

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai kombinasi sistem *Intermittent Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) dan mikroalga dalam pengolahan limbah cair domestik Rusunawa Gunung Anyar Surabaya, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Laju pertumbuhan spesifik tertinggi pada sistem *Intermittent* MBBR kombinasi *Chlorella vulgaris* diperoleh pada variasi waktu proses 4 jam oksik–1 jam anoksik–3 jam oksik, yaitu sebesar $0,0887 \text{ jam}^{-1}$ pada basis suspensi dan $0,0964 \text{ jam}^{-1}$ pada basis terlekat. Pada kombinasi *Nannochloropsis sp.*, laju pertumbuhan spesifik tertinggi juga diperoleh pada variasi waktu proses yang sama, yaitu sebesar $0,0756 \text{ jam}^{-1}$ pada basis suspensi dan $0,0897 \text{ jam}^{-1}$ pada basis terlekat. Secara keseluruhan, laju pertumbuhan basis terlekat lebih tinggi dibandingkan basis suspensi.
2. Pembentukan biomassa total tertinggi diperoleh pada sistem *Intermittent* MBBR kombinasi *Chlorella vulgaris* sebesar 1.680 mg/L , diikuti *Nannochloropsis sp.* sebesar 1.570 mg/L , dan reaktor kontrol sebesar 1.130 mg/L , yang seluruhnya dicapai pada variasi waktu proses 3 jam oksik–2 jam anoksik–3 jam oksik.
3. Kemampuan penyisihan COD tertinggi terdapat pada kombinasi dengan *Chlorella vulgaris* sebesar 74–76% pada waktu proses 3 jam oksik - 2 jam anoksik - 3 jam oksik. Mikroalga menyuplai oksigen fotosintesis yang memperkuat degradasi aerobik oleh bakteri heterotrofik pada fase oksik, sekaligus mendukung denitrifikasi pada fase anoksik. Kemampuan penyisihan amonia tertinggi pada *Chlorella vulgaris* 73,57% pada waktu proses 4 jam oksik - 1 jam anoksik - 3 jam oksik. *Chlorella vulgaris* menunjukkan kemampuan asimilasi amonium yang lebih tinggi dibandingkan *Nannochloropsis sp.* karena pertumbuhannya yang lebih aktif pada air limbah rusunawa. Kemampuan penyisihan fosfat tertinggi pada *Chlorella vulgaris* 73% dengan waktu proses 4 jam oksik - 1 jam anoksik - 3 jam oksik. Semakin

tinggi pigmen klorofil-a yang terbentuk, semakin besar fosfat yang terserap, sehingga reaktor dengan klorofil-a tertinggi menghasilkan penyisihan fosfat terbaik.

4. Berdasarkan hasil *General Linear Model* (GLM) *Two-Way* ANOVA, faktor jenis mikroalga dan variasi waktu proses berpengaruh signifikan terhadap persentase penyisihan COD, amonia, dan fosfat ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut Tukey's menunjukkan bahwa reaktor MBBR dengan *Chlorella vulgaris* menghasilkan rata-rata penyisihan tertinggi dan berbeda nyata dibandingkan *Nannochloropsis sp.* maupun reaktor kontrol. Berdasarkan rata-rata persentase penyisihan yang diperoleh, kombinasi *Chlorella vulgaris* dengan variasi waktu proses 3 jam oksik–2 jam anoksik–3 jam oksik merupakan kondisi optimum untuk penyisihan COD, sedangkan kombinasi *Chlorella vulgaris* dengan variasi waktu proses 4 jam oksik–1 jam anoksik–3 jam oksik merupakan kondisi optimum untuk penyisihan amonia dan fosfat.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan keterbatasan penelitian ini, beberapa saran direkomendasikan untuk penelitian selanjutnya:

1. Penambahan siklus oksik-anoksik perlu dipertimbangkan pada penelitian lanjutan. Seluruh perlakuan dalam penelitian ini belum memenuhi baku mutu effluen domestik yang berlaku, sehingga penambahan siklus oksik-anoksik diperkirakan dapat meningkatkan efisiensi penyisihan COD, amonia, dan fosfat.
2. Peletakan cahaya perlu dikaji lebih lanjut agar sebaran cahaya untuk membantu proses fotosintesis berjalan lebih optimal sehingga produksi O_2 *in situ* dan asimilasi nutrien berlangsung lebih efisien.
3. Penambahan parameter pengukuran nitrat dan nitrit pada setiap fase oksik-anoksik disarankan untuk memberikan gambaran yang lebih lengkap mengenai jalur transformasi nitrogen, sehingga efisiensi nitrifikasi dan denitrifikasi dapat dievaluasi secara lebih kuantitatif.
4. Penelitian lanjutan guna mengkaji peran klorofil-a dan klorofil-b pada *Chlorella vulgaris* dalam penyisihan parameter dan pembentukan biomassa.

5. Perhitungan neraca massa atau *mass balance* untuk mengetahui jumlah nitrogen atau fosfor yang terserap ke biomassa mikroalga, terdenitrifikasi, dan tersisa di effluen.
6. Diperlukan metode tambahan seperti analisis mikroskopis, pengukuran DNA spesifik (qPCR), atau pemisahan biomassa secara fisik pada penelitian selanjutnya agar dapat melihat lebih dominan mikroalga atau mikroorganisme.