunakan metode karakterisasi tambahan selain BET, sehingga perubahan adsorben tidak hanya ditinjau berdasarkan luas permukaan dan

karakteristik pori. Karakterisasi tambahan dapat digunakan untuk memperkuat penjelasan mengenai perubahan permukaan maupun interaksi antara adsorben dengan senyawa yang terdapat dalam air gambut.

4. Kombinasi Zeolit:GAC 75:25 dengan kedalaman *bed* 10 cm dapat digunakan sebagai dasar untuk penelitian lanjutan karena pada penelitian ini memberikan kinerja yang relatif baik dan konsisten terhadap beberapa parameter kualitas air. Penelitian berikutnya dapat difokuskan pada optimasi kondisi operasi kombinasi tersebut serta pengujian dalam waktu operasi yang lebih panjang untuk mengetahui kapasitas dan umur pakai media secara lebih representatif.