

**PENGARUH KECEPATAN ALIR PADA REAKTOR *BIOSAND* FILTER DALAM INSTALASI  
PENGOLAHAN AIR BERSIH PADA AIR SUNGAI KARANG MUMUS**

**Edhi Sarwono<sup>1</sup>, Arzano Rohmahendi<sup>2</sup>, Yuniato Setiawan<sup>3</sup>**

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Mulawarman

Kampus Gunung Kelua, Jl. Sambaliung, No. 09, Samarinda, 75119

Email: arzano\_rohmahendi@hotmail.com

***Abstract***

*The research about clean water treatment of Karang Mumus river has been done using coagulation reactor, sedimentation flocculation, and biosand filter, so that the water would not causing disease to the citizen around Karang Mumus river who used the water for daily purpose. This research is performed with four treatment variations, those are the flow rate in biosand filter reactor with the variation 0,1 m/hour, 0,2 m/hour, 0,3 m/hour, and 0,4 m/hour. The difference of flow rate in biosand filter reactor will affect the difference of contact time in biosand filter reactor. The parameters that is tested in this research are turbidity, organic substance (KMnO<sub>4</sub>), and total coliform. The result of the laboratory test before and after treatment shows that the highest efficiency on turbidity reduction among each flow rate variations in biosand filter reactor is 0,4 m/hour with the percentage of reduction is 99,45%. The highest efficiency on organic substance (KMnO<sub>4</sub>) among each flow rate variations is 0,3 m/hour with the percentage of reduction is 33,67%. The highest efficiency on total coliform reduction among each flow rate variations is 0,1 m/hour with the percentage of reduction is 99,21%.*

**Keyword:** *Biosand Filter, Sedimentation, Flocculation, Koagulation, Karang Mumus River*

## 1. Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan pokok pada berbagai aktivitas manusia. Selain untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, seperti minum, memasak, mencuci, mandi dan sanitasi, air juga dibutuhkan dalam jumlah besar untuk memenuhi kebutuhan pada aktivitas ekonomi dan sosial. (Suparno dan Suprihatin, 2013).

Sungai Karang Mumus adalah salah satu sungai yang mengalir di Kota Samarinda dan merupakan anak Sungai Mahakam yang mengalir dari utara ke selatan yang melintas di tengah-tengah Kota Samarinda. Masyarakat yang tinggal dibantaran Sungai Karang Mumus yang tidak memiliki fasilitas PDAM menggunakan air Sungai Karang Mumus untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Jika digunakan terus air tersebut dapat menyebabkan gatal-gatal dan penyakit kulit lainnya, karena menurunnya kualitas air Sungai Karang Mumus. Perlu adanya pengolahan air bersih untuk masyarakat yang bermukim dibantaran Sungai Karang Mumus, agar air yang digunakan masyarakat tersebut tidak menimbulkan penyakit yang tidak diinginkan (Yuliana, 2013).

Air permukaan memerlukan pengolahan yang lebih kompleks. Jadi dalam penelitian ini pengolahan air bersih pada air Sungai Karang Mumus menggunakan reaktor koagulasi, flokulasi, sedimentasi dan *biosand*

filter. Partikel-partikel koloid dan tersuspensi dalam air berukuran sangat kecil, sulit dipisahkan, serta bermuatan negatif dan sulit bergabung membentuk agregat yang lebih besar yang sulit terendapkan. Untuk memisahkan-memisahkan partikel tersebut dilakukan dengan pengadukan dan sedimentasi sebelum diolah pada pengolahan selanjutnya, yaitu *biosand* filter.

Menurut Rizkia (2013), *Biosand* filter adalah unit pengolahan pengembangan dari *slow sand* filter, dimana *biosand* filter juga melalui proses yang sama dengan *slow sand* filter, yaitu proses penyaringan atau penjernihan air dengan dilewatkan pada suatu media dengan kecepatan rendah yang dipengaruhi oleh diameter media dan terdapat lapisan *biofilm*.

Dalam penelitian ini digunakan reaktor koagulasi, flokulasi, sedimentasi dan *biosand* filter sebagai salah satu teknologi yang digunakan sebagai pengolahan air bersih skala rumah tangga dengan variasi kecepatan alir yang bertujuan mengetahui pengaruh kecepatan alir pada reaktor *biosand* filter dalam penurunan konsentrasi zat organik (KMnO<sub>4</sub>), total *coliform* dan kekeruhan pada air sungai karang mumus.

## 2. Tinjauan Pustaka

Air merupakan merupakan kebutuhan pokok pada berbagai aktivitas manusia. Selain untuk memenuhi

kebutuhan sehari-hari, seperti minum, memasak, mencuci, mandi dan sanitasi, air juga dibutuhkan dalam jumlah besar untuk memenuhi kebutuhan pada aktivitas ekonomi dan sosial, seperti industri, rumah sakit, perhotelan, perdagangan, perkantoran dan pendidikan (sekolah) (Suparno dan Suprihatin, 2013).

Air permukaan adalah air yang berada di sungai, waduk, rawa dan badan air lain, yang tidak mengalami infiltrasi ke bawah tanah. Areal tanah yang mengalirkan air ke suatu badan air disebut *watersheds* atau *drainage basins*. Air yang mengalir dari daratan menuju suatu badan air disebut limpasan permukaan (*surface run off*) dan air yang mengalir di sungai menuju laut disebut aliran sungai (*river run off*). Sekitar 69% air yang masuk ke sungai berasal dari hujan, pencairan es salju dan sisanya berasal dari air tanah. Wilayah di sekitar daerah aliran sungai yang menjadi tangkapan air disebut *catchment basin* (Effendi, 2003).

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 20 Tahun 1990 tentang Pengendalian Pencemaran air, pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air menurun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan tidak lagi berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Pencemaran yang mengakibatkan penurunan kualitas air dapat berasal dari limbah terpusat (*point sources*) seperti: limbah industri limbah usaha peternakan, perhotelan, rumah sakit dan limbah tersebar (*non point sources*) seperti: limbah pertanian, perkebunan dan domestik (Asmadi dan Suharno, 2013).

Air baku berupa air permukaan maupun air tanah dapat mengandung berbagai jenis kontaminan yang menyebabkan air menjadi tidak aman dikonsumsi, tidak diterima secara estetika (misalnya dari sisi rasa,

### 3. Metode Penelitian

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini membutuhkan waktu kurang lebih 5 bulan mulai bulan Maret hingga Juli, dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman dan pengujian sampel air dilakukan di UPTD Laboratorium Kesehatan Provinsi Kalimantan Timur.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini

adalah rangkaian reaktor IPA skala rumah tangga yang terbuat dari kaca, pipa 3 *inchi* dan bak plastik yang terdiri dari bak ekualisasi, koagulasi, flokulasi, sedimentasi dan *biosand* filter, *aerator*, *beaker glass* 1000 ml, *beaker glass* 50 ml, gelas ukur 250 ml, aluminium foil, botol kemasan air mineral, botol kaca steril, *infuse set*, *jar test*, jerigen, kran air, kerucut *imhoff*, neraca analitik, botol winkler, pipet volume 5 mL dan 50 mL, labu erlenmeyer 50 mL, penggaris, pH meter, *turbidity* meter, pompa air, pipa ½ *inchi*, *valve*, *stopwatch*,

#### a. Koagulasi dan Flokulasi

Pengadukan dalam proses koagulasi dan flokulasi merupakan pemberian energi terjadi tumbukan antar partikel tersuspensi dan koloid agar terbentuk gumpalan sehingga dapat dipisahkan melalui proses pengendapan dan penyaringan.

#### b. Sedimentasi

Sedimentasi adalah pemisahan partikel-partikel pada tersuspensi dalam air dengan pengendapan secara gravitasi.

#### c. Biosand Filter

*Biosand* filter (BSF) merupakan pengembangan dari *slow sand* filter, dimana *biosand* filter juga melalui proses yang sama dengan saringan pasir lambat, yaitu melewati pasir dalam filter. Bahan pencemar ini akan bertumbukan dan menjerap ke dalam partikel-partikel pasir. Bakteri dan zat padat yang terapung mulai meningkat dalam kepadatan yang tinggi di lapisan paling atas menuju *biofilm*.

Sungai Karang Mumus adalah salah satu sungai yang mengalir di Kota Samarinda dan merupakan anak Sungai Mahakam yang mengalir dari utara ke selatan yang melintas di tengah-tengah Kota Samarinda. Menurut Perda Kaltim No. 2 (2011), Sungai Karang Mumus memiliki Segmen mulai dari bagian terhulu sungai hingga daerah Anggana pada koordinat S: 0°35'44,85" dan T: 117°16'57,35" (Yuliana, 2013).

adalah rangkaian reaktor IPA skala rumah tangga yang terbuat dari kaca, pipa 3 *inchi* dan bak plastik yang terdiri dari bak ekualisasi, koagulasi, flokulasi, sedimentasi dan *biosand* filter, *aerator*, *beaker glass* 1000 ml, *beaker glass* 50 ml, gelas ukur 250 ml, aluminium foil, botol kemasan air mineral, botol kaca steril, *infuse set*, *jar test*, jerigen, kran air, kerucut *imhoff*, neraca analitik, botol winkler, pipet volume 5 mL dan 50 mL, labu erlenmeyer 50 mL, penggaris, pH meter, *turbidity* meter, pompa air, pipa ½ *inchi*, *valve*, *stopwatch*,

pasir halus dengan diameter < 0,25 mm, pasir kasar dengan diameter 0,6 mm dan kerikil dengan diameter 10 mm – 12 mm. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu air baku yang berasal dari Sungai Karang Mumus, *aquadest*, Aluminium Sulfat atau Alum ( $Al_2SO_4$ ), larutan  $MnSO_4$ , larutan Alkali Iodida Azida, larutan  $H_2SO_4$  pekat, larutan  $Na_2S_2O_3$ , lem kaca tembak dan lem pipa.

### 3.3 Tahap Pra-Penelitian

#### 3.3.1 Pembuatan Bak tiap Unit Pengolahan

Disiapkan alat dan bahan untuk pembuatan instalasi pengolahan antara lain bak ekualisasi dengan volum 150 L, pipa  $\frac{1}{2}$  inch, sambungan pipa  $\frac{1}{2}$  inch, valve, kran air, *infuse* set, aerator, lem kaca tembak, lem pipa dan kaca sebagai rangkaian unit pengolahan yang terdiri dari:

- Bak koagulasi yg berbentuk tabung dengan ukuran diameter 7,62 cm dan tinggi 13,2 cm
- Bak flokulasi berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 60 cm, lebar 15 cm dan tinggi 20 cm yang memiliki sekat 6 buah
- Bak sedimentasi berbentuk tabung dengan ukuran diameter 41,35 cm dan tinggi 40,3 cm
- Bak biosand filter berbentuk persegi panjang dengan ukuran alas 30 cm dan tinggi 100 cm dengan ketinggian media pasir halus 40 cm, pasir kasar 15 cm dan kerikil 15 cm serta di buat *under drain*.

Dipasang valve pada bak ekualisasi sebagai pengatur debit awal, kemudian dipasang *infuse set* pada bak koagulasi sebagai pengatur dosis koagulan, setelah itu dipasang aerator pada bak koagulasi dan bak biosand filter dan dilakukan uji kebocoran dengan mengalirkan air pada setiap unit pengolahan.

#### 3.3.2 Penumbuhan Biofilm dan Aklimatisasi pada Reaktor Biosand Filter

Pada proses penumbuhan *biofilm* dan aklimatisasi pada reaktor biosand filter, dilakukan hingga terbentuk lapisan *Schmutzdeck* pada media sebelum reaktor biosand filter dioperasikan. Proses penumbuhan mikroorganisme dilakukan secara kontinyu dengan debit 150 mL/menit didapat dari perhitungan kecepatan alir pada reaktor Biosand Filter berdasarkan kriteria desain sebesar 0,1 m/jam. Waktu yang dibutuhkan untuk membentuk lapisan biofilm pada biosand filter adalah 14 hari, dimana semua media yang terdapat pada reaktor

biosand filter terendam dalam air. Terbentuknya lapisan *biofilm* dapat diketahui secara visual dan pengujian parameter BOD<sub>5</sub> secara berkala, yaitu setiap minggu.

#### 3.3.3 Pengujian BOD<sub>5</sub> saat Penumbuhan Biofilm dan Aklimatisasi pada Reaktor Biosand Filter

Tahapan yang dilakukan dalam pengujian BOD<sub>5</sub> dalam penelitian ini, yaitu diambil contoh air sampel yang suda disiapkan yang berada dalam botol winkler, kemudian ditambahkan 1 mL  $MnSO_4$  dan 1 mL alkali iodida azida dengan ujung pipet tepat di atas permukaan larutan, setelah itu ditutup segera dan homogenkan hingga terbentuk gumpalan sempurna dan dibiarkan gumpalan mengendap 5 menit sampai dengan 10 menit. Ditambahkan 1 mL  $H_2SO_4$  pekat, tutup dan homogenkan hingga endapan larut sempurna, kemudian dipipet 50 mL, masukkan ke dalam labu Erlenmeyer 150 mL, selanjutnya dititrasi dengan larutan  $Na_2S_2O_3$  dengan indikator amilum/kanji sampai warna biru hilang dan dihitung hasil titrasi larutan  $Na_2S_2O_3$  tadi dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Oksigen Terlarut (mg/L)} = \frac{V \times N \times 8000 \times F}{50} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana: V = Jumlah larutan  $Na_2S_2O_3$   
 N = Normalitas  $Na_2S_2O_3$   
 F = Faktor (volume botol dibagi bolume botol dikurangi volume pereaksi  $MnSO_4$  dan

Alkali Iodida Azida)

Diulangi langkah-langkah yang sama pada hari ke-5 untuk mendapatkan hasil DO<sub>5</sub>.

#### 3.3.4 Penentuan Dosis Optimum Koagulan

Tahapan yang dilakukan untuk menentukan dosis koagulan adalah dengan *jar test*, adapun tahapannya, yaitu diukur nilai kekeruhan awal dengan *turbidimeter*, kemudian diukur pH air sampel dengan menggunakan pH meter, selanjutnya diambil 1000 ml sampe dan dimasukkan ke gelas ukur. Ditambahkan larutan  $Al_2SO_4$  konsentrasi 1% dengan pipet dan dimasukkan ke dalam masing-masing gelas ukur dengan dosis yang berbeda, kemudian dilakukan pengadukan sampel dengan *stritter*. Adapun lama pengadukan mengikuti standar yang telah dibuat di

Laboratorium Teknologi Lingkungan, yaitu:

- Pengadukan cepat, yaitu 100 rpm selama 1 menit
- Pengadukan sedang, yaitu 40 – 80 rpm selama 10 menit
- Pengadukan lambat, yaitu 20 rpm selama 1 menit

Setelah itu, dimasukkan air sampel ke dalam kerucut *imhoff*, kemudian diendapkan selama 30 menit, selanjutnya diamati air pada kerucut *imhoff* dan diukur tinggi timbunan flok yang terbentuk. Diukur kembali pH dan nilai kekeruhan air sampel dan diambil dosis terbaik koagulan berdasarkan jumlah flok tertinggi yang terbentuk, tingkat keasaman pH yang masih dalam nilai ambang batas dan tingkat kekeruhan terendah.

### 3.4 Tahap Penelitian



**Gambar 3.1 Rancangan Instalasi Pengolahan Air Bersih**

Alur proses pengolahan air bersih yaitu, diambil sampel air baku yang berasal dari air Sungai Karang Mumus sebanyak 220 L, kemudian dimasukkan air tersebut ke dalam bak ekualisasi dan dialirkan menuju instalasi pengolahan air dengan debit 600 mL/menit. Air akan masuk ke dalam reaktor koagulasi, dilakukan pemberian koagulan menggunakan  $Al_2SO_4$  dengan dosis sebesar 1,2 mL/menit dan pengadukan secara pneumatis agar koagulan dapat bercampur secara sempurna dengan air sungai Karang Mumus. Waktu kontak yang terjadi pada reaktor koagulasi, yaitu 1 menit, kemudian air mengalir menuju reaktor flokulasi yang bertujuan untuk membentuk dan memperbesar flok yang telah terbentuk, pada proses flokulasi dilakukan secara hidrolisis. Waktu kontak yang terjadi pada reaktor flokulasi, yaitu 30

menit, setelah dari reaktor flokulasi, air akan mengalir ke reaktor sedimentasi, kemudian pada reaktor sedimentasi akan terjadi pengendapan flok-flok yang terbentuk dari reaktor flokulasi secara gravitasi, waktu kontak yang terjadi pada reaktor sedimentasi yaitu selama 90 menit. Dan pada reaktor sedimentasi, air akan mengalir ke reaktor *biosand* filter. Pada reaktor *biosand* filter air yang masuk ke reaktor *biosand* filter minimal harus sama dengan air yang keluar dari reaktor *biosand* filter, agar media-media yang terdapat pada reaktor *biosand* filter tetap terendam oleh air sehingga mikroorganisme dalam reaktor *biosand* filter dapat tetap hidup. Waktu kontak yang terjadi pada reaktor *biosand* filter, yaitu 112,5 menit. Air yang keluar dari reaktor *biosand* filter diambil  $\pm$  1000 ml sebagai sampel pengujian parameter kekeruhan, zat organik ( $KMnO_4$ ) dan total *coliform*. Diulangi langkah pertama hingga terakhir dengan variasi debit 450 mL/menit, 300 mL/menit dan 150 mL/menit.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Tahap Penumbuhan *Biofilm* dan Aklimatisasi pada Reaktor *Biosand* Filter

Proses penumbuhan *biofilm* dan aklimatisasi dilakukan selama 14 hari, hal ini dilakukan mengacu pada penelitian CAWST, (2009) bahwa dengan waktu aklimatisasi 14 hari adalah waktu yang optimum untuk menumbuhkan *biofilm*. Proses penumbuhan *biofilm* yang dilakukan secara aerobik dengan penambahan suplai oksigen ( $O_2$ ) untuk membantu mempercepat penumbuhan lapisan *biofilm*. Saat proses penumbuhan *biofilm* dan aklimatisasi diukur pH air di dalam reaktor *Biosand* Filter selama 14 hari berturut-turut. Pada hari ke-6 terlihat secara visual mulai terlihat lapisan *biofilm* yang berwarna kehitam-hitaman. Pada hari ke-7 dan ke-14 diukur konsentrasi BOD pada inlet dan outlet reaktor *Biosand* Filter sebagai indikator tumbuhnya mikroorganisme dan juga untuk memastikan adanya aktivitas mikroorganisme dalam reaktor *Biosand* Filter tersebut.

#### 4.1.1 Pengukuran pH

Pada proses penumbuhan *biofilm* dan aklimatisasi dilakukan pengukuran pH selama 14 hari berturut-turut. Berikut hasil pengukuran pH yang dilakukan:

**Tabel 4.1 Hasil Pengukuran pH pada tahap Penumbuhan Biofilm dan Aklimatisasi di Reaktor Biosand Filter**

Parameter	Hari Ke-							
	0	1	2	3	4	5	6	7
pH	7,0	6,9	6,7	6,8	6,8	6,7	6,9	6,7
Parameter	Hari Ke-							
	8	9	10	11	12	13	14	
pH	6,8	6,6	6,7	6,8	7,0	7,1	6,8	

(Sumber: Data Primer, 2016)

Dapat dilihat dari Tabel 4.2 pH pada reaktor *Biosand* Filter dalam proses Penumbuhan Biofilm dan Aklimatisasi berada pH netral, yaitu dengan kisaran terendah 6,6 dan yang tertinggi 7,1. Menurut Rubiyatno *et al.*, (2012) mengatakan bahwa pH harus terus dipantau dalam keadaan netral, karena mikroorganisme khususnya mikroba dapat tumbuh dengan baik dalam suasana tersebut.

#### 4.1.2 Pengukuran BOD<sub>5</sub>

Pada proses penumbuhan *biofilm* dan aklimatisasi dilakukan pengukuran BOD<sub>5</sub> pada hari ke-7 dan ke-14. Berikut hasil pengukuran BOD<sub>5</sub> yang dilakukan:

**Tabel 4.2 Hasil Pengukuran BOD<sub>5</sub> pada tahap Penumbuhan Biofilm dan Aklimatisasi di Reaktor Biosand Filter**

Hari Ke-	Inlet (BOD <sub>5</sub> )	Outlet (BOD <sub>5</sub> )	Efisiensi (%)
7	7,7172 mg/L	5,588 mg/L	27,59
14	28,8 mg/L	13,3 mg/L	53,82

(Sumber: Data Primer, 2016)

Berdasarkan Tabel 4.3 hasil pengukuran BOD<sub>5</sub> pada tahap penumbuhan biofilm dan aklimatisasi pada hari ke-7 mengalami penurunan konsentrasi sebesar 2,1292 mg/L dan ke-14 mengalami penurunan konsentrasi BOD<sub>5</sub> sebesar 13 mg/L. Dengan begitu dapat terlihat aktivitas mikroorganisme yang berada pada reaktor Biosand Filter mendegradasi bahan organik yang terdapat dalam air baku (air Sungai Karang Mumus). Semakin Lama proses penumbuhan biofilm dan aklimatisasi semakin baik mikroorganisme mendegradasi bahan organik.

#### 4.2 Analisis Hasil Pengolahan Air Baku

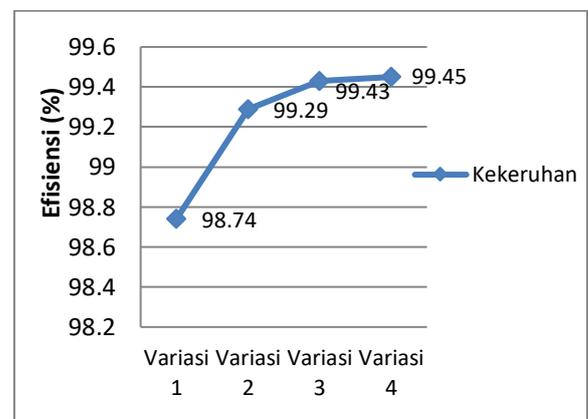
a. Efisiensi Penurunan Konsentrasi Kekeruhan  
Penelitian ini air baku akan dialirkan ke instalasi pengolahan air bersih menggunakan variasi waktu kontak pada reaktor *biosand* filter, yaitu 0,1 m/jam, 0,2 m/jam, 0,3 m/jam dan 0,4 m/jam yang akan mempengaruhi waktu kontak pada reaktor *biosand* filter. Berikut hasil uji laboratorium untuk konsentrasi kekeruhan pada air baku (air sungai karang mumus) sebelum dan sesudah pengolahan.

**Tabel 4.3 Hasil Pengujian Konsentrasi Kekeruhan**

Kecepatan Alir (m/jam)	Konsentrasi Inlet (NTU)	Rata-Rata Konsentrasi Outlet (NTU)	Efisiensi (%)
0,1	36,8	0,467	98,74
0,2	46,3	0,33	99,29
0,3	33,5	0,19	99,43
0,4	36,3	0,20	99,45

(Sumber: Data Primer, 2016)

Berdasarkan hasil analisis laboratorium pada Tabel 4.3 dibuat grafik efisiensi penurunan konsentrasi kekeruhan air baku (air sungai karang mumus) sebelum dan sesudah pengolahan dapat dilihat pada Gambar 4.1 sebagai berikut:

**Gambar 4.1 Grafik Efisiensi Penurunan Konsentrasi Kekeruhan**

Dapat dilihat dari Gambar 4.1 dari keempat variasi yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat penurunan konsentrasi kekeruhan tertinggi terdapat pada variasi 4 dengan efisiensi penurunan sebesar 99,45 %, sedangkan untuk penurunan konsentrasi kekeruhan terendah terdapat pada variasi 1 dengan efisiensi 98,74 %.

b. Efisiensi Penurunan Konsentrasi Zat Organik (KMnO<sub>4</sub>)

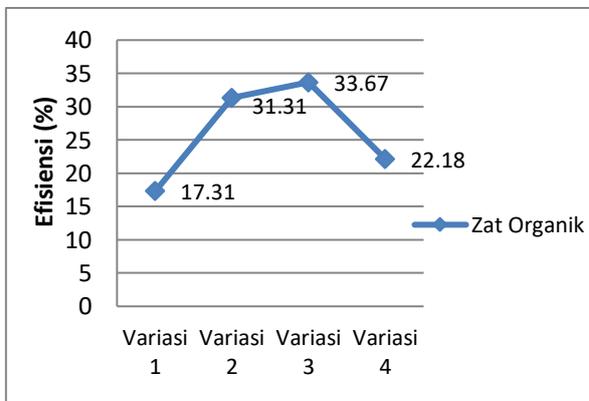
Penelitian ini air baku akan dialirkan ke instalasi pengolahan air bersih menggunakan variasi waktu kontak pada reaktor *biosand* filter, yaitu 0,1 m/jam, 0,2 m/jam, 0,3 m/jam dan 0,4 m/jam yang akan mempengaruhi waktu kontak pada reaktor *biosand* filter. Berikut hasil uji laboratorium untuk konsentrasi Zat Organik ( $\text{KMnO}_4$ ) pada air baku (air sungai karang mumus) sebelum dan sesudah pengolahan.

**Tabel 4.4 Hasil Pengujian Konsentrasi Zat Organik sebagai  $\text{KMnO}_4$**

Kecepatan Alir (m/jam)	Konsentrasi Inlet (mg/L)	Rata-Rata Konsentrasi Outlet (mg/L)	Efisiensi (%)
0,1	14,04	11,61	17,31
0,2	15,36	10,55	31,31
0,3	37,39	24,8	33,67
0,4	15,69	12,21	22,18

(Sumber: Data Primer, 2016)

Berdasarkan hasil analisis laboratorium pada Tabel 4.4 dibuat grafik efisiensi penurunan konsentrasi zat organik ( $\text{KMnO}_4$ ) air baku (air sungai karang mumus) sebelum dan sesudah pengolahan dapat dilihat pada Gambar 4.2 sebagai berikut:



**Gambar 4.2 Grafik Efisiensi Penurunan Konsentrasi Zat Organik ( $\text{KMnO}_4$ )**

Dapat dilihat dari Gambar 4.2 penurunan konsentrasi zat organik ( $\text{KMnO}_4$ ) tertinggi terdapat pada variasi variasi 3 dengan efisiensi penurunan sebesar 33,67 %, sedangkan untuk penurunan konsentrasi zat organik ( $\text{KMnO}_4$ ) terendah terdapat pada variasi 1 dengan efisiensi penurunan sebesar 17,31 %.

c. Efisiensi Penurunan Konsentrasi Total Coliform

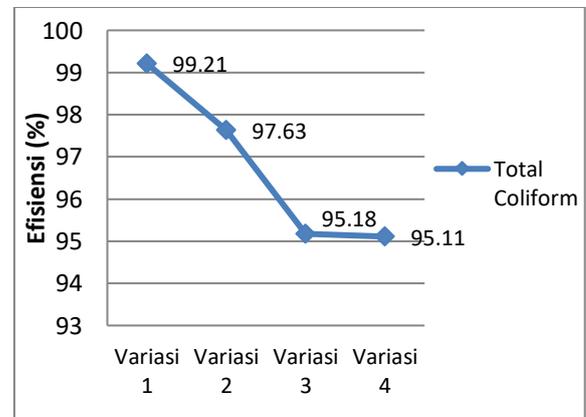
Penelitian ini air baku akan dialirkan ke instalasi pengolahan air bersih menggunakan variasi waktu kontak pada reaktor *biosand* filter, yaitu 0,1 m/jam, 0,2 m/jam, 0,3 m/jam dan 0,4 m/jam yang akan mempengaruhi waktu kontak pada reaktor *biosand* filter. Berikut hasil uji laboratorium untuk konsentrasi total *coliform* pada air baku (air sungai karang mumus) sebelum dan sesudah pengolahan.

**Tabel 4.5 Hasil Pengujian Konsentrasi Total *Coliform***

Kecepatan Alir (m/jam)	Konsentrasi Inlet (MPN)	Rata-Rata Konsentrasi Outlet (MPN)	Efisiensi (%)
0,1	1.600	12,67	99,21
0,2	8.600	203,3	97,63
0,3	540.000	26.000	95,18
0,4	92.000	4.500	95,11

(Sumber: Data Primer, 2016)

Berdasarkan hasil analisis laboratorium pada Tabel 4.5 dibuat grafik efisiensi penurunan konsentrasi total *coliform* air baku (air sungai karang mumus) sebelum dan sesudah pengolahan dapat dilihat pada Gambar 4.3 sebagai berikut:



**Gambar 4.3 Grafik Efisiensi Penurunan Konsentrasi Total *Coliform***

Dapat dilihat pada Gambar 4.3 penurunan konsentrasi total *coliform* tertinggi terdapat pada variasi 1 dengan efisiensi penurunan sebesar 99,21 %, sedangkan untuk penurunan konsentrasi total *coliform* terendah terdapat pada variasi 4 dengan efisiensi penurunan sebesar 95,11 %.

**4.3 Analisis Konsentrasi Kekeuhan, Zat Organik ( $\text{KMnO}_4$ ) dan Total *Coliform* pada Air Baku terhadap Instalasi Pengolahan Air Bersih**

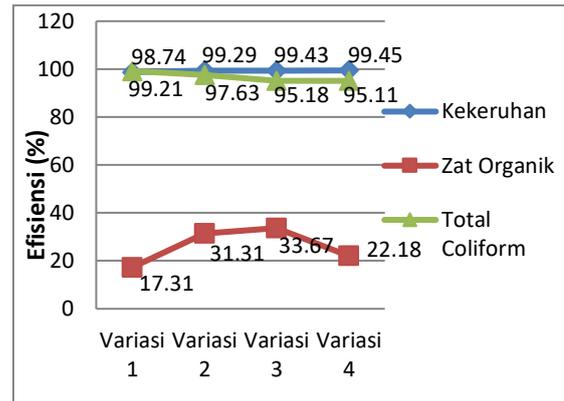
Pada tahap penelitian dilakukan pengujian laboratorium terhadap parameter kekeruhan, zat organik ( $\text{KMnO}_4$ ) dan total *coliform* pada air baku (air sungai karang mumus) sebelum dan sesudah pengolahan. Hasil uji laboratorium untuk semua parameter pada air baku (air sungai karang mumus) sebelum dan sesudah pengolahan dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut:

**Tabel 4.6 Perbandingan Penurunan Konsentrasi Kekeruhan, Zat Organik ( $\text{KMnO}_4$ ) dan Total Coliform dengan Pengolahan Air Bersih menggunakan Koagulasi, Flokulasi, Sedimentasi dan Biosand Filter**

Kecepatan Alir pada Reaktor Biosand Filter (m/jam)	Parameter	Konsentrasi Inlet	Rata-Rata Konsentrasi Outlet	Efisiensi (%)
0,1	Kekeruhan	36,8	0,467	98,74
0,2		46,3	0,33	99,29
0,3		33,5	0,19	99,43
0,4		36,3	0,20	99,45
0,1	Zat Organik ( $\text{KMnO}_4$ )	14,04	11,61	17,31
0,2		15,36	10,55	31,31
0,3		37,39	24,8	33,67
0,4		15,69	12,21	22,18
0,1	Total Coliform	1.600	12,67	99,21
0,2		8.600	203,3	97,63
0,3		540.000	26.000	95,18
0,4		92.000	4.500	95,11

(Sumber: Data Primer, 2016)

Berikut ini dibuat perbandingan efisiensi hasil analisis laboratorium untuk parameter kekeruhan, zat organik ( $\text{KMnO}_4$ ) dan total *coliform* terhadap variasi kecepatan alir pada biosand filter pada pengolahan air bersih sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan yang dapat dilihat pada Gambar 4.4 sebagai berikut:



**Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Efisiensi Penurunan Konsentrasi Kekeruhan, Zat Organik ( $\text{KMnO}_4$ ) dan Total Coliform terhadap Pengolahan Air Bersih**

Pada parameter kekeruhan yang merupakan partikel terlarut dan tersuspensi pada penelitian ini dipengaruhi oleh empat variasi yang digunakan. Semakin cepat kecepatan alir yang terjadi pada proses flokulasi akan membuat nilai gradien semakin besar berarti semakin banyak tumbukan yang terjadi dan semakin besar ukuran flok yang terbentuk sehingga dapat terendapkan pada reaktor sedimentasi dan biosand filter. Terlihat dari efisiensi konsentrasi kekeruhan yang tertinggi pada variasi 4 kemudian variasi 3, variasi 2 dan terendah pada variasi 1. Untuk parameter zat organik ( $\text{KMnO}_4$ ) efisiensi penurunannya tidak berpengaruh terhadap keempat variasi yang digunakan. Tidak berpengaruhnya keempat variasi yang digunakan pada penelitian ini dapat disebabkan, karena tidak diketahuinya jumlah mikroorganisme yang berada di *biofilm* pada reaktor biosand filter yang ikut berpengaruh dalam proses pendegradasian zat organik ( $\text{KMnO}_4$ ), karena semakin banyak mikroorganisme yang tumbuh maka semakin banyak mikroorganisme yang mendegradasi konsentrasi zat organik ( $\text{KMnO}_4$ ). Sedangkan pada efisiensi penurunan konsentrasi total *coliform* terjadi pada reaktor biosand filter dan dipengaruhi oleh perbedaan kecepatan alir pada reaktor biosand filter, Terlihat dari efisiensi penurunan konsentrasi tertinggi terdapat pada variasi 1 kemudian turun pada variasi 2, variasi 3 dan yang paling rendah efisiensi penurunannya pada variasi 4. Dengan waktu kontak yang semakin lama memungkinkan mikroorganisme pada biofilm untuk memakan

bakteri pathogen lebih banyak sehingga efisiensi yang didapat semakin besar.

## 5. Penutup

### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian hal yang dapat disimpulkan antara lain:

- 1) Pengaruh kecepatan alir pada reaktor *biosand* filter yang digunakan terhadap instalasi pengolahan air bersih, yaitu untuk parameter kekeruhan efisiensi penurunan tertinggi pada variasi 4 dengan kecepatan alir pada reaktor *biosand* filter 0,4 m/jam sebesar 99,45 %, untuk parameter zat organik ( $\text{KMnO}_4$ ) efisiensi penurunan tertinggi pada variasi 3 dengan kecepatan alir pada reaktor *biosand* filter 0,3 m/jam sebesar 33,67 % dan untuk parameter total *coliform* efisiensi penurunan tertinggi pada variasi 1 dengan kecepatan alir pada reaktor *biosand* filter 0,1 m/jam sebesar 99,21 %.
- 2) Kualitas air dari hasil pengolahan air bersih menggunakan reaktor koagulasi, flokulasi, sedimentasi dan biosand filter dibandingkan dengan baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1990 tentang Persyaratan Kualitas Air Bersih hanya parameter kekeruhan disemua variasi dan parameter total *coliform* pada variasi 1 yang memenuhi baku mutu.

### 5.2 Saran

- 1) Diharapkan pada penelitian selanjutnya dilakukan penambahan unit pengolahan lanjutan, seperti pengolahan biologis lanjutan atau secara kimiawi agar penurunan konsentrasi total *coliform* dapat berada dibawah baku mutu yang telah ditentukan.
- 2) Diharapkan pada penelitian selanjutnya dilakukan penelitian menggunakan air tanah yang memiliki konsentrasi bahan pencemar lebih konstan sebagai air baku.
- 3) Diharapkan pada penelitian selanjutnya dilakukan variasi kecepatan alir dan ketinggian media pada reaktor *biosand* filter untuk mengetahui pengaruh dari kedua variasi yang digunakan.

## 6. Daftar Pustaka

Anonim. 2008. SNI 19 - 6774 – 2008 *Tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air*. Badan Standarisasi Nasional.

Asmadi dan Suharno. 2012. *Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Cetakan Pertama. Yogyakarta: Gosyen Publishing.4-5.

Aziz, Tamzil, Dwi Yahrinta P. dan Lola Rethiana. 2013. *Pengaruh Penambah Tawas  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)$  dan Kaporit  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Sungai Lambidaro*. Jurnal Teknik Kimia No. 3, Vol. 19.

Budiyono dan Siswo Sumardiono. 2013. *Teknik Pengolahan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Chamdan, Achmad dan Alfian Purnomo. 2013. *Kajian Kinerja Teknis Proses dan Operasi Unit Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) Kedunguling PDAM Sidoarjo*. Jurnal Teknik POMITS Vol. 2, No. 2.

Center for Affordable Water and Sanitation Technology (CAWST). 2009. *Biosand Filter Manual Design, Construction, Installation, Operation And Maintenance*. Canada.

Depkes RI. 1990. *Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1990 Tentang Persyaratan Kualitas Air Bersih*. Jakarta.

Depkes RI. 2001. *Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta.

Edwin, Tivany, Agung Kelik S. dan Yommi Dewilda. 2015. *Kinerja Biosand Filter dalam Menyisihkan Total Coliform di Air Tanah Dangkal*. Jurnal Teknik Lingkungan UNAND 12 (1): 17 – 26.

Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

Lindu, Muhamad. 2008. *Pengaruh Kecepatan Gradien dan Waktu Tinggal Terhadap Koagulasi-Flokulasi Warna dan Zat Organik Air Sumur*

Dalam. Jurnal Kimia Universitas Trisakti Vol. 8 No. 2, 146 - 150.

Masduqi dan Slamet. 2002. *Satuan Operasi*. Surabaya: ITS.

Notodarmodjo, S., Andriani A. dan Anne J. 2004. *Kajian Unit Pengolahan Menggunakan Media Berbutir dengan Parameter Keketuhan, TSS, Senyawa Organik dan pH*. Jurnal Sains dan Teknologi ITB Volume 36 A No. 2, 97 – 115.

Perda Kaltim. 2011. *Peraturan Daerah Kalimantan Timur No. 2 Tahun 2011 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Kalimantan Timur.

Ramadhan, Prasetya. 2015. *Mikrobiologi Industri, Mikroorganisme dan Aplikasinya dalam Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Rizkia, Utami Anggi. 2013. *Pengolahan Limbah Cair Laundry*. Jurnal Teknik Sipil Untan Volume 13 Nomor 1.

Rubiyatno, Tony Hadriarata, Nova Yanti dan Bunrith Seng. 2012. *The Decrease of Organic Substance Concentration (KMnO<sub>4</sub>) and Turbidity in Well (Ground) Water Using Biosand Filter Reactor*. Jurnal of Environmental Science and Technology 5 (6): 430-440.

Suparno dan Suprihatin. 2013. *Teknologi Pengolahan Air*. Bogor: IPB Press.

Yuliana, Irna. 2013. *Studi Tentang Pengetahuan Masyarakat Terhadap Kondisi Lingkungan Pemukiman Penduduk di Bantaran Sungai Karang Mumus Kelurahan Bandara Samarinda*. Jurnal Sosiatri-Sosiologi UNMUL 1 (1): 20 – 30.