

## PENGARUH LAJU ALIRAN TERHADAP PENURUNAN CEMARAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK DENGAN SISTEM BIOFILTER

Ayu Putu Sarasdewi<sup>1</sup>, Nyoman Semadi Antara<sup>2</sup>, A.A.P. Agung Suryawan W<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian UNUD

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian UNUD

Email: ayuputusiasarasdewi@yahoo.com<sup>1</sup>

Email koresponden: semadi.antara@unud.ac.id<sup>2</sup>

### ABSTRACT

The aim of this study was to reduce ammonia contamination, Chemical Oxygen Demand (COD), Biological Oxygen Demand (BOD), and Total Suspended Solid (TSS) in the waste water effluent of IPAL using biofilter system. The biofilter system was made of glass tubs containing filter media such as gravel, sand, and zeolite with thickness of 30 cm each. Among filter media was laid by fibers with a thickness of 5 cm. This laboratory scale biofilter system was used to conduct experiment which was design by using a simple randomized block design (RBD). The treatment experimented was the flow rate of wastewater which was consist of four levels, namely 50, 100, 150, 200 ml/min. The results showed that wastewater flow rate variation significantly affected decreasing levels of organic contaminants. The slower rate of wastewater flow had the faster of time needed to reach steady state conditing. The optimum flow rate to reduce level of organic contaminants of domestic wastewater was 50 ml/min. The effectiveness of decreasing the ammonia, COD, BOD, and TSS 91.42%, 74.77%, 52.95%, and 72.76%.

**Keywords:** *Domestic wastewater, Biofilter, Flowrate, Contamination*

### PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk di Bali (1,19 %/tahun) (BPS, 2014) dan peningkatan aktivitas masyarakat pada industri pariwisata (4,34%/tahun) (BPS, 2013) memiliki dampak positif terhadap pembangunan pertumbuhan disegala bidang. Kondisi ini tidak saja berdampak positif tetapi juga berdampak negatif terhadap lingkungan. Hal ini disebabkan karena jumlah limbah yang dihasilkan dari industri ini semakin meningkat. Limbah cair tersebut dapat menyebabkan kerusakan lingkungan apalagi tanpa adanya pengolahan dalam pembuangannya. Selain industri pariwisata, limbah rumah tangga khususnya di daerah perkotaan juga menjadi faktor utama kerusakan lingkungan. Pembuangan limbah industri pariwisata dan rumah tangga ke sungai mengakibatkan penurunan kualitas air sungai dan air tanah.

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Suwung Denpasar merupakan salah satu unit pengolahan air limbah yang dibangun untuk mengolah limbah rumah tangga dan limbah hotel yang dipusatkan pada daerah kota Denpasar, kawasan Sanur dan Kuta. Pengolahan air limbah pada IPAL Suwung tersebut dilakukan secara biologis dengan menggunakan sistem lagoon (BLUPAL, 2007).

Dari analisis yang telah dilakukan, kandungan  $\text{NH}_3$  air limbah pada *effluent* IPAL mencapai 19 mg/L, sedangkan untuk nilai COD, BOD, dan TSS berturut-turut sebesar 200 mg/L, 59 mg/L, dan 160 mg/L. Konsentrasi senyawa organik *effluent* IPAL ini masih berada diatas baku mutu limbah cair domestik menurut Peraturan Gubernur Bali No 8 tahun 2007. Kandungan senyawa organik yang masih tinggi ini disebabkan karena efektifitas sistem pengolahan limbah cair di IPAL masih tergolong rendah (Wahyuni *et al.*,2010).

Bonnin *et al.*,(2008) menyatakan bahwa salah satu cemaran yang umum terkandung dalam air limbah domestik adalah  $\text{NH}_3$ . Kandungan  $\text{NH}_3$  ini bersumber dari sekresi manusia dalam bentuk urine. Menurut Li *et al.*, (2009) konsentrasi  $\text{NH}_3$  diatas 0,11 mg/L dalam perairan akan menimbulkan resiko gangguan pertumbuhan pada semua spesies ikan laut, disamping itu  $\text{NH}_3$  juga berfungsi sebagai sumber nitrogen bagi tumbuhan air. Kandungan  $\text{NH}_3$  tinggi merupakan sumber nutrient bagi tumbuhan air sehingga dapat menyebabkan terjadi *eutrofikasi* dan terganggunya keseimbangan ekosistem.

Biofilter merupakan suatu sistem pengolahan air limbah yang dilakukan dengan cara mengalirkan air limbah ke dalam reaktor biologis yang diisi dengan media filter untuk mengembangbiakkan mikroorganisme pengurai cemaran yang terkandung dalam air limbah dengan menggunakan aerasi ataupun tanpa aerasi (Filliazati *et al.*,2013). Penelitian ini menggunakan media filter berlapis kombinasi antara kerikil, pasir, dan zeolit. Pemilihan media filter ini berdasarkan penelitian sebelumnya yang membahas mengenai kombinasi media filter efektif untuk menurunkan kadar senyawa organik (COD, BOD, dan TSS) pada limbah bir. Kombinasi media filter yang memiliki nilai efektivitas penurunan TSS, BOD, dan COD paling tinggi pada limbah bir adalah kombinasi media filter kerikil, pasir silika, dan zeolit yang memiliki nilai efektifitas sebesar COD 29,38%, BOD 38,05%, dan TSS sebesar 32,1% setelah pengkondisian selama 7 hari (Natalia, 2013). Selain media filter, laju aliran juga merupakan faktor utama yang mempengaruhi hasil saringan dalam pengolahan limbah cair domestik menggunakan sistem biofilter (Saifudin, 2005). Laju aliran limbah sebanding dengan kecepatan filtrasi, dimana semakin kecil laju maka kecepatan filtrasi akan semakin kecil dan sebaliknya (Wegelin, 1996 *dalam* Natalia, 2013).

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menurunkan kadar cemaran organik terutama  $\text{NH}_3$  yang terkandung dalam limbah cair domestik menggunakan sistem biofilter. Pada penelitian ini juga diamati pengaruh laju aliran terhadap efektivitas penurunan bahan cemaran organik pada limbah domestik.

## METODE PENELITIAN

### Limbah Cair Domestik

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah air limbah domestik yang diambil pada *effluent* IPAL. Sampel ini merupakan hasil pengolahan air limbah di IPAL Suwung-Denpasar, dimana pengolahannya dilakukan dengan dua lagun, yaitu lagun aerasi dan sedimentasi. Air limbah yang diolah di IPAL awalnya merupakan air limbah yang berasal dari rumah tangga dan hotel-hotel yang berada di kota Denpasar, kawasan Sanur dan Kuta. Namun saat ini selain air limbah, limbah padat (tinja) juga diolah dalam *lagoon* tersebut.

### Proses Pengolahan Limbah Domestik dengan Sistem Biofilter

Dalam penelitian ini dilakukan pengaliran air limbah ke dalam biofilter dengan perlakuan laju aliran. Variasi laju aliran yang digunakan adalah 50 ml/mnt, 100 ml/mnt, 150 ml/mnt, dan 200 ml/mnt. Biofilter disusun dengan media filter yang terdiri dari kerikil 30 cm, ijuk 5 cm, pasir 30 cm, ijuk 5 cm, dan zeolit 30 cm. Sistem biofilter yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Pada sistem tersebut dapat dijelaskan bahwa sampel sebelum dan sesudah melewati biofilter dianalisis kandungan cemarannya ( $\text{NH}_3$ , COD, BOD, TSS, dan pH). Sampel yang diambil dari *effluent* IPAL ditampung dalam bak penampung kemudian dialirkan melalui bak biofilter dengan laju aliran yang berbeda-beda. Pada bak biofilter tersebut air limbah mengalami 4 kali proses filtrasi. Proses filtrasi yang pertama adalah kontak langsung air limbah dengan media kerikil. Pada media ini terjadi dua proses filtrasi yaitu proses filtrasi mekanik yang terjadi melalui pori-pori efektif lapisan kerikil dan filtrasi biologis terjadi melalui kontak sampel dengan bakteri pengurai  $\text{NH}_3$  (*Nitrosomonas sp*) dan nitrit (*Nitrobacter sp*) yang hidup pada permukaan kerikil (Lead, 2003). Selanjutnya air limbah mengalir melalui media ijuk dimana media ini berfungsi untuk menyaring partikel yang lolos dari lapisan sebelumnya dan meratakan aliran air. Selain itu ijuk juga berfungsi sebagai media penyangga antara media satu dengan media lainnya. Setelah melewati media ijuk air limbah akan mengalir melewati media pasir. Dalam media ini, air limbah mengalami proses filtrasi untuk mengurangi kandungan lumpur dan bahan-bahan padat yang ada pada air limbah rumah tangga serta dapat menyaring bahan padat terapung. Saringan pasir juga berfungsi untuk menurunkan bahan organik. Selain itu saringan pasir dapat menurunkan kesadahan air dengan keefektifan penyaringan 4,607 – 7,02%. Hal ini disebabkan karena pasir merupakan jenis senyawa *silica* dan oksigen yang dalam air berupa koloid yang mengikat OH pada permukaan membentuk lapisan pertama yang bermuatan negatif (Saeni *et al.*, 1990 dalam Syahriar Tato, 2013). Selanjutnya air limbah melewati ijuk, kemudian melewati zeolit. Media zeolit berfungsi sebagai bahan penyaring dalam pemurnian air dan juga dapat menurunkan kadar bakteri *Escherichia coli* dalam perairan (Yanto, 2011), menyerap amoniak dalam suatu perairan, dapat mengurangi unsur-unsur logam berat (Cd, Pb, Zn, Cu, dan

Ni) yang terdapat dalam air limbah (Shofianty, 1999 dalam Sihombing, 2007). Setelah melewati bak biofilter air limbah ditampung pada bak penampung akhir, dan selanjutnya dianalisis di laboratorium.



Gambar 1. Desain Sistem Biofilter

### Rancangan Percobaan

Penelitian ini merupakan percobaan skala laboratorium yang dirancang dengan rancangan acak kelompok sederhana dengan perlakuan laju aliran air limbah yang terdiri dari empat taraf yaitu 50 ml/menit, 100 ml/menit, 150 ml/menit, dan 200 ml/menit. Apabila perlakuan berpengaruh nyata terhadap variabel yang diamati maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (Harsojuwono *et al.*, 2011).

### Variabel yang diamati

#### Penentuan kondisi *steady state*

*Steady State* adalah kondisi ketika sifat-sifat suatu sistem tidak berubah seiring berjalannya waktu (konstan). Menurut Herlambang (2003) waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi *steady state* dalam pengolahan air limbah domestik dengan sistem biofilter adalah 14 hari, sedangkan menurut Sabli (2002) kondisi *steady state* dalam pengolahan air limbah domestik menggunakan medium tanah mencapai waktu 10 hari. Parameter yang digunakan untuk menentukan sistem biofilter telah mengalami kondisi *steady state* adalah Uji TSS. Dalam penelitian ini uji TSS dilakukan setiap hari sampai sistem biofilter mencapai kondisi *steady state*.

**NH<sub>3</sub>**

Sampel disiapkan dengan cara menyediakan contoh uji yang telah diambil sesuai dengan metode pengambilan contoh uji kualitas air. Setelah itu dilakukan persiapan pengujian antara lain pembuatan larutan induk amonium, pembuatan larutan baku amonium, dan pembuatan kurva kalibrasi. Kadar amonium dalam benda uji dihitung dengan menggunakan kurva kalibrasi. Dari perhitungan tersebut didapatkan selisih kadar maksimum antara dua pengukuran duplo adalah 2%. Setelah itu hasil perhitungan tersebut dirata-ratakan, apabila hasil perhitungan kadar amonium lebih besar dari 5,0 µg/L pengujian diulangi dengan cara mengencerkan benda uji (BSN, 1991).

**COD**

Sebanyak 20,0 mL sampel dipipet dan dimasukkan ke dalam labu refluks kemudian ditambahkan 10,0 mL K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 0,025 N ; 25 mL campuran AgSO<sub>4</sub>,H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan beberapa batu didih, selanjutnya larutan dikocok. Air pendingin dialirkan melalui kondensor kemudian dilakukan proses refluks selama 1,5 jam. Setelah 1,5 jam sampel didinginkan dan dipindahkan ke dalam Erlenmeyer, kemudian sampel ditambahkan aquadest sampai volumenya sekitar 150 mL. Selanjutnya sampel ditambahkan 1-2 tetes indikator ferroin dan dititrasi dengan larutan Fe(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 0,0926 N sampai terjadi perubahan warna dari biru kehijauan menjadi merah bata. Volume titran yang diperlukan dicatat. Prosedur di atas juga dilakukan untuk pengukuran blako (BSN, 2009).

Perhitungan: mg/ L COD :

$$\frac{(a - b) \times N \text{ FAS} \times 8000}{\text{mL Sampel}}$$

Keterangan:

a = ml Fe(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> untuk blanko.

b = ml Fe(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> untuk sampel air.

N FAS = normalitas ferro ammonium sulfat (Fe(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>).

**BOD**

*Analisis DO<sub>0</sub>* : sejumlah sampel dimasukkan ke dalam botol winkler sampai meluap secara hati-hati, kemudian ditutup rapat agar tidak terdapat gelembung udara di dalam botolnya. Selanjutnya ditambahkan dengan 1 ml larutan MnSO<sub>4</sub> dan 1 ml alkali iodide-azide kemudian larutan dikocok selama 10 menit. Larutan didiamkan beberapa saat sampai terbentuk endapan putih yang berarti DO = 0, jika terbentuk endapan cokelat kekuningan maka ditambahkan 1 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat dan dikocok sampai endapan larut dengan sempurna. Selanjutnya sampel dipipet sebanyak 50 ml dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer ukuran 150 ml kemudian dititrasi dengan larutan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,0233 N sampai berubah warna menjadi kuning muda kemudian ditambahkan dengan 2-3 tetes indikator amilum dan dititrasi kembali hingga warna biru berubah menjadi tidak berwarna. Volume titran yang digunakan dicatat (BSN, 2004).

$$\text{Perhitungan : } DO \left( \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{V \text{ Titrasi} \times N \text{ tiosulfat} \times 8000 \times F}{V \text{ Sampel} (50 \text{ ml})}$$

Keterangan:

V = Volume  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (ml)

N = Normalitas  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (N)

F = Faktor (volume botol dibagi volume botol dikurangi volume pereaksi  $\text{MnSO}_4$  dan alkali iodida-azida)

*Analisis  $\text{DO}_5$*  : sejumlah sampel dimasukkan ke dalam botol winkler sampai meluap secara hati-hati, kemudian ditutup rapat agar tidak terdapat gelembung udara di dalamnya. Saat memasukan sampel diusahakan tidak terjadi gelembung udara dalam botol. Sampel diinkubasi selama lima hari pada suhu  $20^\circ\text{C}$ . Setelah lima hari dilakukan analisis  $\text{DO}_5$  dengan cara yang sama dengan analisis  $\text{DO}_0$  (BSN, 2004).

$$\text{Perhitungan : } \text{BOD}_5 \text{ (mg/L)} = \frac{\text{DO}_0 - \text{DO}_5}{P}$$

Keterangan:

$\text{DO}_0$  = DO dari sampel air awal

$\text{DO}_5$  = DO dari sampel air yang telah diinkubasi selama 5 hari

P = Faktor pengenceran (1/ Pengenceran)

### TSS

Alat penyaring melipore yang dilengkapi dengan pompa vakum disiapkan, kemudian kertas saring melipore dikeringkan dalam oven dengan suhu  $103-105^\circ\text{C}$ . Selanjutnya kertas saring melipore didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang. Hal ini dilakukan selama 3 kali sampai didapatkan berat konstan. Kemudian saring sejumlah sampel dengan kertas saring melipore tersebut, dan dikeringkan dalam oven dengan suhu  $103-105^\circ\text{C}$  selama 1 jam. Selanjutnya didinginkan dalam desikator lalu ditimbang. Hal ini dilakukan 3 kali sampai didapatkan berat konstan (BSN, 2004).

Perhitungan:

Total Padatan Tersuspensi (mg/L) :

$$\frac{(A - B) \times 1000}{\text{ml Contoh}}$$

dengan:

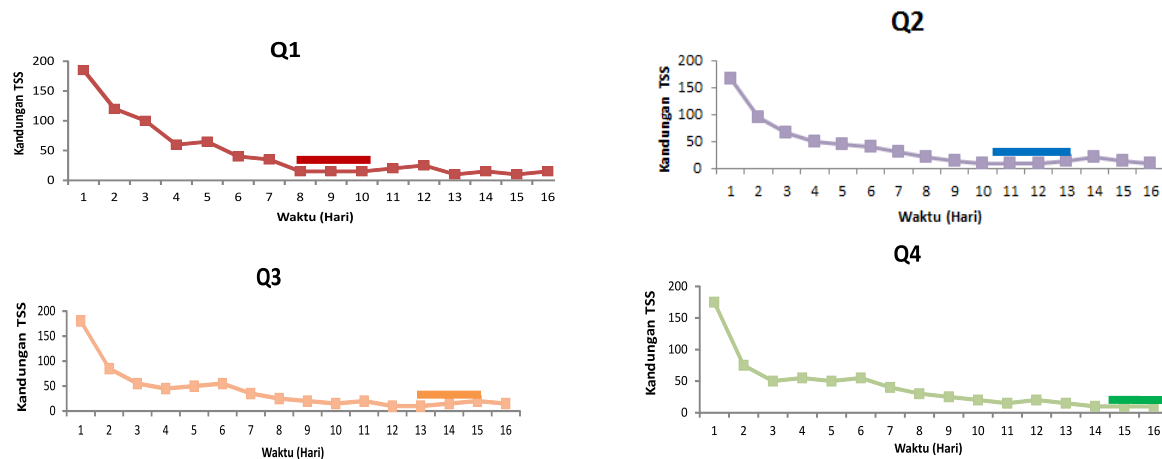
A = Berat kertas saring + residu (g)

B = Berat kertas saring kosong (g)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Kondisi *Steady State* Sistem Biofilter**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, masing-masing biofilter dengan laju aliran yang berbeda memiliki waktu mulai kondisi *steady state* yang berbeda. Penentuan kondisi *Steady State* ini dilakukan berdasarkan analisis *Total Suspended Solid (TSS)*. Dari hasil penelitian, dapat dijelaskan bahwa masing-masing laju aliran air limbah berbanding terbalik dengan waktu untuk mulai kondisi *steady state* biofilter. Semakin lambat laju (50 ml/menit) maka waktu untuk mulai kondisi *steady state* semakin cepat (mulai hari ke-7), dan semakin cepat laju (200 ml/menit) maka waktu yang diperlukan semakin lama (mulai hari ke-15). Hal ini disebabkan karena semakin cepat laju aliran maka kecepatan filtrasi akan semakin cepat sehingga menyebabkan sistem penyaringan tidak dapat berfungsi secara optimal. Proses penyaringan tidak dapat berjalan dengan sempurna akibat adanya aliran air yang terlalu cepat dalam melewati rongga diantara butiran media filter. Menurut Herlambang (2003) waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi *steady state* dalam pengolahan air limbah domestik dengan sistem biofilter adalah 14 hari, sedangkan menurut Sabli (2002) kondisi *steady state* dalam pengolahan air limbah domestik menggunakan medium tanah mencapai 10 hari. Penurunan kadar TSS selama proses aklimatisasi untuk menentukan waktu kondisi *steady state* sistem biofilter dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Penurunan TSS selama proses aklimatisasi, dimana Q1 : Laju Aliran limbah 50 ml/menit, Q2 : Laju Aliran limbah 100 ml/menit, Q3 : Laju Aliran Air Limbah 150 ml/menit, dan Q4 : Laju Aliran Air Limbah 200 ml/menit.

**Kandungan NH<sub>3</sub> dan pH Limbah Cair Domestik**

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan laju aliran berpengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap penurunan kadar NH<sub>3</sub> limbah domestik *effluent* IPAL namun tidak berpengaruh terhadap nilai pH (Tabel 1 dan Tabel 2).

Tabel 1. Pengaruh Laju Aliran Limbah terhadap Rata-rata total NH<sub>3</sub>, dan Efektivitas penurunannya.

Laju Aliran (ml/menit)	Kandungan Awal NH <sub>3</sub> (mg/L)	Total NH <sub>3</sub> (mg/L)	Efektivitas Penurunan Amonia (%)
50 ml/menit	(23,89 ± 3.99)	(2,02 ± 0,18)c	(91,43 ± 1,06)a
100 ml/menit	(18,19 ± 0.99)	(1,66 ± 0,05)d	(90,85 ± 0,60)b
150 ml/menit	(21,28 ± 2.66)	(2,27 ± 0,32)b	(89,19 ± 1,92)c
200 ml/menit	(21,48 ± 1.58)	(2,91 ± 0,11)a	(86,42 ± 0,91)d

Keterangan : Huruf yang sama dibelakang nilai rata-rata pada baris atau kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata (P>0,05).

Tabel 5. Pengaruh laju aliran limbah terhadap rata-rata total pH, dan efektivitas penurunannya.

Laju Aliran (ml/menit)	Kandungan Awal Ph	pH	Efektivitas Penurunan pH (%)
50 ml/menit	(7,68 ± 0,28)	(7,13 ± 0,38)a	(7,14 ± 2,14)a
100 ml/menit	(7,38 ± 0,49)	(6,98 ± 1,55)a	(5,14 ± 5,67)a
150 ml/menit	(7,30 ± 0,48)	(6,95 ± 1,44)a	(4,50 ± 5,47)a
200 ml/menit	(7,48 ± 0,71)	(7,18 ± 1,18)a	(3,80 ± 3,08)a

Keterangan : Huruf yang sama dibelakang nilai rata-rata pada baris atau kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata (P>0,05).

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 4, laju aliran yang memiliki nilai efektivitas tertinggi untuk menurunkan NH<sub>3</sub> adalah laju aliran 50 ml/menit dengan efektivitas penurunan NH<sub>3</sub> sebesar 91,43% dan laju aliran yang memiliki nilai efektifitas terendah adalah 200 ml/menit dengan efektivitas 86,42%. Semakin lambat laju aliran maka efektivitas penurunan kadar amonia semakin tinggi dan sebaliknya jika laju aliran semakin cepat maka efektivitas penurunan kadar amonianya semakin rendah. Hal ini dikarenakan semakin lambat laju aliran maka waktu kontak sampel dengan media filter semakin meningkat sehingga proses filtrasi dan adsorpsi dapat berjalan dengan sempurna, sedangkan jika laju aliran semakin cepat maka waktu kontak sampel dengan media filter semakin berkurang dan proses filtrasi dan adsorpsi menjadi tidak sempurna (Edahwati dan Suprihatin, 2009).. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Putra (2011), yang menyatakan variasi laju aliran air limbah paling lambat memiliki efisiensi penurunan kadar cemaran organik yang paling tinggi pada pengolahan limbah cair “PT.Bumi Sarimas” dengan sistem *Multi Soil Layering* (MSL). Selain itu menurut Pariza (2010), penyisihan kadar BOD dan TSS yang terbaik pada limbah cair domestik dengan sistem *Trickling Filter* dapat dilakukan dengan laju aliran paling lambat (100 ml/menit). Walaupun demikian, hasil penurunan kadar ammonia pada pengolahan air limbah menggunakan sistem biofilter ini masih diatas baku mutu limbah cair domestik menurut Peraturan Gubernur Provinsi Bali No 8 Tahun 2007. Pada Tabel 5 dapat dijelaskan bahwa penurunan kadar NH<sub>3</sub> pada limbah domestik setelah melewati biofilter seiring dengan penurunan pH, tetapi perlakuan laju aliran limbah tidak berpengaruh nyata terhadap nilai pH. Hal ini



disebabkan nilai pH air limbah baik sebelum maupun sesudah melewati biofilter berada diantara angka 6-8,5 (netral). Nilai pH netral ini dibutuhkan oleh mikroorganismenya untuk dapat hidup dan mendegradasi bahan organik yang terkandung dalam air limbah domestik. Limbah domestik ini banyak mengandung sisa bahan pembersih seperti deterjen, shampoo, sabun, dan bahan pembersih lainnya yang bersifat alkalis menjadikan air limbah domestik dengan pH dibawah 7 menjadi dalam keadaan netral, bahkan naik mencapai lebih dari 8 karena adanya bahan-bahan yang bersifat basa (Romayanto *et al.*, 2006).

### Kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD) Limbah Cair Domestik

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan laju aliran berpengaruh nyata ( $P>0,05$ ) terhadap penurunan kadar COD limbah domestik *effluent* IPAL. Penurunan Kadar COD tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Laju Aliran Limbah terhadap Rata-rata total COD, dan Efektivitas penurunannya.

Laju Aliran (ml/menit)	Kandungan Awal COD (mg/L)	Total COD (mg/L)	Efektivitas Penurunan COD (%)
50 ml/menit	(198,85 ± 40,79)	(48,58 ± 3,25) <sup>b</sup>	(74,78 ± 5,22) <sup>a</sup>
100 ml/menit	(203,93 ± 50,81)	(69,42 ± 2,20) <sup>a</sup>	(64,40 ± 8,41) <sup>b</sup>
150 ml/menit	(196,56 ± 27,17)	(78,58 ± 1,46) <sup>a</sup>	(59,44 ± 5,66) <sup>c</sup>
200 ml/menit	(199,82 ± 24,98)	(84,76 ± 3,44) <sup>a</sup>	(57,21 ± 4,01) <sup>c</sup>

Keterangan : Huruf yang sama dibelakang nilai rata-rata pada baris atau kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ( $P>0,05$ ).

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 6, laju aliran limbah yang memiliki efektivitas paling tinggi adalah laju 50 ml/menit dengan efektivitas penurunan COD sebesar 74,78%, dan laju aliran limbah yang memiliki efektivitas paling rendah adalah laju aliran 200 ml/menit dengan efektivitas penurunan COD sebesar 57,21%. Semakin lambat laju aliran maka tingkat efektivitas penurunan kadar COD semakin tinggi dan sebaliknya jika laju aliran semakin cepat maka tingkat efektivitas penurunan kadar CODnya semakin rendah. Hal ini dikarenakan semakin lambat laju aliran maka waktu kontak sampel dengan media filter semakin meningkat sehingga proses filtrasi dan adsorpsi dapat berjalan dengan sempurna, sedangkan jika laju aliran semakin cepat maka waktu kontak sampel dengan media filter semakin berkurang dan proses filtrasi dan adsorpsi menjadi tidak sempurna (Edahwati dan Suprihatin, 2009). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Putra (2011), yang menyatakan variasi laju aliran air limbah paling lambat memiliki efisiensi penurunan kadar cemaran organik yang paling tinggi pada pengolahan limbah cair “PT.Bumi Sarimas” dengan sistem *Multi Soil Layering* (MSL). Selain itu menurut Pariza (2010), penyisihan kadar BOD dan TSS yang terbaik pada limbah cair domestik dengan sistem *Trickling Filter* dapat dilakukan dengan laju aliran paling lambat (100 ml/menit). Dalam penelitian ini selain laju aliran, fluktuasi limbah yang masuk ke dalam sistem pengolahan di IPAL juga menjadi salah satu faktor yang dapat mempengaruhi tingkat penurunan kandungan COD air limbah setelah melewati sistem biofilter yang digunakan.

### Kandungan *Biological Oxygen Demand* (BOD) Limbah Cair Domestik

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan laju aliran berpengaruh nyata ( $P>0,05$ ) terhadap penurunan kadar BOD limbah domestik *effluent* IPAL. Penurunan Kadar BOD tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Laju Aliran Limbah terhadap Rata-rata total BOD, dan Efektivitas penurunannya.

Laju Aliran (ml/menit)	Kandungan BOD (mg/L)	Awal	Total BOD (mg/L)	Efektivitas Penurunan BOD (%)
50 ml/menit	(51,36 ± 13,22)		(23,02 ± 1,65)b	(52,95 ± 11,71)a
100 ml/menit	(52,28 ± 16,95)		(22,90 ± 1,95)b	(52,49 ± 15,69)a
150 ml/menit	(45,75 ± 16,50)		(23,31 ± 1,92)b	(44,75 ± 15,68)a
200 ml/menit	(48,2 ± 6,50)		(33,80 ± 2,92)a	(29,50 ± 4,86) b

Keterangan :Huruf yang sama dibelakang nilai rata-rata pada baris atau kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ( $P>0,05$ ).

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 7, laju aliran limbah yang memiliki efektivitas paling tinggi dalam menurunkan kadar BOD adalah laju aliran 50 ml/menit dengan efektivitas penurunan sebesar 52,95%, dan laju aliran limbah yang memiliki efektivitas paling rendah yaitu laju aliran 200 ml/menit dengan efektivitas penurunan sebesar 29,50%. Seperti halnya dengan penurunan  $\text{NH}_3$  dan COD, semakin lambat laju aliran maka tingkat efektivitas penurunan kadar BOD semakin tinggi dan sebaliknya jika laju aliran semakin cepat maka tingkat efektivitas penurunan kadar BODnya semakin rendah. Hal ini dikarenakan semakin lambat laju aliran maka waktu kontak sampel dengan media filter semakin meningkat sehingga proses filtrasi dan adsorpsi dapat berjalan dengan sempurna, sedangkan jika laju aliran semakin cepat maka waktu kontak sampel dengan media filter semakin berkurang dan proses filtrasi dan adsorpsi menjadi tidak sempurna (Edahwati dan Suprihatin, 2009). Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Putra (2011), yang menyatakan variasi laju aliran air limbah paling lambat memiliki efisiensi penurunan kadar cemaran organik yang paling tinggi pada pengolahan limbah cair “PT.Bumi Sarimas” dengan sistem *Multi Soil Layering* (MSL). Selain itu menurut Pariza (2010), penyisihan kadar BOD dan TSS yang terbaik pada limbah cair domestik dengan sistem *Trickling Filter* dapat dilakukan dengan laju aliran paling lambat (100 ml/menit). Tingkat efektivitas penurunan kadar BOD ini termasuk rendah. Hal ini dikarenakan, kadar BOD limbah cair domestik sebelum memasuki sistem biofilter telah berada dibawah baku mutu limbah cair domestik menurut Peraturan Gubernur Provinsi Bali No 8 Tahun 2007.

### Kandungan *Total Suspended Solid* (TSS) Limbah Cair Domestik

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan laju aliran berpengaruh nyata ( $P>0,05$ ) terhadap penurunan kadar TSS limbah domestik *effluent* IPAL. Penurunan Kadar TSS tersebut dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengaruh Laju Aliran Limbah terhadap Rata-rata total TSS, dan Efektivitas penurunannya.

Laju Aliran (ml/menit)	Kandungan Awal TSS (mg/L)	Total TSS (mg/L)	Efektivitas Penurunan TSS (%)
50 ml/menit	(272,5 ± 161,99)	(55,00 ± 4,08) <sup>b</sup>	(72,76 ± 16,12) <sup>a</sup>
100 ml/menit	(265 ± 167,18)	(67,50 ± 5,00) <sup>a</sup>	(64,99 ± 21,24) <sup>a</sup>
150 ml/menit	(125 ± 19,58)	(43,75 ± 2,50) <sup>b</sup>	(64,31 ± 6,31) <sup>a</sup>
200 ml/menit	(134 ± 44,41)	(52,50 ± 6,45) <sup>c</sup>	(58,63 ± 8,89) <sup>a</sup>

Keterangan : Huruf yang sama dibelakang nilai rata-rata pada baris atau kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ( $P > 0,05$ ).

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 8, laju aliran limbah yang memiliki nilai efektivitas paling tinggi adalah laju aliran 50 ml/menit dengan efektivitas penurunan sebesar 72,76%. Sedangkan laju aliran yang memiliki nilai efektivitas paling rendah adalah 200 ml/menit dengan efektivitas sebesar 58,63%. Semakin lambat laju aliran maka tingkat efektivitas penurunan kadar TSS semakin tinggi dan sebaliknya jika laju aliran semakin cepat maka tingkat efektivitas penurunan kadar TSSnya semakin rendah. Hal ini dikarenakan semakin lambat laju aliran maka waktu kontak sampel dengan media filter semakin meningkat sehingga proses filtrasi dan adsorpsi dapat berjalan dengan sempurna, sedangkan jika laju aliran semakin cepat maka waktu kontak sampel dengan media filter semakin berkurang dan proses filtrasi dan adsorpsi menjadi tidak sempurna (Edahwati dan Suprihatin, 2009). Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Putra (2011), yang menyatakan variasi laju aliran air limbah paling lambat memiliki efisiensi penurunan kadar cemaran organik yang paling tinggi pada pengolahan limbah cair “PT.Bumi Sarimas” dengan sistem Multi Soil Layering (MSL). Selain itu menurut Pariza (2010), penyisihan kadar BOD dan TSS yang terbaik pada limbah cair domestik dengan sistem Trickling Filter dapat dilakukan dengan laju aliran paling lambat (100 ml/menit).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Sistem biofilter yang digunakan dalam penelitian ini dapat menurunkan kadar cemaran bahan pada air limbah domestik. Selain itu perlakuan laju aliran limbah pada sistem biofilter yang digunakan berpengaruh terhadap efektivitas penurunan kadar cemaran pada limbah cair domestik yang diolah. Laju aliran yang terbaik untuk menurunkan kadar cemaran pada limbah cair domestik menggunakan sistem biofilter adalah laju aliran 50 ml/menit dengan nilai efektivitas penurunan kadar bahan cemaran sebesar  $\text{NH}_3$  91,42%, COD 74,77%, BOD 52,95%, TSS 72,76%, TDS 73,02%.

## Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai penurunan kadar ammonia pada limbah cair domestik setelah melewati biofilter. Hal ini dikarenakan walaupun telah melewati sistem biofilter, kadar ammonia limbah tersebut masih melampaui baku mutu limbah cair domestik menurut Peraturan Gubernur No 8 Tahun 2007. Selain itu perlu dilakukan penelitian tentang homogenisasi sampel, karena air limbah yang masuk ke IPAL mengalami fluktuasi dan perlu dilakukan penelitian tentang penurunan kadar deterjen pada air limbah menggunakan sistem biofilter.

## DAFTAR PUSTAKA

- BLUPAL.2007. Sinergi DSDP dan BLUPAL dalam sistem pengelolaan air limbah Bali.
- BPS.2014. Tabel Jumlah Penduduk Bali dari tahun 2010-2014. Badan Pusat Statistik. Provinsi Bali. [http://bali.bps.go.id/tabel\\_detail.php?ed=dynamic\\_reg](http://bali.bps.go.id/tabel_detail.php?ed=dynamic_reg) (diakses tanggal 24 september 2014)
- Bonnin, E. P., Biddinger, E. J., Botte, G. G., 2008. Effect of catalyst on electrolysis of ammonia efflents, *Journal of Power Sources* ;vol 182 : 284-290
- BSN.1991. Uji Kebutuhan Ammonia dengan Metode Nessler, SNI-06-2479-1991.Badan Standardisasi Nasional. Jakarta
- BSN. 2004. Air dan Air Limbah – Bagian 14: Cara Uji Oksigen Terlarut Secara Yodometri (Modifikasi Azida), SNI 06-6989.14-2004. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta
- BSN. 2004. Air dan Air Limbah – Bagian 3: Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (Total Suspended Solid, TSS) Secara Gravimetri, SNI 06-6989.3-2004. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta
- BSN. 2004. Air dan Air Limbah – Bagian 11: Cara Uji Derajat Keasaman (pH) Dengan Menggunakan Alat pH Meter, SNI 06-6989.11-2004. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta
- BSN. 2005. Air dan Air Limbah – Bagian 23: Cara Uji Suhu Dengan Termometer, SNI 06-6989.23-2005. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta
- BSN. 2006. Air dan Air Limbah – Bagian 15. Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (KOK) Refluks Terbuka Dengan Refluks Terbuka Secara Titrimetri, SNI 06-6989.15-2004. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Elystia, S. 2012. Efisiensi metode multi soil layering (MSL) dalam penyisihan COD dari limbah cair hotel. *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND*; vol 9 (2): 121-128

- Filliazati, M.I. Apriani. Dan Titin, A.Z. 2013. Pengolahan limbah cair domestik dengan biofilter aerob menggunakan media biobal dan tanaman kiambang. Jurnal penelitian. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Pontianak
- Harsojuwono, B.A. I.W. Arnata. dan G.A.K. Diah P. 2011. Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi SPSS dan Excel. Lintas Kata. Malang
- Herlambang, A. dan R. Marsidi. 2003. Proses denitrifikasi dengan sistem biofilter untuk pengolahan air limbah yang mengandung nitrat. Jurnal Teknologi Lingkungan; vol 4 (1) : 46-55
- Li, F. 2009. Treatment of household grey water for non-potable Reuses. PhD Thesis. Hamburg University of Technology. Hamburg.
- Natalia, F.E.L. 2013. Kombinasi media filter untuk menurunkan kadar bod5, cod, dan tss pada limbah cair bir menggunakan instalasi vertical aerobic roughing filter (studi kasus di pabrik strom beer bali) : *Skripsi*. Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. Bali
- Pariza, O. 2010. Pengolahan air limbah domestik rumah susun wonorejo secara biologi dengan trickling filter. *Skripsi*. Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jatim. Surabaya.
- Putra, A. 2011. Pengolahan limbah cair PT. Bumi Sarimas Indonesia menuju air layak minum dengan metoda *Multi Soil Lanyering* (MLS) yang dicampurkan sekam padi. *Artikel*. Program studi Kimia. Pasca Sarjana. Universitas Andalas. Padang.
- Romayanto, M.E.W. 2006. Pengolahan limbah domestik dengan aerasi dan penambahan bakteri *Pseudomonas putida*. Jurnal Bioteknologi; vol 3(2): 42-49.
- Sabli, E.T. 2002. Pengolahan air limbah domestik menggunakan medium tanah dalam sistem lahan basah. Tesis. Magister Ilmu Lingkungan. Program Pascasarjana. Universitas Diponegoro. Semarang
- Wahyuni, I., 2010. Efektifitas Sistem Pengolahan Instalasi Pengolahan Air limbah Suwung Denpasar Terhadap Kadar BOD, COD dan Amonia, Jurnal Kimia; vol 4 (2) :141-148.