

PENURUNAN KONSENTRASI AMONIAK DALAM LIMBAH CAIR DOMESTIK DENGAN TEKNOLOGI KOLAM (POND) - BIOFILM MENGGUNAKAN MEDIA BIOFILTER PIPA PVC SARANG TAWON DAN BATA RINGAN

R.Taruna Adisuasono , Irawan Wisnu Wardana*) , Endro Sutrisno*)
Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, SH, Tembalang, Semarang
Email :sas.adisuasono@gmail.com

ABSTRACT

The goal to treat domestic wastewater are optimal, economical treatment, and reducing the concentration of Amoniak, nitrate and nitrite as parameters that can cause death to aquatic life. One alternative of domestic wastewater treatment is pond - biofilm technology. This research has two stages, they are acclimatization and running test for reducing compounds in Amoniak, nitrite and nitrate. Acclimatization is the effort of microorganisms to adapt to the new environment. In the process of acclimatization occurs stages of biofilm formation. Domestic wastewater discharge on acclimatization is set at 3 liters / min. The process of acclimatization runs for 45 days. After 45 days of acclimatization process is complete, domestic wastewater is replaced with new one. The calculation of the rate of reducing the compound NH_3 , NO_2 and NO_3 is conducted to test the ability of biofilms that have formed during the process of acclimatization. Sampling was adjusted with water contact time of domestic wastewater. The results pointed a high reduction efficiency on Amoniak, Nitrite and Nitrate by 95.53%, 99.66%, 97.67% at the time detention of 5 hours. The efficiency of reducing the concentration of Amoniak, Nitrite, Nitrate in tapioca waste by using honeycomb pvc pipe and coconut shell as biofilter medias have fulfilled quality standards as regulated by the Central Java No.5 of 2012 amounted to 20 mg / l for Amoniak, 20 mg / l for nitrite and 1 mg / l for nitrates. After treatment by using a pond - biofilm system, Amoniak, Nitrite and Nitrate in the domestic wastewater are 6.423 mg / l, 0.77 mg / l and 0.268 mg / l. Therefore, by using pond - biofilm system is one of the effective and economical alternative in the treatment of domestic wastewater.

Keywords: Domestic Wastewater, Amoniak, Nitrite, Nitrate, biofilter, pond – biofilm system

1.1 Latar Belakang

Limbah cair rumah tangga atau domestik adalah air buangan yang berasal dari penggunaan untuk kebersihan yaitu gabungan limbah dapur, kamar mandi, toilet, cucian, dan sebagainya (Widayat, 2009).

Komposisi limbah cair rata-rata mengandung bahan organik dan senyawa mineral yang berasal dari sisa makanan, urin, dan sabun. Sebagian limbah rumah tangga berbentuk suspensi lainnya dalam bentuk bahan terlarut.

Dilihat dari segi kualitas sumber air untuk saat ini kondisinya sangat memprihatinkan karena telah banyak

mengalami pencemaran yang cukup berat sepanjang daerah aliran sungai. Hal ini disebabkan adanya berbagai kegiatan baik industri maupun rumah tangga yang menghasilkan hasil samping yaitu berupa limbah yang langsung dibuang ke sungai yang mengakibatkan kualitas air sungai menurun.

Alternatif pengolahan limbah cair domestik adalah sistem pengolahan limbah secara biologis dengan menggunakan gabungan teknologi Pond (Kolam) anaerobik dan biofilm secara aerob dan anaerob dengan media biofilter pipa pvc sarang tawon dan bata ringan. Biofilm adalah sel mikroorganisme khususnya bakteri yang melekat pada suatu

*) Dosen Program Studi Teknik Lingkungan FT Universitas Diponegoro

permukaan dan diselimuti oleh pelekat karbohidrat yang dikeluarkan oleh bakteri (Kusuma, 2013). Sedangkan kolam anaerobik digunakan sebagai pengolahan awal dari limbah organik yang kuat atau limbah organik dengan konsentrasi tinggi

1.2 Identifikasi Masalah

Salah satu indikasi tercemarnya suatu perairan adalah kandungan amoniak. Data menunjukkan bahwa kandungan amoniak didalam limbah domestik mencapai 158,8 mg/l. Tingginya konsentrasi amoniak dalam air limbah mengakibatkan suatu lingkungan berada dalam kondisi tercemar. Amoniak adalah senyawa kaustik dan menimbulkan bau tidak sedap yang dapat menyebabkan kerusakan ekosistem perairan, kerusakan paru-paru dan kematian.

1.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah merupakan upaya untuk menetapkan batas-batas lingkup permasalahan. Penelitian ini dibatasi hanya untuk meneliti kemampuan biofilm media biofilter kombinasi pipa pvc dan bata ringan dengan sistem kolam (*Pond*) dalam menurunkan konsentrasi amoniak pada limbah cair domestik. Tidak dilakukan identifikasi mikroorganisme pada media biofilter maupun kolam (*Pond*). Selain itu, penelitian ini dibatasi oleh variabel dan parameter konsentrasi zat. Variabel bebas yang ditetapkan adalah Waktu kontak 5, 4, 3, 2 dan 1 jam. Variabel terikat yaitu parameter amoniak.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh Waktu kontak untuk penurunan konsentrasi amoniak dalam limbah cair domestik.
2. Mengetahui efisiensi penurunan konsentrasi amoniak pada limbah cair domestik dengan menggunakan media biofilter pipa pvc sarang tawon dan bata ringan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium dengan menggunakan reaktor *biofilter* yang berupa drum. Dalam penelitian ini digunakan metode penelitian studi kasus (*case study*) dengan tujuan untuk memberikan gambaran secara mendetail tentang latar belakang, sifat-sifat serta karakter-karakter yang khas dari kasus air limbah dengan mengambil objek penelitian air limbah cair domestik. Penelitian ini digunakan untuk mengetahui efisiensi pengolahan air limbah cair domestik menggunakan kombinasi sistem kolam (*Pond*) dan *biofilm* dengan memvariasikan Waktu kontak terhadap penurunan konsentrasi Amoniak, nitrit dan nitrit.

2.2 Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi perubahan atau variabel yang mampu dimanipulasi untuk menentukan antara fenomena yang diamati. Pada penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah variasi Waktu kontak. Waktu kontak divariasikan yaitu 300 menit, 240 menit, 180 menit 120 menit, dan 60 menit.

2. Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

Variabel terikat adalah faktor-faktor yang diamati dan diukur untuk menentukan adanya pengaruh variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini yakni limbah cair domestik dan konsentrasi Amoniak, nitrit, dan nitrat.

3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol merupakan variabel yang mampu dikendalikan untuk mengetahui hubungan

variabel bebas dengan variabel terikat tidak terpengaruh oleh faktor luar yang tidak diteliti.

a. pH

Bakteri masih dapat hidup dengan pH berkisar 4-9

b. Suhu

Bakteri masih dapat hidup dengan suhu berkisar 25°C – 35°C

2.3 Tahap Penelitian

2.3.1 Seeding

Sebelum digunakan dalam proses pengolahan air limbah tapioka, media pipa pvc sarang tawon dan bata ringan terlebih dahulu dilakukan proses *seeding* selama 45 hari. Setelah biofilm terbentuk maka dapat dilakukan langkah berikutnya.

2.3.2 Running

Setelah proses aklimatisasi selama 45 hari selesai, dilanjutkan dengan proses *running*. Untuk proses *running* ini disesuaikan dengan Waktu kontak air limbah cair domestik yang diinginkan. Pengamatan dilakukan selama 1 hari dan pengambilan sampel dilakukan setiap pergantian Waktu kontak. Debit influen yang masuk ke dalam reaktor selama proses penelitian berdasarkan atas variasi Waktu kontak air limbah yaitu 300 menit, 240 menit, 180 menit, 120 menit, 60 menit. Pengambilan sampel dilakukan pada tiga titik sampling. Tiga titik sampling tersebut yaitu influen dari reaktor biofilm, sekat kolam bermedia, dan sekat kolam tanpa media.

2.3.3 Uji Amoniak

Analisis amoniak dilakukan di laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang dengan metode nessler-spektrofotometri. 25 ml sampel air yang jernih (bila keruh harus disaring) ditambahkan 1-2 tetes pereaksi garam seignette. Kemudian ditambahkan 0,5 ml pereaksi nessler, lalu dikocok dan didiamkan selama 10 menit. Warna kuning yang terjadi diukur intensitasnya dengan spektrofotometer

pada panjang gelombang 420 nm.

Kemudian buat larutan standar NH_3 0,00 , 1,0 , 2,0 , 3,0 , 4,0 dan 5,0 ppm dengan cara mengencerkan larutan standar NH_3 100 ppm. Kemudian dilakukan prosedur yang sama terhadap sampel pada 25 ml tiap larutan standar. Dibuat kurva kalibrasi antara absorban dengan konsentrasi (ppm). Kemudian tentukan slope (ppm/ unit absorban).

2.3.4 Uji Nitrat

Analisis nitrat dilakukan di laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang dengan metode brucin-spektrofotometri. Langkah pertama yaitu 10 ml contoh air yang jernih (bila keruh disaring) ditambahkan 1 ml HCL 1N atau 1M kemudian intensitasnya diukur dengan spektrofotometer UV-VIS dengan panjang gelombang 220-275 nm.

Langkah kedua yaitu dibuat larutan standar Nitrat 0,0, 0,5, 1,0, 2,0, dan 2,5 ppm dengan cara mengencerkan larutan standar nitrat 100 ppm. Kemudian dilakukan prosedur yang sama terhadap sampel pada 10 ml tiap larutan standar. Dibuat kurva kalibrasi antara absorban dan konsentrasi (ppm) kemudian tentukan slope (ppm/unit absorban).

2.3.5 Uji Nitrit

Analisis nitrit dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang dengan metode spektrofotometri. Langkah pertama yaitu 25 ml contoh air yang jernih (bila keruh baru disaring) ditambahkan 1 ml asam sulfanilat dan 1 ml larutan N – (1-Naphthyl ethylene diamin) dihidrochloride kemudian dikocok dan diamkan selama 15 menit. Setelah 15 menit kemudian diukur intensitasnya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 520 nm.

Langkah kedua yaitu dibuat larutan standar nitrit 0,0, 0,1, 0,2, 0,3, 0,5, 0,7, dan 1,0 ppm dengan

mengencerkan larutan standar nitrit 10 ppm. Dilakukan prosedur yang sama terhadap contoh air pada 25 ml tiap larutan standar. Dibuat kurva kalibrasi antara absorbansi dan konsentrasi (ppm) dan tentukan slope (ppm/unit absorbansi).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji Karakteristik Limbah Domestik

Tabel 3.1 Hasil Uji Karakteristik Awal Limbah Domestik

No	Parameter	Hasil Uji (mg/l)	Perda JATENG No.5 Tahun 2012 (mg/l)	Ket
1	Amoniak	143.690	< 20	Melebihi Baku Mutu
2	Nitrat	78.661	< 20	Melebihi Baku Mutu
3	Nitrit	33.095	< 1	Melebihi Baku Mutu
4	pH	7.26	6-9	Sesuai Baku Mutu
5	Suhu	25	<38°C	Sesuai Baku Mutu

Dari hasil pengujian air limbah domestik tersebut dapat diketahui bahwa konsentrasi air limbah domestik yang dihasilkan melebihi baku mutu bagi air limbah yang dibuang ke badan penerima kelas I, II, III dan Laut menurut Perda JATENG No. 5 Tahun 2012.

Suhu dijadikan sebagai variabel kontrol dalam penelitian ini. Pemilihan suhu sebagai variabel kontrol di dasarkan atas pertimbangan bahwa mikroorganisme yang ada didalam reaktor dapat hidup pada pH dan suhu tertentu Oleh karena itu untuk menjaga mikroorganisme tetrap hidup, maka diperlukan adanya kontrol suhu. Media yang digunakan adalah bata ringan dan pipa pvc sarang tawon.

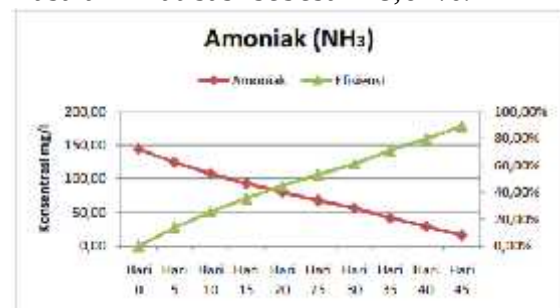
3.2 Proses Aklimatisasi

Berdasarkan pengamatan selama aklimatisasi, proses pengolahan berjalan dengan baik. Hal ini dibuktikan dengan efisiensi penyisihan dari Amoniak, nitrat

dan nitrit yang terus meningkat seiring dengan semakin lama nya waktu aklimatisasi. Bakteri yang tumbuh melakukan penyesuaian diri terhadap pH dan suhu yang menunjukkan nilai 7,08-7,26 dan 25-26°C. Menurut Tchobanoglous et al.(2003), bakteri dapat hidup dan berkembang biak optimal pada Ph 6,5-7,5 dan 25-35°C.

Pada masa aklimatisasi pH relatif stabil dan efisiensi penyisihan Amoniak, nitrat dan nitrit semakin meningkat. Dari tabel 3.2 efisiensi penyisihan konsentrasi Amoniak, nitrat dan nitrit dari reaktor biofilm berkisar antara 13,66% - 88,84%, 10,22% - 91,94%, 10,51% - 94,57%.

Pengolahan dengan teknologi kolam (*pond*) biofilm di operasikan secara kontinyu dari awal limbah dimasukan ke dalam reaktor sampai akhir masa aklimatisasi. Pada masa ini efisiensi reaktor semakin meningkat setiap hari, rata-rata efisiensi selama masa aklimatisasi sebesar 48,61%.

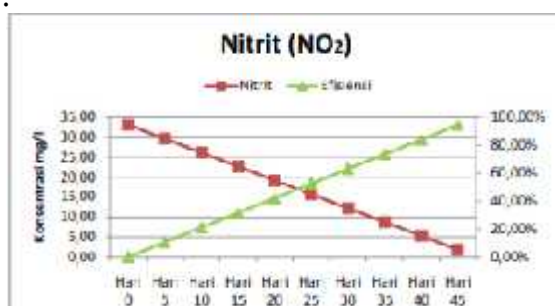


Gambar 3.1 Efisiensi Amoniak

Dari Gambar 3.1 dapat dilihat besarnya penurunan konsentrasi Amoniak yang terjadi selama proses aklimatisasi diperoleh penurunan tertinggi pada hari ke 45 yaitu 88,84%, yang menunjukkan bahwa lapisan biofilm telah terbentuk dengan baik.

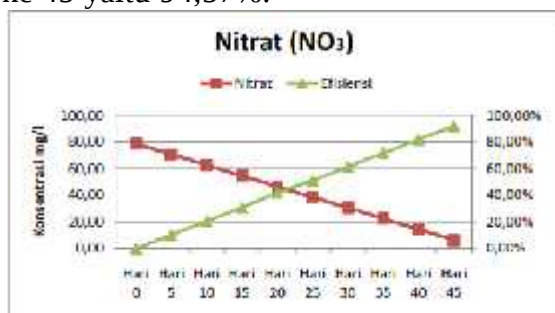
Tabel 3.2 Aklimatisasi Amoniak, Nitrat dan Nitrit pada Reaktor Biofilter

Hari	Ph	Suhu	Amoniak	Efisiensi	Nitrit	Efisiensi	Nitrat	Efisiensi
5	7.21	25	124.06	13.66%	29.617	10.51%	70.625	10.22%
10	7.23	25	107.23	25.33%	26.140	21.02%	62.589	20.43%
15	7.11	26	92.87	35.37%	22.662	31.52%	54.554	30.65%
20	7.14	25	79.62	44.59%	19.185	42.03%	46.518	40.86%
25	7.20	25	67.57	52.97%	15.707	52.54%	38.482	51.08%
30	7.13	25	56.34	60.79%	12.230	63.05%	30.446	61.29%
35	7.19	26	41.77	70.93%	8.752	73.56%	22.411	71.51%
40	7.09	26	29.24	79.65%	5.274	84.06%	14.375	81.73%
45	7.14	25	16.04	88.84%	1.797	94.57%	6.339	91.94%



Gambar 3.2 Efisiensi Nitrit

Dari Gambar 3.2 dapat dilihat besarnya penurunan konsentrasi nitrit yang terjadi selama proses aklimatisasi diperoleh penurunan tertinggi pada hari ke 45 yaitu 94,57%.



Gambar 3.3 Efisiensi Nitrat

Dari Gambar 3.3 dapat dilihat besarnya penurunan konsentrasi nitrat yang terjadi selama proses aklimatisasi diperoleh penurunan tertinggi pada hari ke 45 yaitu 91,94%.

3.3 Analisis Biofilm

Proses metabolisme di dalam sistem biofilm berawal dari terdifusinya senyawa polutan dalam hal ini yaitu Amoniak, nitrat dan nitrit kedalam

lapisan biofilm yang melekat pada permukaan media. Pada saat yang bersamaan dengan menggunakan oksigen yang terlarut dalam air limbah,

Senyawa tersebut akan diuraikan oleh mikroorganisme yang ada dalam lapisan biofilm dan energi yang dihasilkan diubah menjadi biomassa. Suplai oksigen pada reaktor dalam penelitian ini berasal dari difusi udara secara alami dan terjunan dari air limbah yang masuk kedalam reaktor drum dan outlet dari reaktor drum menuju kolam.

Pada saat lapisan biofilm tebal, pada bagian luar lapisan terjadi kondisi aerob sedangkan pada bagian dalam biofilm terjadi anaerobik. Pada lapisan aerobik, nitrogen-ammonium diubah menjadi nitrit dan nitrat yang selanjutnya mengalami proses denitrifikasi menjadi gas nitrogen. Karena di dalam lapisan biofilm terjadi kondisi aerobik dan anaerobik secara bersamaan, maka proses penghilangan senyawa nitrogen menjadi cepat.

3.4 Hasil Penurunan Konsentrasi Amoniak, Nitrat, dan Nitrit

3.3.1 Penurunan Konsentrasi Amoniak

Setelah proses pembiakan mikroba dilakukan, Waktu kontak air limbah di dalam reaktor diubah menjadi 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam dan 5 jam. Perubahan konsentrasi Amoniak setelah melalui proses pengolahan ditunjukkan pada tabel 3.3.

Tabel 3.3
Penurunan Konsentrasi Amoniak

Kode Sampel	Waktu kontak (Jam)	Amoniak (NH ₃) mg/l
KSM 1	1	15.110
KSM 2	2	14.120
KSM 3	3	11.998
KSM 4	4	9.027
KSM 5	5	8.178
KNM 1	1	18.364
KNM 2	2	16.101
KNM 3	3	15.959
KNM 4	4	13.978
KNM 5	5	13.130
Drum 1	1	13.130
Drum 2	2	10.158
Drum 3	3	10.017
Drum 4	4	8.319
Drum 5	5	6.338

Dari hasil penelitian terhadap konsentrasi Amoniak diatas menunjukan penurunan tiap perubahan Waktu kontak. Hal ini menerangkan bahwa proses penguraian Amoniak pada saat nitrifikasi dilakukan oleh mikroorganisme autotrof dan mikroorganisme heterotrof untuk mensintesa sel (said, 2001).

3.3.2 Penurunan Konsentrasi Nitrit

Senyawa nitrit merupakan senyawa peralihan yang terjadi di dalam siklus biologis. Senyawa ini di hasilkan dari proses oksidasi NH₄⁺ menjadi NO₃⁻ oleh bakteri nitrosomonas. Penurunan konsentrasi nitrit ini terjadi karena bakteri nitrobacter segera mengoksidasi nitrit yang terbentuk oleh bakteri nitrosomonas. Penurunan konsentrasi nitrit dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3.4
Penurunan Konsentrasi Nitrit

Kode Sampel	Waktu kontak (Jam)	Nitrit (NO ₂) mg/l
KSM 1	1	1,75
KSM 2	2	1,67
KSM 3	3	1,59

KSM 4	4	1,59
KSM 5	5	1,51
KNM 1	1	1,55
KNM 2	2	1,55
KNM 3	3	1,39
KNM 4	4	1,32
KNM 5	5	1,24
Drum 1	1	1
Drum 2	2	1
Drum 3	3	0,93
Drum 4	4	0,85
Drum 5	5	0,77

3.3.3 Penurunan Konsentrasi Nitrat

Tabel 3.5
Penurunan Konsentrasi Nitrat

Kode Sampel	Waktu kontak (Jam)	Nitrat (NO ₃) mg/l
KSM 1	1	4.732
KSM 2	2	3.393
KSM 3	3	3.393
KSM 4	4	2.500
KSM 5	5	1.607
KNM 1	1	4.732
KNM 2	2	4.286
KNM 3	3	4.286
KNM 4	4	3.393
KNM 5	5	2.054
Drum 1	1	2.946
Drum 2	2	2.946
Drum 3	3	2.054
Drum 4	4	1.607
Drum 5	5	0.268

Dilihat dari penurunan konsentrasi nitrat dari tabel 3.5 menunjukan bahwa di dalam biofilter terjadi proses nitrifikasi. Proses nitrifikasi yang terjadi, menurut Grady & Lim (1980), adalah suatu proses perubahan NH₄-N menjadi NO₂-N yang kemudian menjadi NO₃-N yang dilakukan oleh bakteri autotrofik dan heterotrofik. Perubahan NO₄-N menjadi NO₂-N dilakukan oleh bakteri nitrosomonas dan selanjutnya NO₂-N yang terbentuk diubah menjadi NO₃-N oleh bakteri nitrobacter.

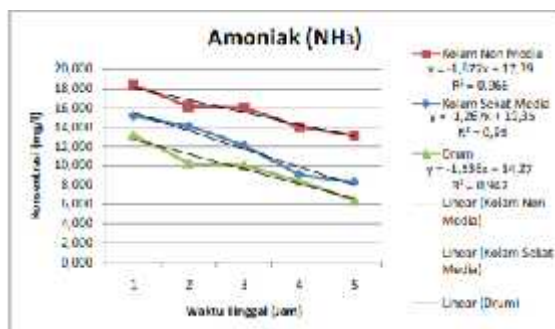
Penurunan konsentrasi nitrat dalam air limbah dapat terjadi karena semakin berkurangnya kandungan oksigen didalam reaktor karena terjadi kondisi anaerobik didalam selang spiral yang terdapat didalam reaktor drum.

3.4 Pengaruh Waktu kontak

Dari hasil analisis penurunan konsentrasi Amoniak, Nitrit dan Nitrat dengan Waktu kontak yang berbeda didapatkan penurunan konsentrasi yang berbeda- beda. Variasi Waktu kontak yang digunakan adalah 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam dan 5 jam.

3.4.1 Pengaruh Waktu kontak Terhadap Konsentrasi Amoniak

Penurunan konsentrasi Amoniak terjadi karena didalam reaktor, air limbah domestik mengalami proses penguraian oleh mikroorganisme yang terdapat di dalam lapisan biofilm.



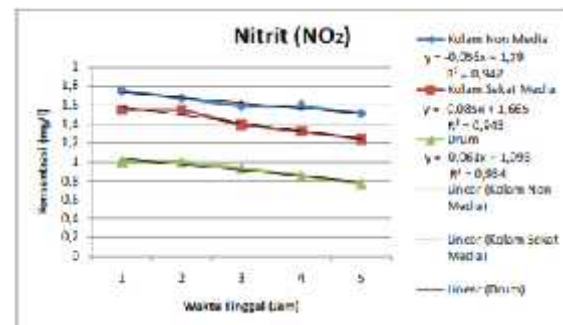
Gambar 3.2 Grafik Hubungan Waktu kontak dengan Konsentrasi Amoniak

Dari gambar 3.2 dapat dilihat besarnya penurunan konsentrasi Amoniak pada setiap Waktu kontak. Semakin lama Waktu kontak pada reaktor, maka konsentrasi Amoniak dalam air limbah akan semakin berkurang.

3.4.2 Pengaruh Waktu kontak Terhadap Konsentrasi Nitrit

Penurunan konsentrasi nitrit terjadi karena di dalam reaktor, air limbah domestik mengalami proses penguraian oleh bakteri nitrobacter segera

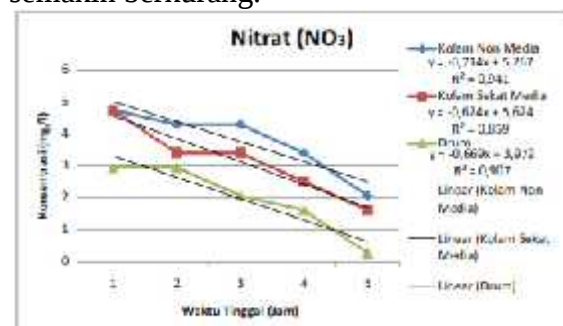
mengoksidasi nitrit yang dibentuk oleh bakteri nitrosomonas.



Gambar 3.3 Grafik Hubungan Waktu kontak dengan Konsentrasi Nitrit

3.4.3 Pengaruh Waktu kontak Terhadap Konsentrasi Nitrat

Penurunan konsentrasi nitrat terjadi karena di dalam reaktor, air limbah domestik mengalami proses nitrifikasi oleh bakteri nitrobacter. Dari gambar 3.3. dapat dilihat besarnya penurunan konsentrasi nitrat pada setiap Waktu kontak. Semakin lama Waktu kontak pada reaktor, maka konsentrasi nitrat dalam air limbah akan semakin berkurang.



Gambar 3.4 Grafik Hubungan Waktu kontak dengan Konsentrasi Nitrat

Dari gambar 3.4. dapat dilihat besarnya penurunan konsentrasi nitrat pada setiap Waktu kontak. Semakin lama Waktu kontak pada reaktor, maka konsentrasi nitrat dalam air limbah akan semakin berkurang.

3.5 Efisiensi Penurunan

3.5.1 Efisiensi Penurunan Terhadap Konsentrasi Amoniak

Tabel 3.6

Pengaruh Terhadap Efisiensi Penyisihan Amoniak

Kode Sampel	Waktu kontak (Jam)	Efisiensi Amoniak
KSM 1	1	87,19%
KSM 2	2	88,76%
KSM 3	3	88,84%
KSM 4	4	90,23%
KSM 5	5	90,86%
KNM 1	1	89,44%
KNM 2	2	90,17%
KNM 3	3	91,56%
KNM 4	4	93,69%
KNM 5	5	94,22%
Drum 1	1	90,82%
Drum 2	2	92,85%
Drum 3	3	93,03%
Drum 4	4	94,13%
Drum 5	5	95,53%

Dari tabel 3.6 dapat dilihat besarnya penurunan konsentrasi Amoniak yang terjadi selama proses penelitian pada reaktor kolam media (KSM) yaitu kolam yang menggunakan media bata ringan dan pipa pvc sarang tawon. Penurunan tertinggi diperoleh sebesar 90,86% pada Waktu kontak 5 jam (KSM 5). Sedangkan reaktor kolam - non-media (KNM) diperoleh efisiensi tertinggi pada Waktu kontak 5 jam (KNM 5) sebesar 94,22%. Dari hasil yang diperoleh pada reaktor KSM menunjukkan nilai efisiensi yang lebih tinggi daripada reaktor KNM. Hal ini disebabkan karena adanya penambahan media biofilter pada reaktor KSM yaitu batu bata ringan dan pipa pvc sarang tawon yang berfungsi sebagai tempat melekat dan berkembangbiaknya bakteri sehingga membentuk lapisan biofilm untuk mengurai Amoniak, sedangkan pada reaktor KNM tidak menggunakan penambahan media biofilter. Pada reaktor drum, efisiensi tertinggi yang

diperoleh sebesar 95,53%. Nilai efisiensi dari reaktor drum lebih tinggi daripada reaktor KSM dari reaktor KNM.

3.5.2 Efisiensi Penurunan Terhadap Konsentrasi Nitrit

Tabel 3.7

Pengaruh Waktu kontak Terhadap Efisiensi Penyisihan Nitrit

Kode Sampel	Waktu kontak (Jam)	Efisiensi Nitrit
KSM 1	1	94,71%
KSM 2	2	94,95%
KSM 3	3	95,20%
KSM 4	4	95,20%
KSM 5	5	95,44%
KNM 1	1	95,32%
KNM 2	2	95,32%
KNM 3	3	95,80%
KNM 4	4	95,80%
KNM 5	5	96,01%
Drum 1	1	96,25%
Drum 2	2	96,98%
Drum 3	3	96,98%
Drum 4	4	97,19%
Drum 5	5	97,67%

Dari tabel 3.7 dapat dilihat besarnya penurunan konsentrasi nitrit yang terjadi selama proses penelitian pada reaktor kolam sekat media (KSM) yaitu kolam yang menggunakan media bata ringan dan pipa pvc sarang tawon. Penurunan tertinggi diperoleh sebesar 99,96% pada Waktu kontak 5 jam (KSM 5). Sedangkan reaktor kolam non-media (KNM) diperoleh efisiensi tertinggi pada Waktu kontak 5 jam (KNM 5) sebesar 99,89%. dari hasil yang diperoleh pada reaktor KSM menunjukkan nilai efisiensi yang lebih tinggi daripada reaktor KNM. Hal ini disebabkan karena adanya penambahan media biofilter pada reaktor KSM yaitu media bata ringandan pipa pvc sarang tawon yang berfungsi sebagai tempat melekat dan berkembangbiaknya bakteri sehingga membentuk lapisan biofilm untuk mengurai nitrit, sedangkan pada reaktor KNM tidak menggunakan

penambahan media biofilter. Pada reaktor drum, efisiensi tertinggi yang diperoleh sebesar 99,82%. Nilai efisiensi dari reaktor drum lebih tinggi dari pada reaktor KSM dan reaktor KNM.

3.5.3 Efisiensi Penurunan Terhadap Konsentrasi Nitrat

. Tabel 3.8

Pengaruh Waktu kontak Terhadap Efisiensi Penyisihan Nitrat

Kode Sampel	Waktu kontak (Jam)	Efisiensi Nitrit
KSM 1	1	93.98%
KSM 2	2	95.69%
KSM 3	3	95.69%
KSM 4	4	96.82%
KSM 5	5	97.96%
KNM 1	1	93.98%
KNM 2	2	94.55%
KNM 3	3	94.55%
KNM 4	4	95.69%
KNM 5	5	97.39%
Drum 1	1	96.25%
Drum 2	2	96.25%
Drum 3	3	97.39%
Drum 4	4	97.96%
Drum 5	5	99.66%

Dari tabel 3.8 dapat dilihat besarnya penurunan konsentrasi nitrat yang terjadi selama proses penelitian pada reaktor kolam sekat media (KSM) yaitu kolam yang menggunakan media bata ringan dan pipa pvc sarang tawon. Penurunan tertinggi diperoleh sebesar 97.96% pada Waktu kontak 5 jam (KSM 5). Sedangkan reaktor kolam non-media (KNM) diperoleh efisiensi tertinggi pada Waktu kontak 5 jam (KNM 5) sebesar 97.39%. dari hasil yang diperoleh pada reaktor KSM menunjukkan nilai efisiensi yang lebih tinggi daripada reaktor KNM. Hal ini disebabkan karena adanya penambahan media biofilter pada reaktor KSM yaitu media bata ringandan pipa pvc sarang tawon yang berfungsi sebagai tempat melekat dan berkembangbiaknya bakteri sehingga membentuk lapisan biofilm untuk mengurai nitrat, sedangkan pada reaktor KNM tidak menggunakan

penambahan media biofilter. Pada reaktor drum, efisiensi tertinggi yang diperoleh sebesar 99,66%. Nilai efisiensi dari reaktor drum lebih tinggi dari pada reaktor KSM dan reaktor KNM.

Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa reaktor KSM dan KNM memiliki nilai efisiensi yang lebih rendah dibandingkan dengan reaktor drum dalam penyisihan konsentrasi Amoniak, Nitrat dan Nitrit. Hal ini disebabkan di dalam reaktor terdapat susunan media biofilter bata ringan dan pipa pvc sarang tawon disertai penambahan selang spiral. Selang spiral berfungsi sebagai media terjadinya proses penguraian konsentrasi Amoniak, nitrat dan nitrit secara anaerob sehingga nilai efisiensi yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan reaktor lainnya. Perlakuan anaerobik untuk degradasi senyawa organik kompleks dalam limbah domestik muncul sebagai pilihan yang logis karena biodegradasi senyawa-senyawa kompleks dapat dilakukan dalam sistem anaerob. Dalam proses anaerob, senyawa-senyawa organik kompleks (protein, karbohidrat dan minyak/lemak) berantai panjang mula-mula didegradasi menjadi asam lemak dan asam amino sederhana dan berantai pendek serta sejumlah kecil gas hydrogen (Husin, 2008). Selanjutnya asam-asam organik dan asam-asam amino sederhana diuraikan lebih lanjut menjadi gas metan (CH_4), Karbon dioksida (CO_2) dan sejumlah kecil H_2 , Hydrogen Sulfida (H_2S) dan nitrogen biomassa (Balch *et al*, 1977).

Sebab dari menurunnya konsentrasi Amoniak, nitrat dan nitrit dalam air limbah domestik dengan sistem pengolahan kolam (*pond*) – biofilm yaitu waktu kontak air limbah dengan lapisan biofilm yang tumbuh pada permukaan media biofilter bertambah. Sebagian besar amoniak di alam akan dioksidasi menjadi bentuk nitrit (NO_2^-) dan kemudian menjadi nitrat (NO_3^-) yang dilakukan oleh dua

macam bakteri autotrof dalam proses yang disebut *nitrifikasi*.

Senyawa nitrit merupakan bahan peralihan yang terjadi pada siklus biologi. Senyawa ini dihasilkan dari suatu proses oksidasi biokimia amonium, tetapi sifatnya tidak stabil karena pada kondisi aerobik, selama nitrit terbentuk dengan cepat nitrit dioksidasi menjadi nitrat oleh bakteri *nitribacter*. Sedangkan pada kondisi anaerobik, nitrat dapat direduksi menjadi nitrit yang selanjutnya hasil reduksi tersebut dilepaskan sebagai gas nitrogen.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

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

1. Adanya pengaruh Waktu kontak terhadap penurunan konsentrasi Amoniak, Nitrat dan Nitrit dalam limbah cair domestik. Semakin lama Waktu kontak air limbah di dalam reaktor, maka semakin besar pula efisiensi penurunan yang dihasilkan. Efisiensi penurunan Amoniak, Nitrit dan Nitrat tertinggi sebesar 95,53%, 97,67%, 99,66% pada Waktu kontak 5 jam.
2. Terjadinya efisiensi penurunan konsentrasi Amoniak, Nitrit, Nitrat pada limbah cair domestik dengan menggunakan media biofilter pipa pvc sarang tawon dan bata ringan telah memenuhi standar baku mutu sesuai peraturan daerah Jawa Tengah No.5 Tahun 2012 sebesar 20 mg/l untuk Amoniak, 20 mg/l untuk Nitrit dan 1 mg/l untuk Nitrat. Konsentrasi Amoniak, Nitrit dan Nitrat di dalam air limbah domestik setelah diolah menggunakan sistem kolam (*pond*) – biofilm yaitu 6,423 mg/l, 0,77 mg/l dan 0,268 mg/l.

4.2 Saran

1. Perlunya diadakan penelitian lanjutan menggunakan teknologi kolam (*pond*) – biofilm terhadap penyisihan parameter uji untuk amoniak, nitrat dan

nitrit, kemudian parameter uji selain amoniak, nitrat dan nitrit.

2. Perlunya diadakan penelitian lanjutan dengan memvariasikan media biofilter selain menggunakan media bata ringan dan pipa pvc sarang tawon.

3. Perlunya diadakan penelitian lanjutan dengan memvariasikan Waktu kontak dan debit influen.

4. Perlunya diadakan penelitian lanjutan dengan penambahan waktu untuk uji kemampuan lapisan biofilm yang terbentuk menjadi dua kali lipat dari masa aklimatisasi yaitu 90 hari untuk mendapatkan data yang menunjukkan kondisi optimum atau kondisi stasioner dari pengolahan dengan teknologi kolam (*pond*)- biofilm.

5. Penelitian lanjutan dapat menggunakan limbah selain limbah cair domestik

DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, J. 2003. *Immobilization of Activated Sludge in A Column Type Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor*. Majalah IPTEK. Vol.14 No.4 Hal 185-192.
- Alaerts, G dan Santika, SS. 1984. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Balch, W, E. Schoberlh, S., Tanner, R, S dan Wolfe R,S. 1977. *Acetobacterium, A New Genus of Hydrogen Oxidizing, Carbon dioxide-Reducing, Anaerobic Bacteria*, dalam BPPT 1997a.
- Desy, W. 2010. *Penentuan Daya Tampung Beban Cemar Senyawa Nitrat dan Nitrit. Laporan Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro*.
- Eckenfelder, W. W. 2000. *Industrial Water Pollution Control 3rd Edition*. International Edition. Mc Graw – Hill Book Higher Education. Singapore.
- Ekasari, S.R. 2013. *Penyisihan Amonia dari Air Limbah Menggunakan*

- Gabungan Proses Membran dan Oksidasi. Laporan Tesis. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia.
- Environmental Protection Agency, U.S. 1993, *Subsurface Flow Constructed Wetlands for Wastewater Treatment, A Tecnology Assesmen*, Office of Water – Environmental Protection Agency (EPA), USA.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Grady, C.P. Leslie, Jr., Lim, Henry. C. 1980. *Biological Wastewater Treatment*. Marcel Dekker Inc. USA
- Herlambang, Arie.; Widayat, Wahyu.; Suprihatin 2010. *Penyisihan Amoniak dalam Upaya Meningkatkan Kualitas Air Baku PDAM-IPA Bojong Renged dengan Proses Biofiltrasi Menggunakan Media Plastik Tipe Sarang Tawon*. JAI VOL: 6 (2010). No : 1.
- Hindarko, S. 2003. *Mengolah Air Limbah : Supaya Tidak Mencemari Orang Lain*. Penerbit ESHA. Jakarta.
- Horan, N.J. 1990. *Biological Wastewater Treatment System : Theory and Operation*. University of Leeds, England. John Wiley & Sons Ltd.
- Husin, A. 2008. *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Biofiltrasi Anaerob dalam Reaktor Fixed-Bed*. Laporan Tesis. Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara.
- Ilyas, N, I. 2013. *Penurunan Kadar TDS Pada Limbah Tahu Dengan Menggunakan Teknologi Biofilm Media Biofilter Kerikir Hasil Letusan Gunung Merapi Dalam Bentuk Random*. Laporan Skripsi. Fakultas Teknis. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Jamilah, I. Syafruddin dan Mirzawati. 1998. *Pembentukan dan Kontrol Biofilm Aeromonas Hydroplila pada Bahan Plastik dan Kayu*. Laporan Penelitian Lembaga Penelitian Universitas Sumatera. Medan.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- Kusuma, B, A. 2013. *Penurunan Kadar BOD dan Amonia Pada Air Limbah Domestik Menggunakan Teknologi Biofilm dengan media Filter Bunga Pinus, Polongan Bambu, dan Bioball*. Laporan Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro.
- Manahan, S, E. 1994. *Environmental Chemistry 6th*. Lewis Publisher. USA.
- Metcalf dan Eddy. 2003. *Wastewater Engineering : Treatment, Disposal and Reuse, 4th*. McGraw Hill Book Co. New York.
- Mulyana, Y. Purnaini, R. Sitorus, B. 2009. *Pengelolaan Limbah Cair Domestik untuk Penggunaan Ulang (Water Reuse)*. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Pohan, N. 2008. *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Proses Biofilter Aerobik*. Tesis. Medan: Program Studi Teknik Kimia USU.
- Puji dan Nur Rahmi. 2009. *Pengolahan Limbah Cair Domestik Menggunakan Lumpur Aktif Proses Anaerob*. Laporan Skripsi. Universitas Diponegoro. Fakultas Teknik. Semarang.
- Putra, H.P. 2010. *Studi Perbandingan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dinding Menggunakan Bata Ringan*. Retrieved Februari 24, 2014, from <http://ml.scribd.com/doc/33631003/harga-satuan-pekerjaan>
- Rittman, B, E dan McCarty. 2001. *Environmental Biotechnology : Principle and Appllications*. McGraw Hill International Ed. New York.
- Said, N, I. 2008. *Pengolahan Air Limbah Domestik di DKI Jakarta: Tinjauan Permasalahan, Strategi dan Teknologi Pengolahan*. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan. BPPT.
- Said, N, I dan Ruliasih. 2005. *Tinjauan Aspek Teknis Pemilihan Media Biofilter Untuk Pengolahan Air*

- Limbah. JAI. Vol.1, No.3. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan. BPPT.*
- Said, N, I dan Tresnawaty, R. 2001. *Penghilangan Amoniak di dalam Air Baku Air Minum dengan Proses Biofilter Tercelup Menggunakan Media Plastik Sarang Tawon. Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol. 2. Fakultas Teknik Universitas Trisakti.*
- Sugiharto. 1994. *Dasar – dasar Pengolahan Air Limbah. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.*
- Supradata. 2005. *Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias Cyperus Alternifolius, L. Dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetland). Laporan Tesis. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang.*
- Suriawiria, U. 1996. *Mikrobiologi Air dan Dasar – dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis. Penerbit Alumni. Bandung.*
- Suwondo, P. 2008. *Penyisihan Organik Melalui Dua Tahap Pengolahan dengan Modifikasi ABR dan Constructed Wetland Pada Industri Rumah Tangga. Institut Teknologi Bandung. Tesis.*
- Tobing, P, L dan Loebis, S. 1994. *Penggunaan Betagen-Rispa Untuk Pengendalian Limbah Pabrik Kelapa Sawit, Berita PPKS, Vol 2.*
- Widayat, W. 2009. *Daur Ulang Air Limbah Domestik Kapasitas 0,9 m³ per jam Menggunakan Kombinasi Reaktor Biofilter Anaerob Aerob dan Pengelolaan Lanjutan. JAI Vol 5 No 1. Pusat Teknologi Lingkungan. BPPT.*