

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Aerobik Horizontal Roughing Filter dengan menggunakan krikil yang berukuran 10-5 mm untuk menurunkan kadar TSS dan Nitrat pada limbah cair industri batik nakula sadewa. Penelitian ini dilakukan secara bertingkat dimana reaktornya disusun secara paralel. Reaktor yang digunakan yaitu sebanyak 3 buah, dimana reaktor pertama bersifat anaerobik sedangkan reaktor kedua dan ketiga bersifat aerobik. Pada penelitian ini reaktor yang digunakan adalah reaktor kedua dan ketiga. Adapun inlet yang akan masuk ke dalam reaktor kedua ini adalah outlet yang berasal dari reaktor pertama yang bersifat anaerobic. Penelitian ini di mulai dengan melalui suatu proses penumbuhan bakteri pada reaktor pertama yang bermedia kerikil yang berukuran 15-11 mm, atau proses ini dikenal dengan istilah *seeding*. *Seeding* ini dilakukan selama 21 hari dimulai pada tanggal 27 April 2006, dengan menggunakan air *septic tank*. Pada proses ini dilakukan pula penambahan gula, urea dan air perasan dari rumen sapi, yang berfungsi sebagai nutrient tambahan untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri tersebut.

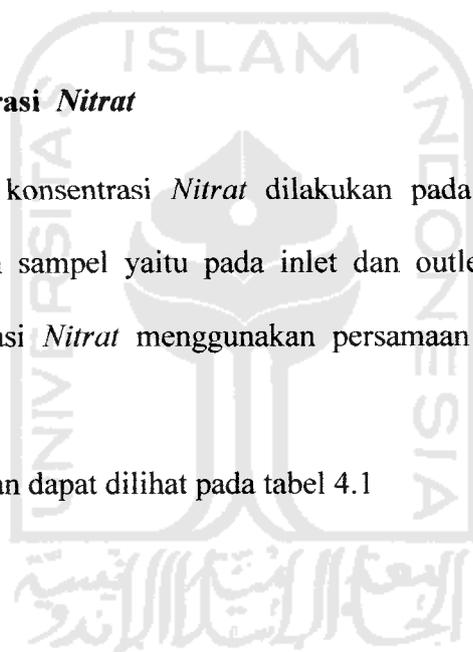
Setelah proses *seeding* dilakukan, maka proses selanjutnya adalah memasukkan air limbah batik yang berasal dari Industri Batik Nakula Sadewa secara bertahap, yaitu sebanyak 25%, 50%, 75% dan 100%. Tujuan memasukkan

limbah secara bertahap ini adalah untuk membentuk kemampuan bakteri dalam menyesuaikan diri dengan kondisi limbah yang diolah. Setelah limbah 100% dimasukkan, air kemudian dialirkan ke reaktor kedua dan ketiga setelah itu dilakukan penelitian selama 10 hari yang dimulai pada tanggal 7 Juni hingga 16 Juni 2006. Dari penelitian yang telah dilakukan tersebut diperoleh hasil penelitian terhadap parameter uji yaitu Nitrat dan TSS, sebagai berikut :

4.1.1. Data konsentrasi *Nitrat*

Pemeriksaan konsentrasi *Nitrat* dilakukan pada setiap dua hari sekali dengan pengambilan sampel yaitu pada inlet dan outlet. Perhitungan efisiensi penurunan konsentrasi *Nitrat* menggunakan persamaan 4.1 *overall efficiency* (Wisley, 1989)

Untuk hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 4.1



Tabel 4.1 Data Konsentrasi Nitrat dan Efisiensinya

Hari ke	Inlet (mg/L)	Outlet 1 (mg/L)	Efisiensi 1 (%)	Outlet 2 (mg/L)	Efisiensi 2 (%)
1a	5.59	5.011	10.3577	4.953	1.1574
1b	1.9565	1.4335	26.7314	2.34	-63.2368
3a	3.633	3.4965	3.7572	2.799	19.9485
3b	2.9505	3.684	-24.8602	3.2965	10.51845
5a	2.889	2.821	2.354	2.822	-0.0354
5b	2.4545	3.3095	-34.8339	3.4515	-4.2906
7a	1.1125	1.091	1.9325	0.833	23.6480
7b	3.2965	0.5735	82.6027	1.0435	-81.9529
9a	4.092	2.7655	32.4169	1.091	60.5496
9b	3.2135	4.4745	-39.2407	2.1155	52.7209
Xr	3.1188	2.866	6.12176	2.4745	1.902715

(Sumber: Penelitian, 2006)

Keterangan : a = Pengambilan pertama

b = Pengambilan kedua

Tanda (-) menunjukkan adanya kenaikan konsentrasi Nitrat

4.1.2. Data konsentrasi TSS (*Total Suspended Solid*)

Pemeriksaan konsentrasi TSS dilakukan pada setiap hari sekali dengan pengambilan sampel yaitu pada inlet dan outlet. Perhitungan efisiensi penurunan konsentrasi TSS menggunakan persamaan 4.1 *overall efficiency* (Wisley, 1989)

Untuk hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Data Konsentrasi TSS dan Efisiensinya

Hari ke	Inlet (mg/L)	Outlet 1(mg/L)	Efisiensi 1 (%)	Outlet 2 (mg/L)	Efisiensi 2 (%)
1a	956	792	17.1548	718	35.7876
1b	1168	750	9.3434	702	6.4
2a	944	652	30.9322	560	37.5510
2b	980	612	14.1104	486	20.5882
3a	1502	1150	23.4354	1130	11.3590
3b	986	874	1.7391	780	10.7551
4a	758	760	-0.2638	614	19.0883
4b	702	568	19.2105	370	34.8591
5a	568	600	-5.6338	426	48.6284
5b	802	412	29	198	51.9417
6a	690	466	32.4637	356	55.344
6b	842	376	23.6051	332	11.70212
7a	984	784	20.3252	662	20.430
7b	558	444	15.56122	354	20.2702
8a	992	546	44.9596	452	15.3614
8b	1328	1124	17.2161	1086	3.3807
9a	1678	1448	13.7067	910	8.0547
9b	1316	1210	37.1546	730	39.6694
10a	2182	1678	23.0980	1488	26.3655
10b	1904	1402	11.3230	1466	-4.5649
Xr	1092	832.4	18.192207	691	23.64858

(Sumber: Penelitian, 2006)

Keterangan : a = Pengambilan pertama

b = Pengambilan kedua

Tanda (-) menunjukkan adanya kenaikan konsentrasi TSS

4.2 Analisa Data

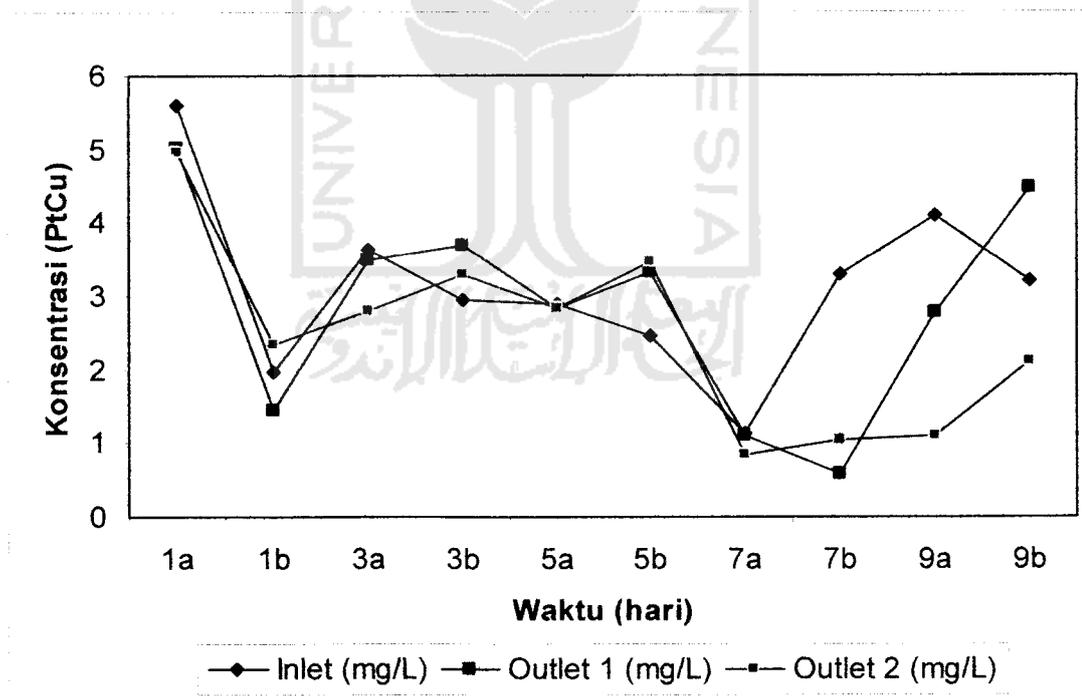
4.2.1 Analisa Data Dengan Menggunakan Anova Untuk Nitrat

Analisa Nitrat menggunakan Uji Anova Satu Jalur bertujuan untuk menguji apakah ada perbedaan yang signifikan atau tidak terhadap konsentrasi Nitrat pada bagian inlet dan outlet.

1. Uji Anova Satu Jalur Untuk Inlet, Outlet I dan Outlet II

Dari perhitungan diperoleh $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ atau $0.6056272 \leq 3.354131$ (lampiran), maka terima H_0 artinya tidak ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi Nitrat bagian inlet dan outletnya.

Berikut ini adalah grafik-grafik yang menunjukkan konsentrasi Nitrat :



Gambar 4.1 Grafik konsentrasi Nitrat dengan hari pengambilan

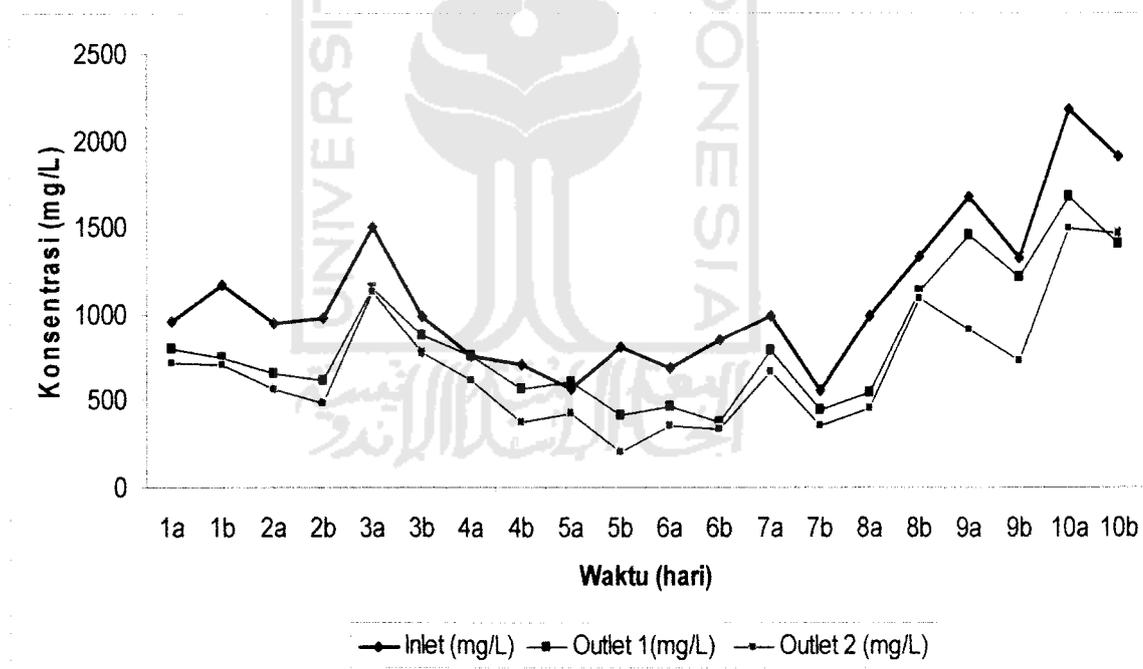
4.2.2 Analisa Data Dengan Menggunakan Anova Untuk Analisa TSS

Analisa TSS menggunakan Uji Anova Satu Jalur bertujuan untuk menguji apakah ada perbedaan yang signifikan atau tidak terhadap konsentrasi TSS pada bagian inlet dan outlet.

1. Uji Anova Satu Jalur Untuk Inlet, Outlet I Dan Outlet II

Dari perhitungan diperoleh $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ atau $5.2706656 \geq 3.158843$ (lampiran), maka tolak H_0 artinya ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outletnya.

Berikut ini adalah grafik-grafik yang menunjukkan konsentrasi TSS :



Gambar 4.3 Grafik konsentrasi TSS dengan hari pengambilan

4.3 Pembahasan

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Aerobik Horizontal Roughing Filter dengan menggunakan krikil yang berukuran 10-5 mm untuk menurunkan kadar TSS dan Nitrat pada limbah cair industri batik nakula sadewa. Penelitian ini dilakukan secara bertingkat dimana reaktornya disusun secara paralel. Reaktor yang digunakan yaitu sebanyak 3 buah, dimana reaktor pertama bersifat anaerobik sedangkan reaktor kedua dan ketiga bersifat aerobik. Pada penelitian ini reaktor yang digunakan adalah reaktor kedua dan ketiga. Adapun inlet yang akan masuk ke dalam reaktor kedua ini adalah outlet yang berasal dari reaktor pertama yang bersifat *anaerobik*

Dari hasil penelitian yang dilakukan selama 10 hari dengan menggunakan reaktor *aerobik horizontal roughing filter* dengan sistem aliran kontinu dalam menurunkan konsentrasi Nitrat dan TSS, dengan titik pengambilan sampel yaitu pada inlet dan outlet masing-masing reaktor, pada setiap sampel dilakukan dua kali pengujian (Duplo). Hasil penelitian seperti yang terdapat pada tabel 4.1 dan tabel 4.2, yang selanjutnya dilakukan uji data statistik menggunakan uji ANOVA satu jalur. Anova atau *analysis of variance* adalah tergolong analisis komparatif lebih dari dua variabel atau lebih dari dua rata – rata. Tujuannya ialah untuk membandingkan lebih dari dua rata – rata. Gunanya untuk menguji kemampuan generalisasi artinya data sampel dianggap dapat mewakili populasi. Dari analisa data penelitian dengan uji Anova satu jalur untuk parameter Nitrat diperoleh hasil bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi bagian Inlet dan outlet pada masing-masing reaktor. Sedangkan untuk parameter TSS diperoleh

hasil bahwa ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi bagian inlet dan outlet pada masing – masing reaktor.

Untuk selanjutnya akan dibahas mengenai adanya perbedaan atau tidak adanya perbedaan yang signifikan antara konsentrasi bagian Inlet dan outlet pada masing-masing reaktor yaitu sebagai berikut :

4.3.1 Konsentrasi Nitrat

Dari hasil analisa data penelitian dengan uji Anova satu jalur untuk parameter Nitrat diperoleh hasil bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi bagian Inlet dan outlet pada masing-masing reaktor. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain disebabkan karena waktu tinggal yang direncanakan dalam reaktor tidak sesuai dengan waktu tinggal yang terjadi dalam reaktor, sehingga *influent* yang masuk bukan menjadi *effluent* yang keluar dari reaktor. Ada beberapa faktor yang menyebabkan waktu tinggal tidak sesuai dengan waktu tinggal yang direncanakan yaitu sulitnya mengatur debit yang keluar dari *inlet* masing – masing reaktor sehingga debit yang keluar bukan debit yang direncanakan dan juga volume reaktor yang direncanakan.

Selain faktor – faktor diatas, faktor lain yang memungkinkan konsentrasi nitrat tidak mempunyai perbedaan yang signifikan adalah kondisi *aerobik* dari reaktor tersebut. Pada umumnya proses pengolahan nitrat secara aerobik tidak akan mengalami penurunan terhadap konsentrasi nitrat melainkan akan terjadi kenaikan terhadap konsentrasi nitrat. Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian konsentrasi nitrat pada reaktor 2 dan 3 yang merupakan proses pengolahan secara

fisik yaitu secara *aerobik*, dimana hasil rata – rata konsentrasi nitrat antara inlet dan outlet di reaktor 2 dan 3 adalah sama, artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar inlet dan outlet.

Kemungkinan - kemungkinan lain yang dapat menyebabkan konsentrasi nitrat mengalami kenaikan yaitu pada sampling terjadi adanya oksidasi oksigen dan juga pada proses autotroph nitrifikasi. Sehingga proses *Nitrifikasi* yaitu proses oksidasi secara biologi dari ammonium-N menjadi Nitrat-N dengan Nitrit-N (NO_2^-) sebagai produk *intermediate* dapat terjadi (Lee, 1999). Dimana ammonium dioksidasi menjadi nitrit dan selanjutnya menjadi nitrat (Herbert, 1999). Sebagaimana telah dijelaskan pada persamaan reaksi 2.1 dan 2.2 yaitu proses nitrifikasi. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu difusi oksigen langsung dalam reaktor, persediaan ammonium yang cukup dari hasil mineralisasi bahan organik air buangan dalam reaktor, persediaan dari karbondioksida sebagai sumber karbon bagi mikroorganisme nitrifikasi. Faktor-faktor tersebut yang menyebabkan nitrat menjadi naik.

Adapun hasil penelitian seperti yang terdapat pada tabel 4.1, dapat dilihat dimana Reaktor *Aerobik Horizontal Roughing Filter* rata – rata mampu menurunkan konsentrasi Nitrat sebesar 6,121% pada reaktor 1 dengan rata – rata konsentrasi awal (inlet) yaitu 3,1188 mg/l dan konsentrasi akhir (outlet) yaitu 2,866 mg/l, sedangkan pada reaktor ke 2 rata – rata mampu menurunkan konsentrasi nitrat sebesar 1,902% dengan rata-rata konsentrasi awal 2,866 mg/l dan konsentrasi akhir 2,4745.

Penurunan konsentrasi nitrat ini disebabkan karena konversi amoniun menjadi nitrit kemudian menjadi nitrat sangat kecil hal ini yang menyebabkan nitrat tidak mengalami kenaikan yang berarti. Faktor lain yang menyebabkan penurunan adalah kondisi *anaerobik* yang ada di dalam reaktor, kondisi ini terjadi karena penyumbatan zat-zat organik yang tersuspensi pada celah-celah atau pori-pori krikil sehingga *suply* oksigen kebagian tengah maupun dasar reaktor tidak terjadi, hal ini yang menyebabkan kondisi reaktor menjadi *anaerobik* sehingga terjadi proses denitrifikasi pada reaktor. Menurut Rittmann (2001), Denitrifikasi adalah proses reduksi nitrat (NO_3^-) dan nitrit (NO_2^-) menjadi gas N_2 . Dengan kata lain adalah sebagai elektron akseptor yang digunakan sebagai energi. Dalam proses denitrifikasi, nitrat akan direduksi menjadi Nitrit (NO_2^-), *nitric oxide* (NO), *nitrous oxide* (N_2O), dan gas N_2 . Inilah yang menyebabkan nitrat mengalami penurunan seperti terlihat pada tabel 4.1

Reaksinya dapat dituliskan sebagai berikut :



4.3.2 Konsentrasi TSS (*Total Suspended Solid*)

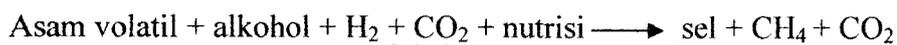
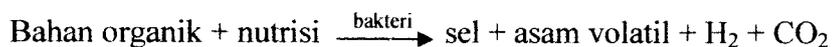
Adapun hasil penelitian seperti yang terdapat pada tabel 4.2, dapat dilihat dimana Reaktor *Aerobik Horizontal Roughing Filter* rata – rata mampu

menurunkan konsentrasi TSS sebesar 18,922% pada reaktor 1 dengan rata – rata konsentrasi awal (inlet) yaitu 1092 mg/l dan konsentrasi akhir (outlet) yaitu 832,4 mg/l, sedangkan pada reaktor ke 2 mampu menurunkan nitrat sebesar 23,648% dengan rata-rata konsentrasi awal 832,4 mg/l dan konsentrasi akhir 691.

Dari hasil analisa data penelitian dengan uji Anova satu jalur untuk parameter TSS diperoleh hasil bahwa ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi bagian Inlet dan outlet pada masing-masing reaktor. Ini berarti di dalam reaktor tersebut terjadi proses pengolahan terhadap TSS. Walaupun waktu tinggal yang direncanakan dalam reaktor tidak sesuai dengan waktu tinggal yang terjadi dalam reaktor, tetapi hal yang paling penting pada penguraian TSS adalah bukan dari waktu tinggal melainkan dari proses penyaringan yang lebih efektif dan juga dari media yang digunakan sangat penting sehingga *influent* yang masuk bukan menjadi *effluent* yang keluar dari reaktor. Ada beberapa faktor yang menyebabkan waktu tinggal tidak sesuai dengan waktu yang direncanakan yaitu sulitnya mengatur debit yang keluar dari *inlet* masing – masing reaktor sehingga debit yang keluar bukan debit yang direncanakan.

Penurunan konsentrasi TSS ini dapat terjadi karena di dalam *aerobik Roughing Filter* terjadi mekanisme fisik yaitu proses *screening* (penyaringan). Proses *screening* ini akan meremoval partikel - partikel yang lebih besar dari pori atau celah media filter (Anonim, 2005). Ketika air limbah yang mengandung TSS ini melewati media gravel maka TSS akan tertahan pada pori atau celah - celah gravel. TSS yang telah tertahan pada pori atau celah - celah gravel ini akan mengalami proses biologi yaitu TSS didegradasi oleh bakteri.

Total Suspended Solid (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, dan bahan - bahan tersebut juga akan dirombak menjadi asam *volatile*, alkohol, H₂ dan CO₂ (Pranoto, 2002).



Pada hari ke 8 sampai hari ke 10 efisiensi penurunan konsentrasi TSS semakin menurun, hal ini disebabkan karena faktor kecepatan dan terjadinya *clogging* pada reaktor sehingga kandungan TSS akan menumpuk dan semakin banyak dan zat organik tidak akan bisa masuk melalui pori – pori kedalam reaktor sehingga dengan kecepatan yang sama zat organik akan langsung keluar melalui *effluent* tanpa melalui proses penyaringan. Adapun faktor lain yang menyebabkan kenaikan dari TSS adalah semakin banyaknya zat organik yang mengandung protein dan karbohidrat yang tertahan di media akan semakin mendukung pertumbuhan mikroba di dalam reaktor. Dengan pertumbuhan mikroba yang semakin banyak di dalam reaktor sama halnya dengan semakin banyaknya kandungan TSS dalam air buangan.