



Pengaruh Susunan Multimedia Filter dalam Kolom Filtrasi terhadap Penurunan Parameter Zat Organik

(Effect of Multimedia Filter Composition in Filtration Column Against the Decrease in Organic Matter Parameters)

Rozy Medi Wilian^{1*}, Laili Fitria², dan Hendri Sutrisno¹

¹Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura

²Kelompok Keahlian Teknologi dan Rekayasa Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

***E-mail : rozymedi@gmail.com**

Abstract

Generally, the artesian well water has a reddish or brown color after contact with air, leaving a yellow color on clothes and kitchen equipment, and potentially causing disease. Therefore, treatment is needed so that the well water is fit to be used as clean water. This study aims to analyze the effectiveness of each filter media combination in reducing the parameters of organic matter in well water. Multimedia filters are used with shell sand media, manganese greensand and activated carbon with a height of 25 cm each media. Inlet discharge used is 0.05 m³/hour. The initial concentration of artesian well water parameters of organic matter 147.6 mg/L has exceeded the PERMENKES No. 32 the Year 2017 quality standard. The best results obtained after processing with multimedia filter namely a decrease in organic matter 147.6 mg/L to 6 mg/L with an efficiency of 95.94%.

Keywords: artesian well water, activated carbon, manganese greensand and sand shells, Indonesia.

Abstrak

Umumnya air sumur bor memiliki warna kemerah-merahan atau coklat setelah terjadi kontak dengan udara, sehingga meninggalkan warna kuning pada pakaian dan peralatan dapur, serta berpotensi menimbulkan penyakit. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan agar air sumur layak digunakan sebagai air bersih. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas setiap kombinasi media filter dalam menurunkan parameter zat organik pada air sumur. Digunakan multimedia filter dengan media pasir kerang, *manganese greensand* dan karbon aktif dengan ketinggian masing-masing media 25 cm. Debit inlet yang digunakan ialah 0,05 m³/jam. Konsentrasi awal air sumur bor parameter zat organik 147,6 mg/L telah melebihi batas baku mutu PERMENKES No 32 Tahun 2017. Hasil terbaik yang didapat setelah pengolahan dengan multimedia filter yakni terjadi penurunan zat organik 147,6 mg/L menjadi 6 mg/L dengan efisiensi 95,94%.

Kata Kunci: air sumur bor, karbon aktif, *manganese greensand* dan pasir kerang, Indonesia.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang pesat di Indonesia akan mendorong kebutuhan perumahan serta pemenuhan air bersih. Air bersih merupakan kebutuhan primer dalam kehidupan sehari – hari. Menurut PDAM Tirta Raya tahun 2017, masyarakat Kabupaten Kubu Raya yang dilayani sejumlah $\pm 15\%$, sehingga masyarakat Kabupaten Kubu Raya menggunakan air sumur bor untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Begitu juga bagi masyarakat Gang Ringin Sari 2. Menurut hasil analisis uji sampel awal, air sumur bor Di Gang Ringin Sari 2 (koordinat lokasi $00^{\circ} 07' 20,41''$ LU dan $109^{\circ} 23' 42,96''$ BT) mengandung besi zat organik sebesar 147,6 mg/L.

Air sumur bor yang bewarna kemerah-merahan atau kecoklatan memiliki dampak yang ditimbulkan yaitu dapat mengurangi estetika, bersifat asam (<7) dapat menyebabkan karat pada pipa air, dan kadar Besi (Fe) yang tinggi dapat menyebabkan timbulnya endapan pada pipa logam serta bahan-bahan cucian dan zat organik yang tinggi menyebabkan bau yang tidak sedap. Teknologi pengolahan yang sering digunakan oleh masyarakat yang menggunakan sumur bor ialah pengolahan multimedia filter. Menurut penelitian Fajarwati (2014) penggunaan pasir kerang dapat menurunkan parameter besi dengan efektivitas penurunan sebesar 54 % dan parameter zat organik dengan efektifitas penurunan sebesar 42 %, serta menaikkan parameter pH dari 5,4 menjadi 7,8 akan tetapi hasil ini belum cukup untuk memenuhi baku mutu air bersih untuk parameter besi (Fe) dan zat organik menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia sesuai No 32 Tahun 2017.

Penelitian yang dilakukan Oesman dan Sugito., (2017) dimana penggunaan filter air dengan kombinasi pasir silika-*manganese greensand*-karbon aktif dapat menurunkan kadar Besi (Fe) dengan efisiensi sebesar 78% dan penurunan kadar mangan (Mn) dengan efisiensi sebesar 88%. Penelitian yang dilakukan Abdullah, Bustan, Brahmana, Syalfani, & Zakaria (2013) menunjukkan kemampuan karbon aktif dalam menurunkan kandungan besi (Fe) dengan efisiensi rata-rata 80 % dengan pengolahan menggunakan media filter karbon aktif. Hasil dua penelitian tersebut sudah memenuhi baku mutu air bersih untuk parameter besi (Fe) berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia sesuai No 32 Tahun 2017 akan tetapi kedua penelitian tersebut hanya menggunakan larutan buatan yang kadar besi (Fe) tidak besar, oleh karena itu, perlunya penelitian untuk menentukan efektifitas kombinasi filter dalam pengolahan air sumur bor. Metode yang digunakan yaitu metode filtrasi menggunakan multi media filter dengan kombinasi media filter dari pasir kerang, *manganese greensand* dan karbon aktif, penggunaan media filter lebih dari satu media filter bertujuan agar air hasil olahan dapat memenuhi baku mutu dan variasi kombinasi pada media filter agar di dapatkan tingkat efisiensi kombinasi media filter dalam pengolahan air sumur bor.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Pengambilan air sampel berasal dari sumur bor di Gang Ringin Sari Kabupaten Kubu Raya, sedangkan penelitian dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura dan Laboratorium Kualitas dan Kesehatan Lahan Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura Pontianak, sebagai tempat pengujian kadar zat organik pada air sumur bor sebelum dan sesudah pengolahan.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah bak air ukuran 20 liter, pipa 4 inch, pipa 3/4 inch, lem pipa, isolatip, dop 4 inch, dop, stop kran 3/4 inch, shield 3/4 inch, tee 3/4, kawat halus, gergaji, paku, palu, ASS, *pH Meter*, kain asahi dan katup 3/4 inch. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *aquades*, kerikil, karbon aktif 25 kg, *manganese greensand* 25 kg, pasir kerang 25 kg dan 80 L sampel air sumur bor.

Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dengan melakukan uji kebocoran pada kolom filtrasi. Selanjutnya dilakukan preparasi media filter pasir kerang menggunakan ukuran media yang sesuai berdasarkan kriteria filter pasir cepat ($>0,55$ mm) (Kawamura, 2000), lalu dilakukan analisa ayakan (*sieve alysis*) dilanjutkan pasir kerang dicuci menggunakan *aquades* untuk menghilangkan kotoran yang masih melekat. Preparasi media filter *manganese greensand* dimulai dilakukan analisa ayakan (*sieve alysis*), lalu dilanjutkan dengan mencuci *manganese greensand* dengan menggunakan *aquades* untuk menghilangkan kotoran yang terdapat didalam *manganese greensand*.

Preparasi media filter adsorben karbon aktif dimulai dengan dilakukan analisa ayakan (*sieve alysis*), dilanjutkan dengan memisahkan karbon aktif dengan kotoran dengan cara mencuci menggunakan *aquades* untuk menghilangkan kotoran yang masih melekat. Preparasi media filter kerikil dimulai dengan analisa ayakan (*sieve alysis*) untuk mengetahui ukuran efektif (*effective size*) dan keseragaman media (*uniformity coefficient*), lalu memisahkan kerikil dengan kotoran padatan. Setelah dipisahkan itu kerikil dicuci untuk menghilangkan kotoran yang masih melekat pada kerikil.

Pengambilan air sumur bor dilakukan dengan cara disedot menggunakan pompa dan dialirkan melalui pipa. Pembuatan alat pengolahan air sumur bor dibuat dengan dimensi bak penampungan yaitu dengan kapasitas 10 liter yang terdiri dari 1 bak. Kolom yang digunakan yang dibuat dari pipa PVC. Pada penelitian ini digunakan pipa PVC ukuran 4 inch. Tinggi masing-masing media yaitu pasir kerang 25 cm, *manganese greensand* 25 cm, karbon aktif sebesar 25 cm dan kerikil 10 cm. Digunakan kain asahi sebagai pemisah anantara media.

Jenis aliran yang digunakan dalam penelitian ini yaitu aliran *downflow* dengan memanfaatkan gaya gravitasi dimana aliran air sumur bor akan mengalir dari atas bak penampung dengan kapasitas 10 L menuju tabung filter. Untuk mengalirkan air sumur bor dari bak penampung ke tabung filter digunakan stop kran 3/4" yang terhubung dengan pipa PVC ukuran 3/4". Dilanjutkan dengan running alat percobaan dengan media dilakukan dengan mencatat volume dan waktu yang diperlukan ketika air sampel keluar pada kran outlet, dengan debit air yang digunakan yaitu $0,05 \text{ m}^3/\text{jam}$ dan kecepatan air $6,35 \text{ m/s}$ pada kran inlet. Hal ini berfungsi untuk mencari debit serta *Filtration Rate*.

Variasi media yang digunakan di setiap tabung ialah sebagai berikut :

- Kombinasi- A (pasir kerang-*manganese greensand*-karbon aktif-kerikil)
- Kombinasi- B (pasir kerang-karbon aktif-*manganese greensand*-kerikil)
- Kombinasi- C (*manganese greensand*-pasir kerang-karbon aktif-kerikil)
- Kombinasi- D (*manganese greensand*-karbon aktif-pasir kerang-kerikil)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Ayakan (*Sieve Analysis*) Media Filter

Setelah dilakukan pengayakan untuk media pasir kerang, *manganese greensand*, karbon aktif dan kerikil, didapatkan nilai ES dan UC untuk masing-masing media filter.

Tabel 1 Nilai ES dan UC untuk Media Filter

No.	Media Filter	ES	UC	Kriteria US EPA (1995) dan Reynolds & Richard (1996)	
				ES	UC
1.	Pasir Kerang	2,0	1,6	0,7-3,0	1,6-2,0
2.	<i>Manganese Greensand</i>	2,1	1,6	1,0-50	1,6-2,0
3.	Karbon Aktif	1,9	1,7	1,0-3,0	1,6-1,8
4.	Kerikil	10,2	1,6	1,0-50	1,6-2,0

Semua media filter yang digunakan memiliki nilai ES dan UC yang memenuhi rentang berdasarkan kriteria US EPA (1995) serta Reynolds dan Richard (1996), sehingga dapat disimpulkan bahwa semua media dapat digunakan sebagai media filter pada proses pengolahan.

Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika yang didapatkan dengan menggunakan debit pada keran inlet sebesar 0,05 m³/jam dan kecepatan air 6,35 m/s dan luas permukaan media 0,01 m².

Tabel 2 Analisis Hidrolika Kran Outlet

No	Variasi	Debit (m ³ /jam)		Filtration Rate (m/jam)	
		P1	P2	P1	P2
1	A	0,03	0,03	3,01	3,12
2	B	0,03	0,03	3,24	3,18
3	C	0,03	0,03	3,07	3,06
4	D	0,03	0,03	3,14	2,98

Filtration rate yang didapatkan pada masing-masing kolom belum mencapai nilai yang sudah ditentukan berdasarkan kriteria menurut Schulz dan Okun (1984), dimana untuk filtrasi pasir cepat, nilai *filtration rate* yang telah tentukan ialah sebesar 4-21 m/jam.

Kualitas Sampel Air Sumur Bor Sebelum Pengolahan

Berikut ini merupakan hasil pengujian kualitas air sumur bor sebelum dilakukan pengolahan dengan multimedia filter.

Tabel 3 Hasil Uji Kualitas Air Sumur Bor Sebelum Pengolahan

Parameter	Metode atau Alat	Hasil Uji	Baku Mutu (PERMENKES No 32 Tahun 2017)	Keterangan
-----------	------------------	-----------	--	------------

Zat organik	<i>Closed Reflux</i>	147,6 mg/L	10 mg/L	Melebihi
-------------	----------------------	------------	---------	----------

Kualitas Air Sumur Bor Setelah Pengolahan

Sampel air sumur bor sesudah pengolahan dengan multimedia filter dibawa ke Laboratorium Kualitas dan Kesehatan Lahan Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura Pontianak untuk dilakukan analisis parameter zat organik.

Tabel 4 Hasil Uji Laboratorium Air Sumur Bor Sesudah Pengolahan

Parameter	Konsentrasi (mg/L)						*Baku Mutu
	Awal	Kontrol	A	B	C	D	
			Rata-rata	Rata-rata	Rata-rata	Rata-rata	
Zat Organik	147,63	146,85	6,00	7,90	8,85	13,59	10 mg/L

Parameter Zat Organik

Parameter zat organik dalam penelitian kali ini mengalami penurunan dengan nilai penurunan yang bervariasi. Konsentrasi nilai zat organik awal sebelum pengolahan yaitu 147,63 mg/L. Efisiensi penurunan nilai zat organik terbaik dari ke empat variasi ialah pada kode variasi sampel A dengan rata-rata efisiensi 95,94%.

Tabel 5 Hasil Uji Laboratorium Parameter Zat Organik

Kode Sampel	Zat Organik		Rata-rata	*Baku Mutu	Efisiensi
	P1	P2			
Sampel Awal	147,63		-	10 mg/L	-
Kontrol	146,85		146,85		0,53 %
A	6,32	5,68	6,00		95,94%
B	6,95	8,84	7,90		94,64%
C	10,11	7,58	8,85		94,01%
D	15,8	11,37	13,59		90,79%

Sumber: Analisis Laboratorium Kualitas dan Kesehatan Lahan Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura Pontianak, 2019

* Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017

Keterangan :

A = Kombinasi media Pasir Kerang-*Manganese Greensand*-Karbon Aktif -Kerikil

B = Kombinasi media Pasir Kerang-Karbon Aktif-*Manganese Greensand* -Kerikil

C = Kombinasi media *Manganese Greensand*-Pasir Kerang-Karbon Aktif -Kerikil

D = Kombinasi media *Manganese Greensand*-Karbon Aktif-Pasir Kerang-Kerikil

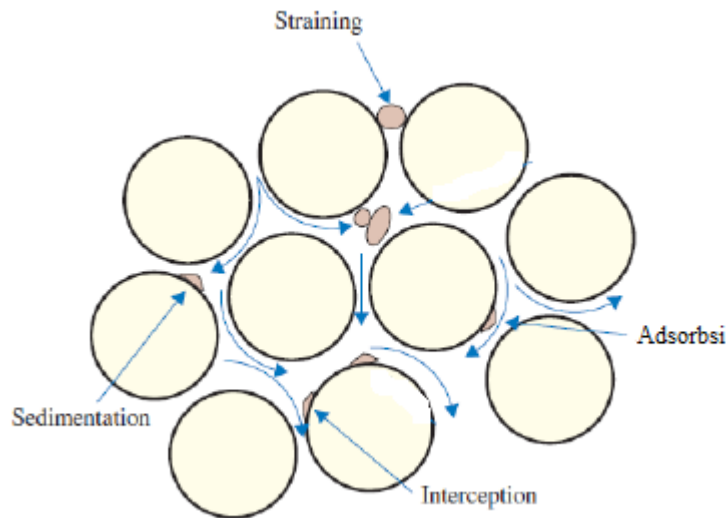
Kontrol = Media Kerikil

P1 = Pengulangan Pertama

P2 = Pengulangan Kedua

Pada variasi tipe A, B dan C dapat menurunkan parameter zat organik dari 147,63 mg/L hingga di bawah 10 mg/L dengan efisiensi tertinggi mencapai 95,94 %. Sementara pada susunan media tipe D belum memenuhi baku mutu air bersih menurut PERMENKES NO. 32 Tahun 2017.

Pada penelitian ini, media pasir kerang, *manganese greensand* dan karbon aktif, serta kerikil dilakukan analisis ayakan (*sieve analysis*) agar didapatkan ukuran efektif (ES) dan keseragaman media (UC) sesuai ketentuan US EPA 1995 serta kriteria berdasarkan Reynolds dan Richard 1996 sehingga pada proses pengolahan multi media semua lapisan dapat berfungsi sebagai filter atau penyaring. Proses mekanisme yang terjadi pada proses filtrasi terdiri dari *straining*, adsorpsi, *interception* dan sedimentasi.



Gambar 1 Ilustrasi Proses Mekanisme Filtrasi
Sumber : McCabe, 1993

Pada tipe A, digunakan kombinasi susunan media pasir kerang-*manganese greensand*-karbon aktif-kerikil, dapat menurunkan konsentrasi zat organik dari 147,63 mg/L menjadi 6 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 95,94%. Hal ini dikarenakan saat air sampel air sumur bor melewati media pasir kerang akan tersaring atau tertahan pada pori-pori media pasir kerang yang memiliki ukuran efektif 2 mm dimana mekanisme yang terjadi yaitu *mechanical straining*, sedimentasi dan *interception*. Lalu air sumur bor akan melewati media *manganese greensand*, yang memiliki ukuran efektif media lebih besar ketimbang media pasir kerang hal ini mengakibatkan terjadinya mekanisme *interception* dimana zat organik bergerak langsung menuju dan membentur media filter sebagai akibatnya zat organik tersuspensi melekat pada media filter dan terjadi sedimentasi pada media filter.

Selanjutnya air sumur bor melewati media karbon aktif. Hal ini cukup baik karena media karbon aktif akan semakin optimal dalam menyisihkan zat organik. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Fajarwati (2014) dimana semakin tebal media filter maka kuantitas filter yang dipakai juga bertambah sehingga kemampuan penyaringannya akan semakin baik. Selain itu karbon aktif juga merupakan media yang memiliki sifat adsorpsi yang baik sehingga peletakkannya sebagai media filter akhir dapat membantu proses penyisihan zat organik. Pertambahan kuantitas karbon aktif ini menyebabkan pula bertambahnya kemampuan adsorpsi karbon aktif.

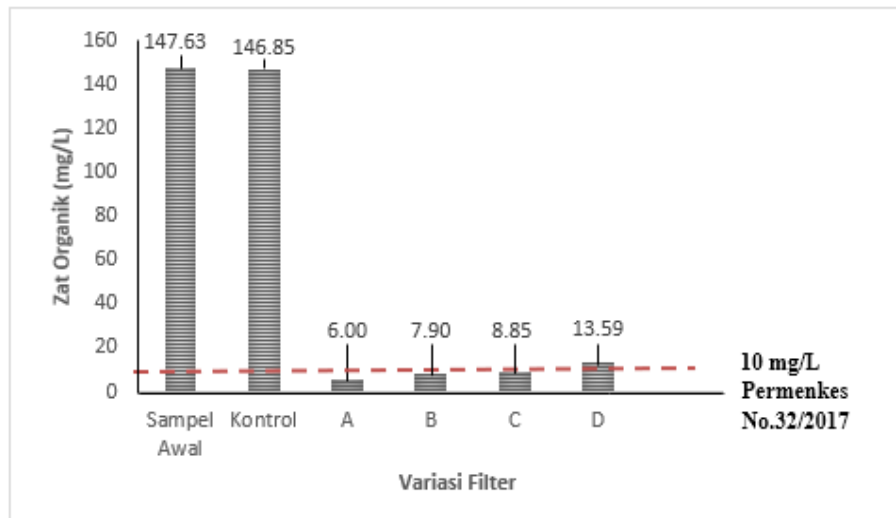
Pada tipe B dengan susunan kombinasi media pasir kerang-karbon aktif-*manganese greensand*-kerikil dapat menurunkan konsentrasi zat organik dari 147,63 mg/L menjadi 7,9 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 94,64 %. Hasil pada variasi B mengalami penurunan dibandingkan variasi A hal ini diakibatkan penempatan media *manganese greensand* pada akhir pengolahan dimana ukuran efektif dari *manganese greensand*

merupakan ukuran efektif yang paling besar di antara media lainnya, hal ini mengakibatkan tidak efektifnya proses filtrasi yang terjadi pada media *manganese greensand* di akhir pengolahan. Hal ini sesuai dengan penelitian Handayani et, al., (2013) dimana hasil olahan air gambut menggunakan media pasir dengan ukuran efektif 0,15 mm – 0,35 mm lebih baik ketimbang hasil olahan air gambut dengan media pasir yang memiliki ukuran efektif > 0,35 mm, dengan ukuran efektif yang semakin kecil maka semakin kecil pula ukuran pori-pori yang dihasilkan dari media filter.

Variasi C dengan susunan kombinasi *manganese greensand*-pasir kerang-karbon aktif-kerikil dapat menurunkan konsentrasi zat organik dari 147,63 mg/L menjadi 8,85 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 94,01%. Hasil pada variasi C mengalami penurunan dibandingkan variasi A dan B hal ini diakibatkan penempatan media *manganese greensand* pada awal media berpengaruh pada hasil olahan. Variasi D dengan susunan kombinasi *manganese greensand*-karbon aktif-pasir kerang-kerikil dapat menurunkan konsentrasi zat organik dari 147,63 mg/L menjadi 11,37 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 90,79%.

Hasil pada variasi D merupakan hasil yang paling rendah tingkat efisiensinya dibandingkan hasil tiga variasi lainnya. Hasil olahan variasi D menghasilkan olahan zat organik yang tidak memenuhi baku air bersih menurut PERMENKES NO. 32 Tahun 2017, hal ini diakibatkan oleh peletakan media karbon aktif yang diletakan pada pengolahan setelah media *manganese greensand* yang mengakibatkan beban filtrasi semakin berat karena mekanisme sedimentasi dan *interception* yang terjadi pada media *manganese greensand* terganggu, karena zat organik yang menempel pada media *manganese greensand* dan terendapkan dapat terlepas dan lolos karena aliran langsung pada kran inlet. Sedangkan media pasir kerang memiliki ukuran efektif yang lebih besar ketimbang media karbon aktif sehingga mengakibatkan masih adanya zat organik yang lolos dengan ukuran lebih kecil.

Selain itu peletakan media pasir kerang pada akhir lapisan mengakibatkan kerja media karbon aktif tidak maksimal. Hal ini didukung dengan penelitian Fajarwati (2014) media pasir kerang dapat meningkatkan pH dari 5,49 menjadi 7,8 dimana peningkatan pH berpengaruh besar terhadap adsorpsi karena pH menentukan tingkat ionisasi larutan maka dapat mempengaruhi adsorpsi senyawa-senyawa organik asam atau basa lemah. Pasir kerang dapat membantu pada penurunan zat organik dengan prinsip pertukaran ion, dimana saat pertukaran ion terjadi dapat menurunkan parameter besi atau membuat besi tak larut pada air sumur bor hal ini juga dapat berhubungan dengan penurunan parameter zat organik, dimana zat organik pada air berikatan dengan logam pada air sumur bor, dengan kandungan logam yang tak larut membuat proses filtrasi pada penurunan zat organik juga semakin baik (Ilari dan Sausa, 2011).



Gambar 2. Grafik Penurunan Zat Organik

Hasil olahan air sumur bor menggunakan multimedia filter memiliki hasil olahan nilai zat organik yang lebih baik dibandingkan penelitian Fajarwati (2014). Penggunaan multimedia filter dengan media cangkang kerang-zeolit-karbon aktif memiliki persentase penurunan nilai zat organik sebesar 65,9 %. Berdasarkan penelitian ini diketahui bahwa pengolahan air sumur bor dapat menurunkan parameter zat organik menjadi 6 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 95,94 % sesuai dengan standar baku mutu 10 mg/L menurut PERMENKES NO. 32 Tahun 2017. Penurunan parameter zat organik pada air sumur bor ini juga dapat berdampak pada parameter lainnya, dimana tingginya kandungan zat organik pada air dapat berpengaruh pada jumlah oksigen terlarut pada air, semakin tinggi zat organik maka semakin sedikit kandungan oksigen terlarut hal ini diakibatkan, kandungan oksigen terlarut di dalam air digunakan oleh bakteri untuk mengdekomposisi zat organik, dengan keadaan oksigen terlarut yang rendah pada air mengakibatkan parameter BOD tinggi (Rahmawati, Fitria & Syafitri, 2017).

PENUTUP

Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dalam penelitian ini penggunaan multi media filter dengan media Pasir Kerang, *Manganese Greensand* dan Karbon Aktif dalam pengolahan air sumur bor memiliki hasil untuk masing-masing kombinasi sebagai berikut : Kombinasi A (Pasir Kerang-*Manganese Greensand*-Karbon Aktif-Kerikil) memiliki nilai hasil olahan pada parameter zat organik 6 mg/L dengan efisiensi 95,94 %. Kombinasi B (Pasir Kerang-Karbon Aktif-*Manganese Greensand*-Kerikil) memiliki nilai hasil olahan pada parameter zat organik 7,9 mg/L dengan efisiensi 94,64 %. Kombinasi C (*Manganese Greensand*-Pasir Kerang-Karbon Aktif-Kerikil) memiliki nilai hasil olahan pada parameter zat organik 8,85 mg/L dengan efisiensi 94,01 %. Kombinasi D (*Manganese Greensand*-Karbon Aktif-Pasir Kerang-Kerikil) memiliki nilai hasil olahan pada parameter zat organik 13,59 mg/L dengan efisiensi 90,79.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan penambahan replikasi dengan menggunakan uji parametrik dilakukan analisis statistik Anova agar dapat melihat perbedaan hasil olahan air sumur bor setiap variasi susunan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada dosen pembimbing skripsi, Ibu Laili Fitria dan Bapak Hendri Sutrisno, dosen penguji skripsi, Bapak Arifin dan Ibu Herda Desmaiani, serta semua pihak yang terlibat dan membantu penulis selama proses pengerjaan penelitian yang tidak dapat diucapkan satu persatu. Jurnal ini merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Skripsi berjudul Efektivitas Kombinasi Media Filter pada Pengolahan Air Sumur Bor menggunakan Filter Pasir Kerang, Manganese Greensand dan Karbon Aktif, serta bagian dari Prosiding Seminar Nasional Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi 2019 di Pontianak.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, RA,. Bustan, I,. Brahmana, A,. Syafalni, S & Zakaria,S,N,f. 2013. *Peat Water Treatment Using Combination of Cationic Surfactant Modified Zeolite, Granular Activated Carbon and Limestone. Engineering Campus. Jurnal Canadian Center of Science and Education. Vol 7 : 1913-1852.*
- Fajarwati, I. 2014. Pengolahan Air Tanah dengan Sistem Multifiltrasi Menggunakan Cangkang Kerang, Zeolit dan Karbon Aktif. Fakultas Teknik. Universitas Tanjung Pura : Kalimantan Barat.
- Handayani, Y, L. Darmayanti, L dan Ashari, F, A. 2013. Pengaruh Ukuran Efektif Pasir dalam Biosand Filter untuk Pengolahan Air Gambut. Jurnal Prosiding SNTK Topi. 1907-0500.
- Kawamura, S. 2000. *Interagated Desain and Operation of Water Treatment Facilities.* New York : John Wiley and Sons.
- Kahar, A. 2007. Pengaruh Laju Alir dan Diameter Partikel Zeolit pada Proses Penjerap Fenol Terlarut Dalam Limbah Cair Industri Kayu Lapis. Jurnal Kimia Mulawarwan. Vol 4 : 1693-5616.
- Ilarri, M. Saosa, R. 2011. *A Handbook of Global Freshwater Invasive Species, Chapter 15 Corbicula Flumenea Muller(Asian Clam).* pp. 173-183.
- McCabe, W, L. Smith, J ,C dan Harriott, P. 1993. *Unit Operations Of Chemical Engineering Fifth Edition.* Mc Graw Hill. New York.
- Oesman, N,M dan Sugito. 2017. Penurunan Logam Besi dan Mangan Menggunakan Filtrasi Media Zeolit dan *Manganese Greensand.* Jurnal Teknik WAKTU. Vol 15 : 1412-1867.
- Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Raya. 2017. Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum Tirta Raya. Kalimantan Barat : Kubu Raya.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum. Depkes RI, Jakarta.
- Rahmawati,N. dan Sugito. 2015. Reduksi Besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada Air Tanah Menggunakan Media Filtrasi *Manganese Greendsand* dan Zeolit Terpadukan Resin. Jurnal Teknik WAKTU. Vol 13 : 1412-1867.

- Rahmawati, R., Fitria, L., & Syafitri, L. (2017). Correlation of Physical-Chemical Parameters to Total Coliform Value in Jawi River, Pontianak, West Kalimantan. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 9(2), 370-379. doi:<https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v9i2.10187>
- Reynolds, Tom D. dan Richards, Paul A., 1996. “*Unit Operations and Processes in Environmental Engineering, 2nd edition*” PWS Publishing Company, Boston.
- Said, N, I. 2005. Metode Praktis Penghilang Zat Besi dan Mangan di Dalam Air Minum. Jakarta : Kelair BPPT.
- Syarfi,S.H.2007. Rejeksi Zat Organik Air Gambut dengan Membran Ultrafiltrasi Jurnal Sains dan Tegnologi, Jakarta, Vol. XVII, Hal 9-14.
- United States Environmental Protection Agency. 1995. *Water Treatmen Manuals Filtrasion*. Ireland.