

Perancangan Unit Filtrasi untuk Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Sistem *Downflow*

Design of Domestic Waste Filtration Unit with Downflow System

Akhmad Adi Sulianto^{1*}, Evi Kurniati¹, Alivia Ayu Hapsari²

¹Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya Jl. Veteran, Malang 65145

²Program Studi Teknik Lingkungan, Jurusan Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya Jl. Veteran, Malang 65145

Email Korespondensi: adi_sulianto@yahoo.com

ABSTRAK

Indonesia adalah negara kepulauan yang memiliki jumlah penduduk yang besar. Hal ini menyebabkan lingkungan Indonesia mudah tercemar karena limbah cair domestik yang dihasilkan penduduknya. Upaya yang dilakukan untuk mengurangi pencemaran yaitu melakukan pengolahan limbah cair domestik dengan metode sederhana. Penelitian bertujuan mengetahui rancangan model filtrasi yang baik untuk diterapkan dalam pengolahan limbah, serta mengetahui keefektifan variasi susunan media filter dalam menurunkan konsentrasi BOD, COD, fosfat, TSS dan kekeruhan. Penelitian menggunakan sistem *downflow* dengan tiga perlakuan dan tiga kali pengulangan. Setiap perlakuan unit filtrasi dibedakan penyusunan media filternya. Media filter yang digunakan yaitu ijuk, arang, pasir silika, zeolit, dan kerikil. Hasil uji filtrasi menunjukkan bahwa perlakuan II lebih baik dalam menurunkan parameter BOD, TSS, fosfat, kekeruhan, namun tidak pada parameter COD. Hasil uji filtrasi mampu mengolah limbah domestik menjadi air bersih kelas III untuk parameter TSS.

Kata kunci : air limbah domestik, media filter, sistem *downflow*, unit filtrasi

ABSTRACT

Indonesia is an archipelago country that has a large population. This caused the Indonesian environment to be easily polluted due to domestic liquid waste generated by its inhabitants. Efforts made to reduce pollution is to do domestic liquid waste treatment with a simple method. Research aims to determine the design of good filtration models to be applied in sewage treatment, and to know the effectiveness of variations of filter media composition in lowering the concentration of BOD, COD, phosphate, TSS and turbidity. The research uses a *downflow* system with three treatments and three times repetition. Each filtration unit treatment differentiated the preparation of its filter media. The filter media used are palm fiber, charcoal, silica sand, zeolite, and gravel. The results of the filtration test showed that the second treatment was better at lowering the BOD, TSS, phosphate, turbidity parameters, but not the COD parameter. Filtration test results are able to process domestic waste into a class III clean water for TSS parameters.

Keywords : domestic wastewater, filters, *downflow* system, filtration unit

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan dengan pulau terbanyak dibandingkan dengan negara lain. Jumlah pulau di Indonesia sebanyak 13.466 pulau, data tersebut diperoleh dari data SLHI (Status Lingkungan Hidup Indonesia) tahun 2013 yang telah dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup. Negara kepulauan yang memiliki tingkat kepadudukan yang tinggi menyebabkan lingkungan sekitar dapat dengan mudah tercemar. Pencemaran dapat menimbulkan permasalahan yang cukup kompleks di sekitar lingkungan hidup.

Pencemaran lingkungan dapat terjadi dari berbagai macam sumber, dapat terjadi oleh kegiatan manusia ataupun dari alam sekitar. Namun, pencemaran yang paling utama disebabkan oleh berbagai kegiatan manusia seperti kegiatan industri, pertanian, transportasi dan kegiatan rumah tangga. Pada kegiatan rumah tangga menghasilkan limbah padat dan cair. Limbah cair yang berasal dari kegiatan rumah tangga disebut juga limbah domestik. Air limbah domestik merupakan air yang berasal dari usaha atau kegiatan permukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen, dan perumahan (Mubin, 2016). Adapun bentuk dari air limbah ini berupa tinja, air seni, limbah kamar mandi, dan juga makanan atau minuman sisa kegiatan dapur. Pada limbah domestik mengandung suspensi padat dari senyawa organik. Zat-zat organik yang berada dalam limbah domestik dapat menimbulkan perubahan warna, rasa dan bau yang tidak sedap. Jika jumlah konsentrasi polutan cukup tinggi pada limbah domestik maka akan mengakibatkan ancaman yang cukup serius terhadap kelestarian lingkungan, serta akan berdampak pada sifat fisika, kimia dan biologis lingkungan perairan tersebut. Maka air limbah domestik perlu diolah dan digunakan kembali untuk mengurangi pencemaran yang terjadi di lingkungan perairan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan limbah cair domestik. Hasil penelitian Lestari (2012) pada efektivitas dalam pengolahan limbah cair domestik dengan metode rawa buatan (*constructed*

wetland) menyatakan ada penurunan *Total Suspended Solid* melalui metode filtrasi.

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengolahan secara fisika, yaitu dengan sistem filtrasi. Filtrasi adalah sistem pengolahan limbah dengan proses pemisahan zat padat dari fluida. Pada proses pengolahan limbah domestik, tujuan filtrasi adalah untuk menghilangkan partikel yang tersuspensi dan koloidal dengan cara menyaringnya dengan media filter (Artiyani, 2016). Media filter yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu zeolit, pasir, kerikil, ijuk dan arang. Dengan menggunakan media filter ini diharapkan dapat mengurangi konsentrasi pada parameter BOD, COD, fosfat, TSS dan kekeruhan yang terdapat pada limbah domestik. Penelitian ini menggunakan unit filtrasi sistem *downflow* yaitu sistem dengan arah aliran dari atas ke bawah. Pada umumnya sistem ini menggunakan biaya yang rendah dan pengoperasian serta pemeliharanya dapat dilakukan dengan mudah. Penelitian ini bertujuan mengetahui perancangan model filtrasi yang akan diterapkan dalam pengolahan limbah domestik, serta mengetahui keefektifan variasi susunan media filter dalam menurunkan konsentrasi BOD, COD, fosfat, TSS dan kekeruhan.

BAHAN DAN METODE

Tahap Persiapan Alat dan Bahan, serta Perangkaian Alat

Perancangan alat dilaksanakan di MCK Terpadu RT 03 RW 07 Kelurahan Tlogomas, Kota Malang yang terletak pada koordinat 7°55'29.8" LS dan 112°36'02.2" BT. Alat yang digunakan yaitu pipa yang memiliki diameter 4" dan panjang 1 meter. Sedangkan untuk media yang digunakan adalah pasir silika (berukuran 8-16 mesh atau berdiameter rata-rata 2 mm), arang aktif (ukuran 4-8 mesh), zeolit (14-20 mesh), ijuk dan kerikil (13-19 mm). Media tersebut dicuci dan dibersihkan terlebih dahulu agar pada saat pengujian bekerja secara baik. Unit filtrasi akan diisi media filter yaitu kerikil (25 cm), ijuk (10 cm), zeolit (30 cm), pasir (20 cm) dan arang aktif (10 cm).

Bagian atas dari pipa diberi lubang supaya memudahkan dalam proses

pengawasan kinerja unit filtrasi. Lubang tersebut akan ditutup dengan potongan pipa lain yang selanjutnya dikunci menggunakan klem. Unit filtrasi akan disusun secara horizontal dengan kemiringan 31.4% seperti pada Gambar 1. Artinya setiap panjang pipa 1 meter, ujung pipa effluen akan turun 30 cm dari ujung pipa influen. Instalasi air kotor dalam pendimensian dan perencanaan kemiringan pipa harus dapat mengalirkan kotoran padat maupun cair dengan lancar atau tidak terjadi gangguan pada saat dialirkan (Artiyani, 2016).



Gambar 1. Isometri rancangan alat

Pengambilan dan Pengujian Air Limbah

Sampel air limbah domestik *grey water* yang digunakan diambil dari IPAL MCK Terpadu, Tlogomas Malang. Air limbah yang diambil adalah limbah yang belum melewati proses pengolahan dari IPAL Tlogomas. Yaitu pada bak penampung awal, dimana air limbah domestik tersebut akan diuji karakteristiknya terlebih dahulu untuk mengetahui kualitas dari sampel tersebut. Pengujian sampel air limbah domestik akan dilakukan di Perum Jasa Tirta I dengan parameter yang diuji adalah BOD, COD, fosfat, TSS dan kekeruhan. Hasil uji sampel kemudian dibandingkan dengan baku mutu air limbah domestik yang mengacu pada Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan pengolahan data Rancangan Acak Lengkap (RAL). Pemilihan pengolahan data ini berdasarkan perlakuan yang dilakukan pada penelitian,

yaitu variasi media filter. Seluruh perlakuan dilakukan seragam dan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Perlakuan pertama (S1) urutan media filter pada unit filtrasi dari atas kebawah yaitu ijuk, arang, kerikil, zeolit dan pasir; perlakuan kedua (S2) yaitu ijuk, pasir, kerikil, arang, dan zeolit; perlakuan ketiga (S3) yaitu ijuk, kerikil, arang, pasir, dan zeolit.

Proses Pengoperasian

Dalam proses pengoperasian dilakukan dengan cara mengalirkan air limbah domestik secara manual ke masing-masing unit perancangan filtrasi dengan sistem aliran *intermitten*. Pengambilan sampel dengan rentang waktu selama 4 jam yang dibagi menjadi 3 interval waktu, yaitu pada pukul 06.00 - 10.00 WIB, pukul 10.00 - 14.00 WIB, dan pukul 14.00 - 18.00 WIB. Diasumsikan air limbah yang dihasilkan per orang sebanyak 97 liter.hari⁻¹, dimana satu keluarga diasumsikan terdapat 4 orang, sehingga total air limbah dalam 1 hari sebanyak 388 liter atau 16.7 liter.jam⁻¹. Sampel akan diambil dan dimasukkan kedalam wadah sampel, yang kemudian akan dialirkan ke masing-masing unit filtrasi.

Dalam pengambilan sampel *efluen* menggunakan metode *grab sampling*. Hasil filtrasi dari masing-masing unit akan ditampung terlebih dahulu. Air hasil filtrasi kemudian diambil sebanyak kurang lebih 1,5 liter dan ditempatkan di botol untuk dilakukan pengujian karakteristik BOD, COD, fosfat, TSS dan kekeruhan di Perum Jasa Tirta I.

Penelitian akan berlangsung selama 60 menit pada setiap perlakuan dan akan diambil data volume setiap kurun waktu 3 menit. Data volume tersebut kemudian akan digunakan untuk menghitung debit *efluen*. Dalam menentukan debit *efluen* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q = \frac{V}{t} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

Q = debit aliran air (m³.s⁻¹)

V = volume air yang keluar (m³)

T = waktu (s)

Berdasarkan debit *efluen* tersebut dapat diketahui *headloss* pada masing-masing filter. Dalam perhitungan *headloss* nilai faktor kebulatan dan porositas dari masing-masing media filter juga diperlukan. Nilai faktor kebulatan (ψ) dan porositas (ϵ) zeolit yaitu 0,57 (Ruya et al., 2018) dan 0,3 (Jha & Sigh, 2018); pasir kuarsa 0,82 dan 0,42 (Siwiec, 2007); ijuk 0,61 (Lam et al., 2007) dan 0,95 (Bouasker et al., 2014); kerikil 0,8 dan 0,4 (Bunte & Steven, 2001); dan karbon aktif 0,72 dan 0,55 (Siwiec, 2007).

1. Menghitung bilangan Reynolds

$$NRe = \frac{\psi \rho v D}{\mu} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

NRe = bilangan Reynolds

ψ = faktor kebulatan bahan

ρ = massa jenis fluida (kg.m^{-3})

D = diameter pipa (m)

μ = viskositas kinematik fluida
= $10^{-3} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$

2. Menghitung nilai f'

$$f' = 150 \left(\frac{1-\epsilon}{NRe} \right) + 1,75 \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

F = faktor gesekan

ϵ = porositas bahan

3. Menghitung nilai headloss

$$hL = f' \frac{L}{\psi D} \left(\frac{1-\epsilon}{\epsilon^3} \right) \frac{v^2}{g} \dots \dots \dots (4)$$

Dimana:

Hf = Kehilangan tekanan/head loss (m)

C = Koefisien pipa (Pipa PVC, PE, PPR = 150)

Q = Debit air (L.s^{-1})

d = Diameter pipa (mm)

L = Panjang media filter (m)

Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini akan menggunakan teknik analisis data secara deskriptif sehingga analisis data dilakukan dengan menginterpretasikan data yang diperoleh dan menyajikan dalam bentuk grafik dan tabel. Tahap analisa data pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui persen penurunan beban pencemar air limbah domestik dari masing-masing parameter yang telah diuji pada saat sebelum dan sesudah dilakukan filtrasi.

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \dots \dots \dots (5)$$

dimana :

a = nilai konsentrasi pencemar sebelum dilakukan filtrasi

b = nilai konsentrasi pencemar setelah dilakukan filtrasi

Selanjutnya untuk mengetahui besarnya pengaruh perbedaan susunan media filter dengan tingkat kadar pencemar dilakukan pengujian menggunakan SPSS 20.0 dengan uji *One Way ANOVA*.

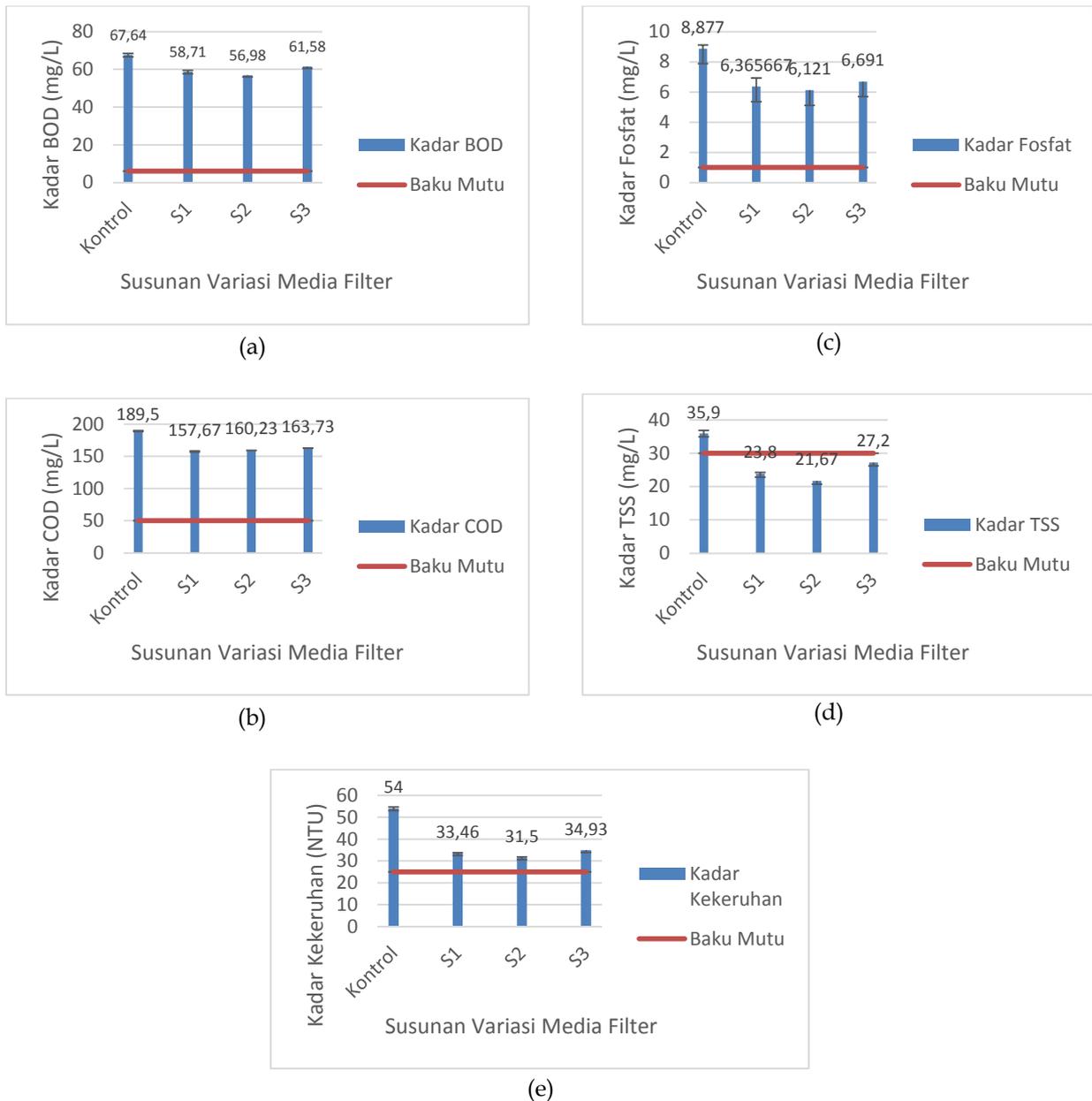
HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Air Limbah Domestik

Nilai BOD, COD, fosfat, TSS dan kekeruhan pada air limbah domestik sebelum dilakukan filtrasi sebesar 67.64 mg.L^{-1} ; 189.5 mg.L^{-1} ; 8.877 mg.L^{-1} ; 35.9 mg.L^{-1} dan 54 mg.L^{-1} . Hasil dari pengujian awal air limbah domestik belum memenuhi baku mutu menurut Standar Air bersih Kelas III Menurut PP No. 82 Tahun 2011 untuk parameter fosfat (maksimum 1 mg.L^{-1}); Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 68 Tahun 2016 untuk parameter BOD (maksimum 30 mg.L^{-1}) dan COD (maksimum 100 mg.L^{-1}); dan Standar Air Bersih Menurut Permenkes Nomor 32 Tahun 2017 untuk parameter kekeruhan (25 NTU). Air limbah domestik merupakan air buangan dari kegiatan manusia seperti rumah makan, perkotaan, permukiman dan perumahan. Air buangan tersebut mengandung unsur organik tersuspensi, unsur organik terlarut, unsur anorganik serta mikroorganisme. Unsur-unsur tersebut akan mencerminkan kualitas air buangan dalam sifat fisik, kimiawi maupun biologi (Cardova, 2011).

Hasil Uji BOD

BOD (*Biological Oxygen Demand*) adalah parameter dalam pengujian air limbah domestik yang merupakan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik pada air. Nilai BOD dapat menjadi acuan sebagai gambaran kadar bahan organik yang dapat terdekomposisi (Cordova, 2008). Kadar BOD menurun setelah melalui unit perancangan filtrasi,



Gambar 2. Rerata hasil uji filtrasi parameter (a) BOD (b) COD (c) fosfat (d) TSS (e) kekeruhan

Tabel 1. Pengaruh perlakuan terhadap kadar pencemar dan efisiensi penurunannya

Perlakuan	Kadar				
	BOD* (mg.L ⁻¹)	COD* (mg.L ⁻¹)	Fosfat (mg.L ⁻¹)	TSS* (mg.L ⁻¹)	Kekeruhan* (NTU)
S1	56.98 a	157.67 a	6.356 a	21.67 a	31.500 a
S2	58.71 b	160.23 b	6.121 a	23.80 b	33.567 a
S3	61.58 c	163.73 c	6.691 a	27.20 c	34.930 a
BNJ 5%	1.658	0.913	0.989	1.843	1.109
Perlakuan	Efisiensi Penurunan (%)				
S1	13.20	16.79	28.29	33.70	38.02
S2	15.75	15.44	31.04	39.64	41.67
S3	8.95	13.59	24.62	24.23	35.30

Keterangan: *Angka yang diikuti notasi huruf sama pada kolom yang sama menyatakan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Tukey 0,05

namun pada ketiga susunan variasi media filter masih melebihi standar baku mutu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomer 82 Tahun 2001 atau air hasil filtrasi masih cukup tinggi bahan organiknya. Air hasil filtrasi masih memerlukan pengolahan lebih lanjut seperti proses aerasi dan penambahan mikroorganisme.

Nilai tertinggi efisiensi penurunan BOD terjadi pada S2 sebesar 15,75% atau cukup efektif untuk mengurangi tingginya kadar BOD pada air limbah domestik. Namun pada perlakuan S2 belum berfungsi dengan baik dalam menyerap dan mendegradasi limbah domestik disebabkan aktivitas dari mikroorganisme pada unit perancangan filtrasi belum bekerja secara baik dalam mendegradasi bahan organik. Hasil uji One Way ANOVA menunjukkan susunan variasi media filter memiliki nilai signifikan yang lebih kecil dari taraf signifikan, sehingga susunan media filter berpengaruh kadar BOD. Menurut Ronny (2018) pasir mempunyai kemampuan sebagai filtran yang dapat memisahkan senyawa kimia padat dan cair, dimana cairan dari limbah melewati media sehingga padatan tersuspensi halus dapat dipindahkan atau diperahkan.

Hasil Uji COD

COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimia. Kadar COD diperlukan guna mengukur kadar bahan organik yang terkandung dalam limbah domestik yang berisi komponen-komponen bersifat racun bagi kehidupan biologis. Pengukuran COD dalam air limbah menunjukkan jumlah bahan organik, baik yang mudah didegradasi secara biologi (*biodegradable*) maupun yang sulit didegradasi (*nonbiodegradable*) (Suryani, 2010).

Ketiga unit perancangan filtrasi mengalami penurunan pada kadar COD. Nilai efisiensi penurunan kadar COD S1 mengalami penurunan lebih tinggi dibanding S2 dan S3. Menurut Nasrokhah (2018) zeolit mempunyai kapasitas pertukaran ion yang tinggi karena dapat memisahkan molekul gas atau zat lain dari suatu campuran tertentu. Berdasarkan hasil uji *One Way* ANOVA diketahui bahwa pada susunan variasi media filter memiliki nilai signifikan yang lebih kecil dari taraf signifikan, sehingga susunan media filter berpengaruh terhadap kadar COD yang terkandung dalam air limbah domestik.

Penggunaan media filter seperti arang aktif dan zeolit dapat menyerap polutan yang terkandung dalam air limbah domestik sehingga terjadinya penurunan kadar COD. Pada proses filtrasi, media filter ini berperan memisahkan atau menghilangkan air dari polutan mikro misalnya zat organik, dan deterjen.

Hasil Uji Fosfat

Fosfat adalah parameter dalam pengujian air limbah domestik yang menyatakan banyaknya deterjen yang terdapat pada limbah rumah tangga. Dalam air limbah rumah tangga mengandung senyawa fosfat dalam 3 bentuk, yaitu sebagai ortofosfat, polifosfat dan organofosfat. Kadar fosfat dalam limbah domestik merupakan parameter yang menyatakan banyaknya deterjen dalam limbah rumah tangga karena berhubungan dengan aktivitas mencuci manusia. Namun jika jumlah dari kadar fosfat yang terlalu banyak, maka fosfat dapat menyebabkan pengkayaan unsur hara (eutrofikasi).

Perlakuan S2 cukup efektif (31,04%) dalam penurunan kadar fosfat atau mampu melakukan proses penyerapan pada kadar fosfat. Penyerapan fosfat oleh media filter seperti zeolit terjadi karena zeolit memiliki kemampuan dalam pertukaran ion. Berdasarkan hasil uji *One Way* ANOVA diketahui bahwa pada perbedaan susunan variasi media filter dengan kadar fosfat tidak mempunyai perbedaan yang signifikan. Menurut Efendi (2015) pemberian filter memberikan pengaruh pada konsentrasi fosfat dengan kemampuan filter dalam menurunkan konsentrasi fosfat. Zeolit mampu merendam atau menurunkan polutan mikro misalnya zat organik, dan deterjen yang terdapat dalam air (Ronny, 2018).

Hasil Uji TSS

TSS (*Total Suspended Solid*) adalah bahan organik yang melayang dan larut dalam air serta berhubungan dengan tingkat kekeruhan air. TSS yang ada pada air limbah domestik berasal dari hasil penguraian bahan organik yang umumnya berasal dari sisa makanan, mikroorganisme, ion-ion, partikel tanah dan dari bahan kimia lain yang digunakan di dalam rumah tangga. Pada setiap susunan media filter mengalami penurunan setelah melalui unit perancangan filtrasi. Unit perancangan filtrasi yang paling baik dalam menurunkan kadar TSS ada pada S2. Hasil uji

filtrasi tersebut jika dibandingkan dengan baku mutu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomer 82 Tahun 2001 telah memenuhi standar baku mutu air bersih golongan III. Walaupun kadar TSS cukup rendah, namun harus tetap dilakukannya pengawasan. Menurut Sami (2012), penyisihan bahan padat tersuspensi (TSS) dalam air limbah dapat terjadi karena penahanan oleh media filter melalui porositasnya dan ketebalan susunan media yang dilewati oleh aliran air limbah di dalam kolom proses.

Nilai efisiensi penurunan tingkat kadar TSS yang tertinggi pada S2 dengan nilai efisiensi penurunan kadar TSS sebesar 39,64%. Hal ini disebabkan oleh media filter yang digunakan saat penelitian, media filter yang digunakan seperti arang aktif, zeolit, pasir dan kerikil. Adapun susunan variasi media filter yang kedua yaitu ijuk-pasir-kerikil-arang-zeolit. Susunan variasi media filter ini paling baik dikarenakan saat air dialirkan dari atas ke bawah zeolit berada pada susunan paling bawah. Maka air yang melewati pasir-kerikil-arang memiliki kesempatan kontak yang lebih lama dengan media tersebut. Berdasarkan hasil uji One Way ANOVA diketahui bahwa pada perbedaan susunan variasi media filter dengan kadar TSS menghasilkan adanya perbedaan nyata atau dapat dikatakan bahwa susunan variasi media filter memiliki pengaruh terhadap kadar TSS. Pada penelitian ini menggunakan proses unit perancangan filtrasi dengan media filter salah satunya pasir.

Hasil Uji Keekeruhan

Keekeruhan ini disebabkan adanya reaksi kimia yang menyebabkan adanya mikroorganisme yang mati dan hasil degradasi dari zat organik itu sendiri (Hadi, 2014). Dengan dilakukannya pengolahan filtrasi kadar keekeruhan pada air limbah dapat berkurang. Nilai efisiensi penurunan tingkat kadar keekeruhan pada S2 memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan susunan media S1 dan S3. Hasil efisiensi penurunan kadar keekeruhan yang tinggi ini menandakan bahwa pada unit perancangan susunan variasi media filter bekerja dengan baik melalui proses pengolahan filtrasi. Berdasarkan hasil uji One Way ANOVA diketahui bahwa pada perbedaan susunan variasi media filter dengan kadar keekeruhan menghasilkan adanya perbedaan nyata atau mempunyai perbedaan yang signifikan, sehingga

menunjukkan bahwa susunan variasi media filter mempengaruhi pada kadar keekeruhan dalam proses pengolahan unit perancangan filtrasi. Flok yang terbentuk akan semakin banyak dan besar akibat tumbukan yang terjadi pada proses filter. Proses filtrasi dipengaruhi oleh topologi ruang pori, sifat dari partikel yang terbawa, bentuk kekasaran permukaan konsentrasi dan lain-lain (Adi, 2014). Secara lengkap, hasil filtrasi dapat dilihat pada Gambar 2.

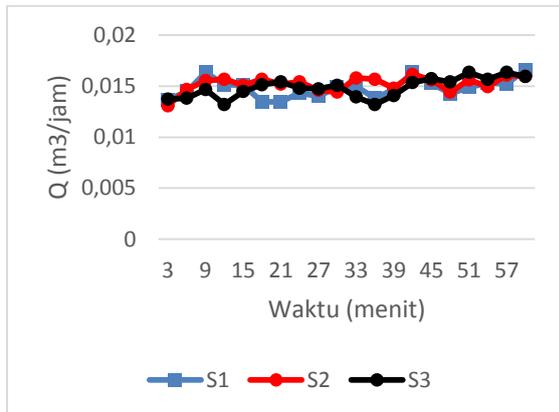
Evaluasi Susunan Filter

Hasil pengaruh susunan filter terhadap kadar pencemar dan efisiensi penurunannya dapat dilihat pada Tabel 1. Pada saat air limbah domestik dimasukkan kedalam unit perancangan filtrasi, setiap bahan akan mengambil peran dan fungsi masing-masing secara fisik maupun kimiawi. Ijuk berfungsi menyaring kotoran, arang berfungsi menyerap polutan serta pasir berperan untuk menjernihkan air. Ijuk digunakan karena memiliki kelenturan sekaligus kepadatan sehingga mudah menyaring kotoran besar pada air (Kumalasari & Satoto, 2011). Dalam penelitian ini diketahui bahwa S2 dengan susunan media filter kedua yaitu ijuk, pasir, kerikil, arang dan zeolit lebih baik dari S1 dan S3. Susunan media filter merupakan satu hal yang penting untuk diperhatikan. Jika media filter tidak disusun secara tepat maka akan mengganggu hasil dari penyaringan. Susunan media filter kedua sesuai dengan literatur yang telah ada, menurut Rohim (2016) urutan penyusunan diawali dengan ijuk atau jerami pada bagian paling atas, lalu pasir, kerikil atau batu dan arang.

Evaluasi Debit Keluaran

Debit yang masuk yaitu 800 ml setiap 3 menit atau setara dengan $0.016 \text{ m}^3/\text{jam}^{-1}$. Penelitian ini berlangsung selama 60 menit dan dilakukan pendataan volume dalam waktu 3 menit. Fluktuasi debit dapat dilihat pada Gambar 3. Debit pada proses filtrasi merupakan faktor yang mempengaruhi dalam proses filtrasi. Debit yang terlalu besar akan menyebabkan tidak berfungsinya filter secara efisien. Diperlukan keseimbangan antara debit dengan media filter agar didapatkan hasil yang baik. Nilai debit keluaran semua perlakuan berfluktuatif. Berdasarkan sistem kontrol kecepatannya, dapat dikategorikan menjadi filter *constant rate* dimana debit hasil proses filtrasi konstan sampai pada level

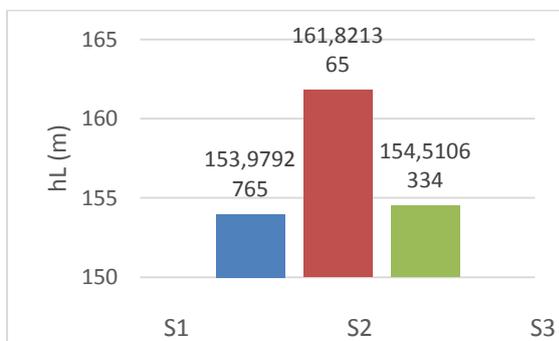
tertentu. Hal ini dilakukan dengan memberikan kebebasan kenaikan level muka air di atas media filter (Maryani, 2014).



Gambar 3. Debit luaran

Nilai Headloss

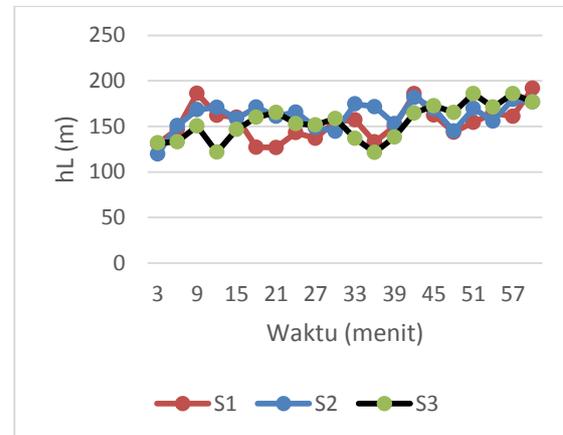
Adanya kekentalan pada fluida akan menyebabkan terjadinya tegangan geser pada waktu bergerak. Tegangan geser ini akan merubah sebagian energi aliran menjadi bentuk energi lain seperti panas, suara dan sebagainya. Perubahan bentuk energi tersebut menyebabkan terjadinya kehilangan energi (Waspo, 2017). Besarnya headloss yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5..



Gambar 4. Nilai total headloss

Perlakuan S2 mengalami peningkatan pada headloss. Air limbah domestik yang tersaring di media filter lama kelamaan akan menyumbat pori-pori media sehingga akan terjadi clogging (penyumbatan). Salah satu penyebab dari penyumbatan yaitu perbedaan ukuran media filter (Adi, 2014). Adapun perbedaan ukuran pada media filter ini yaitu pasir berukuran 8-16 mesh, arang aktif berukuran 4-8 mesh, zeolit berukuran 14-20 mesh dan kerikil berukuran 13-19 mesh. Clogging ini akan meningkatkan nilai headloss aliran air pada media filter. Peningkatan

headloss dapat dilihat dari meningkatnya permukaan air diatas media atau menurunnya debit filtrasi (Maryani, 2014). Upaya dalam menghilangkan clogging, dilakukan pencucian media filter atau mengganti pada media filter tersebut.



Gambar 5. Nilai headloss terhadap waktu

Dalam proses filtrasi, partikel yang terdapat pada aliran akan tersaring di media filter. Pada filtrasi dengan kontrol laju akan mengalami suatu penurunan yang disebabkan oleh keadaan media filter yang mencapai titik jenuh karena menyimpan padatan yang tersaring. Clogging (penyumbatan) adalah permasalahan pada sistem pengolahan filtrasi pada limbah domestik, karena clogging (penyumbatan) pada unit filter akan menyebabkan pengurangan pada porositas media sehingga secara teoritis dengan bertambahnya waktu akan meningkatkan headloss pada filter. Selain porositas media filter yang dapat mempengaruhi besarnya headloss, nilai pada faktor kebulatan pada setiap media filter juga dapat mempengaruhi.

Berdasarkan pemaparan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Hasil uji filtrasi menunjukkan bahwa pada perlakuan II lebih baik dalam menurunkan parameter BOD, TSS, Fosfat, kekeruhan, namun tidak pada parameter COD.
2. Dalam penurunan efektifitas perlakuan II memiliki hasil sebesar 15,75% untuk BOD, TSS sebesar 39,64%, COD sebesar 15,44% Fosfat sebesar 31,04% dan Kekeruhan sebesar 41,67%.
3. Pada hasil uji filtrasi pada parameter TSS mampu mengolah limbah domestik menjadi air bersih kelas III.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi W., Sari S.P., Umroh. 2014. Efektivitas filter bahan alami dalam perbaikan kualitas air masyarakat nelayan wilayah pesisir Kabupaten Bangka. *Jurnal Sumberdaya Perairan*. 8(2), 34-39.
- Artiyani A., Heri N. 2016. Kemampuan filtrasi upflow pengolahan filtrasi upflow dengan media pasir zeolit dan arang aktif dalam menurunkan kadar fosfat dan deterjen air limbah domestik. *Jurnal Industri Inovatif*. 6(1), 8-15.
- Bouasker M., Belayachi N., Hoxha D., Al-Mukhtar M. 2014. physical characterization of natural straw fibers as aggregates for construction materials applications. *Materials Journal*. 7, 3034-3048
- Bunte K., Abt S.R. 2001. *Sampling Surface and Subsurface Particle-Size Distribution in Wadable Gravel and Cobble-Bed Streams for Analyses in Sediment Transport, Hydraulics, and Streambed Monitoring*. United States Department of Agriculture. Washington D.C
- Efendi, E. 2015. Penurunan fosfat pada sistem resirkulasi dengan penambahan filter yang berbeda. *e-JRBP* 3, 370
- Hadi, W. 2014. Penggunaan unit slow sand filter, ozon generator dan rapid sand filter untuk meningkatkan kualitas air sumur dangkal menjadi air layak minum dengan parameter kekeruhan, Fe, dan Mn. *Jurnal Teknik Pomits* 3, F-257.
- Kumalasari F., Satoto Y. 2011. *Teknik Praktis Mengolah Air Kotor Menjadi Air Bersih*. Laskar Aksara. Bekasi
- Lam P.S., Sokhansanj S., Bi X., Mani S., Lim C.J., Womac A.R., Hoque M., Peng J., Jaya T.S., Naimi L.J., Nayaran S.. 2007. Physical characterization of wet and dry wheat straw and switchgrass - bulk and specific density. *ASABE Annual International Meeting*. Minneapolis, Minnesota.
- Lestari D.E. 2012. Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Metode Rawa Buatan (Constructed Wetland). Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Makassar
- Maryani D. 2014. Pengaruh ketebalan media dan rate filtrasi pada sand filter dalam menurunkan kekeruhan dan total coliform. *Jurnal teknik POMITS* 3, D-193
- Mubin F. 2016. Perencanaan sistem pengolahan air limbah domestik di Kelurahan Istiqlal Kota Manado. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado. Manado:
- Nasrokhah. 2018. Penerapan Metode Filtrasi dan Adsorpsi dalam Pengolahan Limbah Laboratorium. Universitas Jendral Soedirman. Purwokerto
- Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya
- Ronny. 2018. Penurunan Kadar COD dengan Metode Filtrasi Multimedia Filter pada Air limbah Laundry. Universitas Islam Negeri Alauddin. Makasar
- Ruya P.M., Susanto H., Purwasasmita M. 2017. Experimental study on pressure drop and flow dispersion in packed bed of natural zeolite. *MATEC Web of Conferences* 156, 02006.
- Sahoo B.B., Jha R., Singh A., Kumar D. 2018. Application of Support Vektor Regression for Modeling Low Flow Time Series. *KSCE Journal of Civil Engineering* 23, 923-934
- Sami M. 2012. Penyisihan COD, TSS, dan pH dalam Limbah Cair Domestik dengan Metode Fixed-Bed Column Up Flow. Politeknik Negeri Lhouksemawe. Lhouksemawe
- Siwec, T. 2007. The sphericity of grains of filtration beds applied for water treatment on examples of selected minerals. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*. 10(1), 1-22
- Sumantri A., Cordova M.R. 2011. Dampak limbah domestik perumahan skala kecil terhadap kualitas air ekosistem penerimanya dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat. *JPSL*. 1(2), 127-134
- Suryani, N. 2010. Kajian Efisiensi Sistem Pengolahan Air Limbah PT. Unitex serta Dampaknya terhadap Perairan. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Waspodo. 2017. Analisis Head Loss Sistem Jaringan Pipa Pada Sambungan Pipa Kombinasi Diameter Berbeda. Muhamadiyah. Pontianak