

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

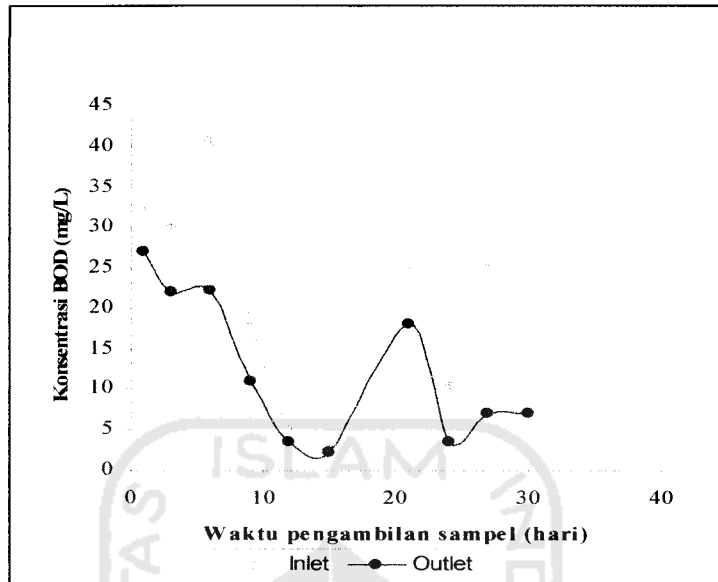
4.1 Hasil Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan *Fluidized bed* bermedia *Styrofoam* ini dimulai dengan melalui suatu proses penumbuhan bakteri pada media styrofoam yang berukuran 50 mm, atau proses ini dikenal dengan istilah *seeding* atau *start up*. *seeding* atau *start up* ini dilakukan selama 30 hari dimulai pada tanggal 8 September 2006, dengan menggunakan limbah *septic tank*. Pada proses ini terlebih dahulu dilakukan penambahan EM₄ pada 100% limbah *septic tank* yang berfungsi untuk memicu terjadinya pertumbuhan bakteri didalam reaktor. Penelitian dilakukan selama 30 hari, setelah dilakukan pencampuran 100% limbah *septic tank* dengan EM₄. Dari hasil penelitian yang dilakukan selama 30 hari (mulai dari tgl 8 September – 8 Oktober 2006), diperoleh hasil penelitian terhadap konsentrasi BOD dan TSS sebagai berikut:

4.1.1 Hasil Konsentrasi BOD

Dalam penelitian ini, pengukuran BOD dilakukan setiap 3 hari sekali. Pada Tabel 4.1 (lampiran II) ditunjukkan perolehan data dan efisiensi dari hasil pengukuran konsentrasi BOD selama penelitian.

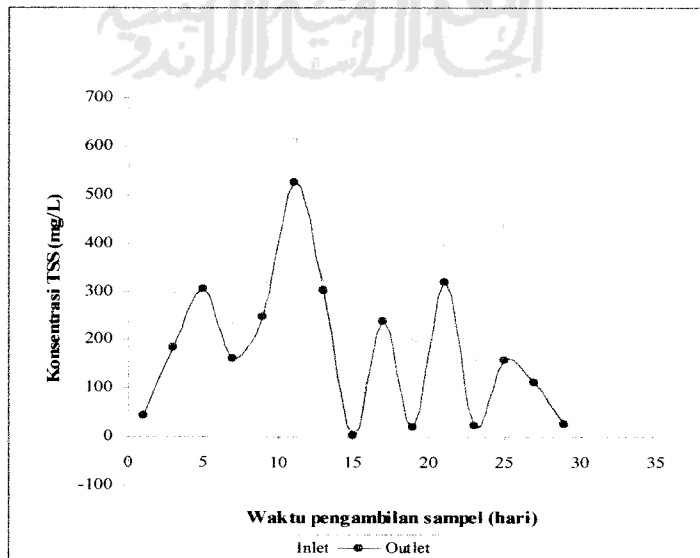
Grafik konsentrasi BOD pada Inlet dan Outlet



4.1.2 Hasil Konsentrasi TSS

Dalam penelitian ini, pengukuran TSS dilakukan setiap 2 hari sekali. Pada Tabel 4.2 (Lampiran II) ditunjukkan perolehan data dan efisiensi dari hasil pengukuran konsentrasi TSS.

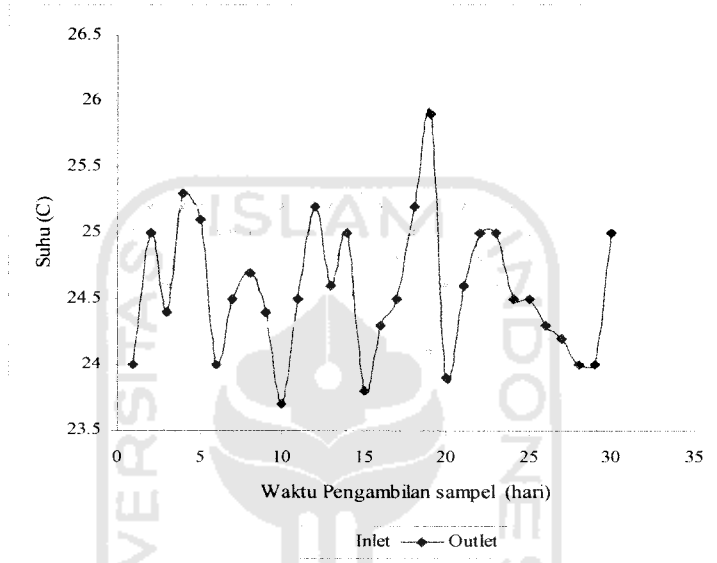
Grafik konsentrasi TSS pada Inlet dan Outlet



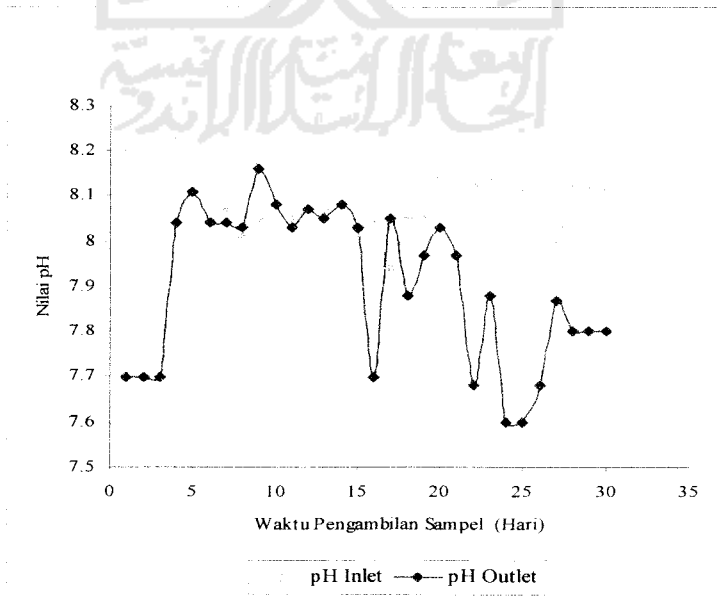
4.1.3 Hasil Pengukuran Suhu dan pH

Dalam penelitian ini, pengukuran suhu dan pH dilakukan setiap hari. Pada Tabel 4.3 dan 4.4 (Lampiran II) ditunjukkan perolehan data hasil pengukuran terhadap suhu dan pH.

Grafik Pengukuran Suhu pada inlet - outlet



Grafik Pengukuran pH pada inlet – outlet





4.2 Uji Statistik

Untuk menguji hasil analisa di atas diperlukan suatu uji statistik untuk mendukung hipotesa yang telah dibuat. Pengujian statistik yang digunakan adalah Uji T atau *T-Test* (untuk perhitungan yang lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran III). Berikut ini adalah Pengujian *T-Test* untuk setiap parameter analisa :

4.2.1 *T-Test* untuk Analisa BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Setelah dilakukan pengujian statistik menggunakan metode *T-Test*, dimana uji ini dilakukan untuk membandingkan keadaan variabel dari dua rata-rata sampel (dapat dilihat pada lampiran III) didapatkan hasil sebagai berikut :

Membandingkan t tabel (*t critical*) dengan t hitung (*t stat*) yaitu :

- 2.101 < 1.0.35 < 2.048 , maka Ho diterima dan Ha ditolak Kesimpulan :

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi BOD pada Inlet dan Outlet DITOLAK

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi BOD pada Inlet dan Outlet DITERIMA

4.2.2 *T-Test* untuk Analisa TSS (*Total Suspended Solid*)

Membandingkan t tabel (*t critical*) dengan t hitung (*t stat*) yaitu :

- 2.048 < 1.654 < 2.048, maka Ho diterima dan Ha ditolak Kesimpulan :

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada Inlet dan Outlet DITOLAK

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada Inlet dan Outlet DITERIMA

4.2.3 *T-Test* untuk Analisa pH

Membandingkan t tabel (*t critical*) dengan t hitung (*t stat*) yaitu :
 $-2.002 < 5.601 > 2.002$, maka H_a diterima dan H_o ditolak

Kesimpulan :

H_a : Terdapat perbedaan yang signifikan antara pH pada Inlet dan Outlet
DITERIMA

H_o : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara pH pada Inlet dan Outlet DITOLAK

4.2.4 *T-Test* untuk Analisa Suhu

Membandingkan t tabel (*t critical*) dengan t hitung (*t stat*) yaitu :
 $-2.001 < 0.7477 < 2.001$, maka H_o diterima dan H_a ditolak.

Kesimpulan :

H_a : Terdapat perbedaan yang signifikan antara suhu pada Inlet dan Outlet
DITOLAK

H_o : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara suhu pada Inlet dan Outlet DITERIMA

4.3. Pembahasan

4.3.1. Pembahasan Konsentrasi BOD

Pengambilan sampel untuk parameter BOD dilakukan setiap 3 hari sekali, selama 30 hari. Hasil uji *t-test* menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antara inlet dan outlet. Terdapatnya Perbedaan yang tidak signifikan ini terjadi karena kurangnya waktu kontak air buangan pada media filter yang berpengaruh pada kemampuan adsorpsi air limbah pada lapisan biofilm. Menurut Davis (1991) semakin lama waktu kontak semakin besar adsorpsi bahan dalam air buangan pada lapisan biofilm. Permukaan media yang kasar mampu menyediakan area yang lebih besar untuk melekatnya mikroorganisme akan tetapi pada penelitian ini digunakan media yang memiliki permukaan yang halus/licin, yang mana hal ini dapat mempengaruhi kemampuan mikroba untuk menempel pada media. Kecepatan aliran juga mempengaruhi persentase removal. Semakin cepat kecepatan aliran ke atas (*up flow*), maka dapat mempengaruhi terjadinya pengelupasan biofilm pada media (*Krisno Wahyu, 2000*).

Dari rata – rata data hasil penelitian terjadi penurunan konsentrasi BOD yaitu rata-rata sebesar 39.17%. Penurunan konsentrasi BOD disebabkan karena adanya proses degradasi bahan – bahan organik maupun anorganik oleh mikroorganisme. Proses degradasi bahan organik maupun anorganik ini dilakukan oleh mikroorganisme untuk memenuhi kebutuhan nutrisi maupun energi bagi pertumbuhan dan penguraiannya. Penurunan BOD juga dapat disebabkan oleh adanya material soluble yang tertahan pada media. Terjadi gaya tarik menarik massa dan gaya elektrostatis adalah suatu kombinasi dua kekuatan yang disebut

adsorpsi, memungkinkan partikel tetap berhubungan dengan partikel padat lain dan media.

Sebagian besar mikroorganisme dapat hidup baik dengan atau tanpa oksigen, hanya beberapa saja organisme adalah obligat anaerob atau aerob. Organisme yang hidup pada kondisi baik anaerobik maupun aerobik adalah organisme fakultatif. Apabila tidak ada oksigen dalam lingkungannya, mereka mampu memperoleh energi dari degradasi bahan organik dengan mekanisme anaerobik, tetapi bila terdapat oksigen terlarut, mereka akan memecah bahan organik lebih sempurna. Organisme dapat memperoleh energi lebih banyak dengan oksidasi aerobik daripada oksidasi anaerobik, sebagian besar mikroorganisme dalam proses pengolahan limbah secara biologis adalah organisme fakultatif (Ibnu, 2002).

Kenaikan dan penurunan kadar BOD terjadi karena pada keadaan awal penelitian ini belum terjadi kestabilan dalam pertumbuhan bakteri. Kenaikan kadar BOD ini juga terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi dari inlet dimana terdapat perbedaan beban limbah *septic tank* setiap harinya. Beban limbah *septic tank* berubah-ubah sesuai dengan aktivitas dan banyak sedikitnya beban yang masuk.

Berdasarkan Keputusan KepMenLH 112/2003 tentang pedoman penetapan Baku Mutu Limbah Domestik, untuk parameter BOD batas maksimum yang diperbolehkan tidak boleh lebih dari 100 mg/L. Dari parameter BOD ini dapat dilihat bahwa reaktor belum efektif apabila telah dijalankan pada saat *startup*, tetapi sudah dapat memberikan penurunan pada konsentrasi BOD.

Kondisi sudah dikatakan *steady state* apabila waktu penumbuhan bakteri telah lebih dari 3 minggu untuk proses aerobik dan telah mencapai waktu 3-6 bulan untuk proses anaerobik. Saat penurunan konsentrasi bahan organik dalam keadaan stabil maka dapat dikatakan kondisi telah *steady state*. Ketika pertumbuhan bakteri konstan, maka kondisi *steady state* berlaku. Dimana kecepatan terbentuknya pertumbuhan bakteri sama/ sebanding dengan kecepatan penguraian.

Untuk menjaga pertumbuhan mikroorganisme maka harus memperhatikan keasaman, suhu, waktu retensi dan kebutuhan nutrisi.

4.3.2. Pembahasan Konsentrasi TSS

Pengambilan sampel untuk TSS dilakukan setiap 2 hari sekali, selama 30 hari. Hasil uji *t-test* menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antara inlet dan outlet. Terdapatnya perbedaan yang tidak signifikan antara inlet dan outlet terjadi karena kurangnya waktu kontak yang terjadi pada reaktor untuk melakukan proses adsorpsi. Permukaan media yang kasar mampu menyediakan area yang lebih besar untuk melekatnya mikroorganisme akan tetapi pada penelitian ini digunakan media yang memiliki permukaan yang halus/licin, yang mana hal ini dapat mempengaruhi kemampuan mikroba untuk menempel pada media.

Dari rata – rata data hasil penelitian terjadi penurunan konsentrasi TSS yaitu rata-rata sebesar 60.6%. Penurunan konsentrasi TSS dapat terjadi karena di dalam reaktor fluidized bed terjadi mekanisme fisik yaitu proses screening

(penyaringan). Proses screening ini akan meremoval partikel-partikel yang lebih besar dari pori atau celah media filter. Ketika air limbah yang mengandung TSS ini melewati media styrofoam, maka TSS akan tertahan pada pori atau celah-celah media styrofoam. TSS yang telah tertahan pada pori atau celah-celah media styrofoam ini akan mengalami proses biologi yaitu TSS didegradasi oleh bakteri. Hal ini terjadi karena TSS atau zat padat tersuspensi terdiri dari zat padat tersuspensi organis dan zat padat tersuspensi inorganis. Dimana zat padat tersuspensi organis ini dan juga bahan-bahan organik lainnya diperlukan bakteri untuk pertumbuhan selnya, bahan-bahan tersebut juga akan dirombak menjadi asam volatile, alkohol, H₂, dan CO₂ (pranoto,2002).

Selain itu menurunnya TSS dapat juga disebabkan oleh mengendapnya partikel, dikarenakan adanya pengaruh gaya berat. Zat padat tersuspensi dapat diklasifikasikan menjadi zat padat tersuspensi organis dan inorganis. Zat padat tersuspensi sendiri dapat diklasifikasikan sekali lagi menjadi zat padat terapung yang selalu bersifat organis dan zat padat terendap yang dapat bersifat organis dan inorganis. Zat padat terendap adalah zat padat dalam suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya. Zat padat tersuspensi yang bersifat inorganis contohnya tanah liat, kwarts dan yang organis contohnya protein, sisa makanan, ganggang, bakteri. Air limbah banyak mengandung sisa makanan sehingga tergolong dalam sifat organis. Padatan tersuspensi dapat mengurangi penetrasi sinar cahaya kedalam air. Padahal sinar matahari sangat diperlukan oleh mikroorganisme untuk melakukan proses fotosintesis. Karena tidak ada sinar matahari yang masuk, maka proses

fotosintesis tidak dapat berlangsung. Akibatnya kehidupan mikroorganisme menjadi terganggu dan mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesis.

Dari penelitian tersebut, pertumbuhan mikroba pada reaktor juga dapat dipengaruhi oleh Suhu dan pH. Hal ini terlihat dari pengukuran yang dilakukan setiap hari pada suhu dan pH, dimana diperoleh suhu berkisar antara 23-25⁰C dan pH berkisar antara 7-8.

Kebanyakan bakteri, baik dalam biakan murni maupun dalam kultur campuran seperti dalam bioreaktor air limbah, memiliki rentan pH untuk pertumbuhan antara 4 – 9. Secara umum pH optimum untuk pertumbuhan mikroba pada rentang 6.5 – 7.5. [Wilkinson (1975) dan Benefield (1980)], menyarankan bahwa mikroba tumbuh dengan baik pada pH sedikit basa, sementara algae dan fungi tumbuh dengan baik pada kondisi pH sedikit asam. Dalam proses pengolahan air limbah secara biologis pH optimum untuk pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh karakteristik air limbah yang diolah.

Suhu memberikan pengaruh pada proses pertumbuhan biofilm. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air. Peningkatan suhu menyebabkan peningkatan viskositas, reaksi kimia, evaporasi, dan volatilisasi. Peningkatan suhu juga menyebabkan peningkatan gas dalam air, misalnya O₂, CO₂, N₂, CH₄ dan sebagainya (Haslam,1995). Selain itu peningkatan suhu juga menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air dan selanjutnya menyebabkan peningkatan konsumsi oksigen. Peningkatan suhu disertai dengan penurunan kadar oksigen terlarut, sehingga

keberadaan oksigen sering kali tidak mampu memenuhi kebutuhan oksigen organisme akuatik dalam melakukan proses metabolisme dan respirasi.

Penurunan suhu akan mengakibatkan gagalnya proses fermentasi, bakteri-bakteri anaerobik yang bersifat *mesofilik* biasanya dapat tumbuh pada suhu 20 – 45°C. Suhu yang optimum untuk proses fermentasi metana adalah sekitar 37 – 40°C. Sedangkan bakteri yang bersifat *termofilik* yaitu yang hidup pada kisaran suhu 50 – 65°C suhu optimumnya adalah 55°C. Jadi dari hasil pemantauan suhu dalam reaktor *Fluidized bed* ini maka keadaan suhu masih cukup baik bagi pertumbuhan mikroorganisme. Dapat dilihat dari kisaran suhu 23,7-25,9 °C masih memenuhi suhu 20 – 45°C.

