

BAB V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Air limbah industri batik berasal dari sisa proses pewarnaan sintetis, sisa pelorodan lilin dan sisa proses pencucian dengan jenis pewarna sintetis indigosol dan naphthol. Air limbah yang dihasilkan oleh industri batik mengandung polutan yang melebihi baku mutu terutama untuk parameter COD, BOD₅, TSS dan minyak dan lemak.

Aerobik granul berhasil dikembangkan dari *sludge* IPAL lumpur aktif dengan umpan berupa natrium asetat konsentrasi COD 900-1200 mg/L. Granul terbentuk setelah 14 hari operasi reaktor dengan dua kali siklus per hari, satu siklus dijalankan selama 310 menit terdiri dari *feeding* (pemasukan umpan) 2,5 menit, kondisi anaerob 90 menit, kondisi aerob 210 menit, pengendapan 5 menit dan *withdraw* (pengeluaran efluen) 2,5 menit dan *volume exchange ratio* 60%.

Jumlah granul asetat mencapai 76,74% dengan persentase tertinggi adalah granul dengan ukuran partikel $0,3\text{mm} < d < 0,7\text{mm}$ sebesar 34,91%. Granul asetat memiliki nilai SVI₅ sebesar 89,51 mL/g dan nilai SVI₃₀ sebesar 86,96 mL/9 dengan nilai rasio SVI₃₀ terhadap SVI₅ adalah 0,97 dan kecepatan pengendapan sebesar 13,8 cm/menit. Efisiensi removal karbon organik selama tahap granulasi dengan konsentrasi COD inlet sebesar 900-1200 mg/L mencapai 94-97%.

Peningkatan konsentrasi air limbah industri batik berpengaruh terhadap karakteristik aerobik granul. Jumlah granul pada pengolahan air limbah industri batik konsentrasi 50% mencapai 93% dengan fraksi tertinggi adalah granul dengan ukuran $d > 2\text{mm}$. Jumlah granul pada pengolahan air limbah industri batik konsentrasi 100% turun menjadi 65,01% dengan fraksi tertinggi adalah partikel flok dengan ukuran $d < 0,3\text{mm}$ sebanyak 34,99%. Nilai SVI₅ pada tahap pengolahan air limbah industri batik mencapai 74,26 mL/g sedangkan nilai SVI₃₀ adalah sebesar 79,21 mL/g. Kecepatan pengendapan granul meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi air limbah batik dan berkurangnya jumlah biomassa dalam reaktor mencapai 18,5 cm/menit.

Konsentrasi biomassa dalam reaktor dan efisiensi removal COD menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi air limbah industri batik. Rata-rata efisiensi removal COD pada pengolahan air limbah industri batik sebanyak 25%, 50% dan 100% masing-masing adalah 84,35%, 73,80% dan 56,04%. Performa removal polutan BOD₅, COD, TSS dan minyak lemak pada pengolahan 50% air limbah industri batik masing-masing adalah sebesar 73,44%, 69,77%, 85,65% dan 83,44%. Performa removal polutan BOD₅, COD, TSS dan minyak lemak pada pengolahan 100% air limbah industri batik masing-masing adalah sebesar 63,54%, 54,62%, 77,94% dan 59,68%.

Sistem aerobik granul memiliki kemampuan untuk mendegradasi air limbah industri batik sehingga diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif dalam perencanaan industri batik berwawasan lingkungan melalui aplikasi IPAL dengan penyempurnaan desain dan sistem operasi reaktor aerobik granul.

5.2 Saran

Air limbah industri batik memiliki karakteristik mengeluarkan busa jika diaerasi, sehingga jika sistem aerobik granul nantinya diaplikasikan dalam pengolahan air limbah industri batik, desain reaktor hendaknya diantisipasi untuk dapat mengatasi busa yang timbul karena proses aerasi sehingga konsentrasi biomassa dapat tetap dipertahankan dalam sistem.

Hasil uji coba penelitian pengolahan air limbah industri batik dengan konsentrasi influen COD diatas 1500 mg/L belum dapat memenuhi baku mutu, sehingga untuk penelitian selanjutnya supaya memenuhi baku mutu dapat dicoba dengan menambah waktu tinggal hidraulik dengan tetap mempertahankan konsentrasi biomassa di dalam sistem reaktor.

RINGKASAN

Kegiatan industri merupakan salah satu aktivitas manusia yang memiliki dampak signifikan terhadap kerusakan lingkungan. Salah satu jenis industri yang memiliki dampak terhadap keseimbangan ekosistem lingkungan adalah industri batik. Industri batik merupakan salah satu jenis industri tekstil yang ada di Indonesia yang umumnya merupakan industri skala kecil dan menengah dan biasanya belum memiliki pengelolaan hasil samping berupa air limbah yang baik.

Air limbah industri batik berasal dari sisa proses pelorodan malam/lilin serta pewarnaan baik dengan pewarna alam maupun sintesis jenis azo, sehingga mengandung polutan dengan konsentrasi yang cukup tinggi. Beberapa penelitian pengolahan air limbah industri batik telah dilakukan secara fisika-kimia dan biologi namun hasil yang diperoleh belum optimal. Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mendapatkan salah satu alternatif teknologi pengolahan air limbah industri batik dengan sistem aerobik granul yang diharapkan akan lebih efektif, efisien dan ramah lingkungan dibandingkan dengan teknologi yang telah dicoba sebelumnya dalam rangka mendukung industri berwawasan lingkungan dan pembangunan berkelanjutan.

Beberapa penelitian sistem aerobik granul untuk pengolahan air limbah tekstil telah dilakukan namun sebagian besar menggunakan air limbah sintesis dengan jenis polutan warna maupun air limbah dari industri tekstil khusus pewarnaan, sedangkan pada penelitian ini digunakan air limbah industri tekstil jenis batik dengan jenis polutan yang lebih kompleks berasal dari sisa pewarna sintesis, parafin/malam dan soda api. Ruang lingkup kegiatan penelitian ini meliputi :

1. Identifikasi karakteristik air limbah industri batik
2. Pembuatan aerobik granul
3. Uji coba performa aerobik granul dalam pengolahan air limbah industri batik

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan:

1. Air limbah industri batik berasal dari sisa proses pewarnaan sintetis, sisa pelorodan lilin dan sisa proses pencucian dengan jenis pewarna sintetis adalah indigosol dan naphthol. Air limbah yang dihasilkan oleh industri batik mengandung polutan yang melebihi baku mutu terutama untuk parameter COD, BOD, TSS dan minyak dan lemak.
2. Aerobik granul berhasil dikembangkan dari *sludge* IPAL lumpur aktif dengan umpan berupa natrium asetat konsentrasi COD 900-1200 mg/L. Granul terbentuk setelah 14 hari operasi reaktor dengan dua kali siklus per hari, satu siklus dijalankan selama 310 menit terdiri dari *feeding* (pemasukan umpan) 2,5 menit, kondisi anaerob 90 menit, kondisi aerob 210 menit, pengendapan 5 menit dan *withdraw* (pengeluaran efluen) 2,5 menit dan *exchange ratio* 60%.
3. Jumlah granul asetat mencapai 76,74% dengan persentase tertinggi adalah granul dengan ukuran partikel $0,3\text{mm} < d < 0,7\text{mm}$ sebesar 34,91%. Granul asetat memiliki nilai SVI_5 sebesar 89,51 mL/g dan nilai SVI_{30} sebesar 86,96 mL/9 dengan nilai rasio SVI_{30} terhadap SVI_5 adalah 0,97 dan kecepatan pengendapan sebesar 13,8 cm/menit. Efisiensi removal karbon organik selama tahap granulasi dengan konsentrasi COD inlet sebesar 900-1200 mg/L mencapai 94-97%.
4. Peningkatan konsentrasi air limbah industri batik berpengaruh terhadap karakteristik aerobik granul. Jumlah granul pada pengolahan air limbah industri batik konsentrasi 50% mencapai 93% dengan fraksi tertinggi adalah granul dengan ukuran $d > 2\text{mm}$. Jumlah granul pada pengolahan air limbah industri batik konsentrasi 100% turun menjadi 65,01% dengan fraksi tertinggi adalah partikel flok dengan ukuran $d < 0,3\text{mm}$ sebanyak 34,99%. Nilai SVI_5 pada tahap pengolahan air limbah industri batik mencapai 74,26 mL/g sedangkan nilai SVI_{30} adalah sebesar 79,21 mL/g. Kecepatan pengendapan granul meningkat seiring dengan peningkatan

konsentrasi air limbah batik dan berkurangnya jumlah biomassa dalam reaktor mencapai 18,5 cm/menit.

5. Konsentrasi biomassa dalam reaktor dan efisiensi removal COD menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi air limbah industri batik. Rata-rata efisiensi removal COD pada pengolahan air limbah industri batik sebanyak 25%, 50% dan 100% masing-masing adalah 84,35%, 73,80% dan 56,04%. Performa removal polutan BOD₅, COD, TSS dan minyak lemak pada pengolahan 50% air limbah industri batik masing-masing adalah sebesar 73,44%, 69,77%, 85,65% dan 83,44%. Performa removal polutan BOD₅, COD, TSS dan minyak lemak pada pengolahan 100% air limbah industri batik masing-masing adalah sebesar 63,54%, 54,62%, 77,94% dan 59,68%.
6. Sistem aerobik granul memiliki kemampuan untuk mendegradasi air limbah industri batik sehingga diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif dalam perencanaan industri batik berwawasan lingkungan melalui aplikasi IPAL dengan penyempurnaan desain dan sistem operasi reaktor aerobik granul.

Dalam rangka implementasi teknologi, agar sistem aerobik granul dapat diterapkan untuk pengolahan air limbah industri batik maka diperlukan saran dari hasil penelitian ini yaitu dengan perbaikan desain reaktor yang dapat mengatasi busa yang timbul karena proses aerasi sehingga konsentrasi biomassa dapat tetap dipertahankan dalam sistem. Selain itu supaya dapat memenuhi baku mutu, pada penelitian selanjutnya dapat dicoba dengan menambah waktu tinggal hidraulik terutama untuk air limbah dengan konsentrasi nilai COD diatas 1500 mg/L.

