

PENURUNAN KADAR COD MENGGUNAKAN SARINGAN PASIR DUAL MEDIA PADA PENGOLAHAN AIR MINUM

Laily Noer Hamidah* dan Ardhana Rahmayanti

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas NU Sidoarjo

*E-mail: enha.laily@gmail.com

Abstract

Allowance for COD content in raw water can use a dual media sand filter. Sand filters have various advantages, namely low-cost and environmentally friendly operational costs and are able to produce quality processed water that meets quality standards. This study uses a dual media sand filter with dimensions of sand and gravel depth of 40 cm and 20 cm respectively, running the reactor for 15 days (sampling every 2 days) with 14 days of acclimation. The purpose of this research is to obtain the optimum flow rate from the sand filter reactor in setting aside COD in raw water. The results showed a dual media sand filter reactor unit with a flow rate of 0.3 m³ / m².hour has a higher efficiency in setting aside COD compared to a reactor with a flow rate of 0.2 m³ / m².hours which is 52.3%, where the magnitude This removal efficiency is influenced by biological processes in the form of bacterial activity in the schmutzdecke layer and chemical processes in the form of adsorption.

Keywords: Dual Media, COD Removal, Sand Filter.

ABSTRAK

Penyisihan kandungan COD dalam air baku dapat menggunakan saringan pasir dual media. Saringan pasir memiliki berbagai kelebihan yaitu biaya operasional yang murah dan ramah lingkungan serta mampu menghasilkan kualitas air hasil olahan yang memenuhi baku mutu. Penelitian ini menggunakan saringan pasir dual media dengan dimensi kedalaman pasir dan kerikil masing-masing 40 cm dan 20 cm, running reaktor dilakukan selama 15 hari (pengambilan sampel setiap 2 hari) dengan 14 hari aklimatisasi. Tujuan dari penelitian adalah untuk mendapatkan laju aliran optimum dari reaktor saringan pasir dalam menyisihkan COD pada air baku. Hasil penelitian didapatkan unit reaktor saringan pasir dual media dengan laju aliran 0,3 m³/m².jam memiliki efisiensi yang lebih tinggi dalam menyisihkan COD dibandingkan reaktor dengan laju aliran 0,2 m³/m².jam yaitu sebesar 52,3 %, dimana besarnya efisiensi penyisihan ini dipengaruhi oleh proses biologi berupa aktivitas bakteri pada lapisan schmutzdecke dan proses kimia berupa adsorpsi.

Kata Kunci: Dual Media, Penyisihan COD, Saringan Pasir.

1. PENDAHULUAN

Zat organik berupa nilai COD dalam air baku menjadi suatu permasalahan yang harus diperhatikan dalam produksi air minum

(Meffe *et al.*, 2010). Pada beberapa kasus dalam pengolahan air minum, konversi senyawa karbon dalam air menjadi senyawa organik *biodegradable* (BDOC) cenderung

meningkat. BDOC ini dapat mendukung perkembangan mikroorganisme patogen dalam air seperti *Asellus* dan *Nais* dalam sistem distribusi (Laurent *et al.*, 1999 dalam Hamidah, 2019), organisme ini berbahaya bagi kesehatan manusia.

Pengolahan air minum menggunakan saringan pasir dapat menjadi solusi dalam mengatasi permasalahan tersebut. Hal ini dikarenakan air hasil olahan memiliki kualitas mikrobiologi yang memenuhi baku mutu, selain itu biaya pembuatan dan operasional yang murah serta ramah lingkungan (Huisman dan Wood, 1974) karena tidak membutuhkan penambahan bahan kimia (McDowall *et al.*, 2009). Menurut Hamidah (2019), efisiensi penurunan COD menggunakan *Slow Sand Filter* (SSF) atau dikenal dengan saringan pasir lambat sebesar 48% dengan lama running selama 15 hari.

Penelitian ini menggunakan saringan pasir dual media yaitu dengan menambahkan kerikil diatas lapisan pasir. Tujuan dari penambahan kerikil ini adalah untuk mengkaji kinerja saringan pasir dalam menguraikan zat organik. Pada filter pasir proses nitrifikasi dan denitrifikasi dipengaruhi oleh kedalaman filter dan kecepatan filtrasi serta ukuran media filter (Nakhla dan Farooq, 2003). Selain itu juga untuk megurangi terjadinya *clogging*, dikarenakan salah satu kelemahan dari unit saringan pasir adalah cepatnya terjadi *clogging* apabila kondisi air baku memliki kekeruhan yang tinggi (Huisman dan Wood, 1974).

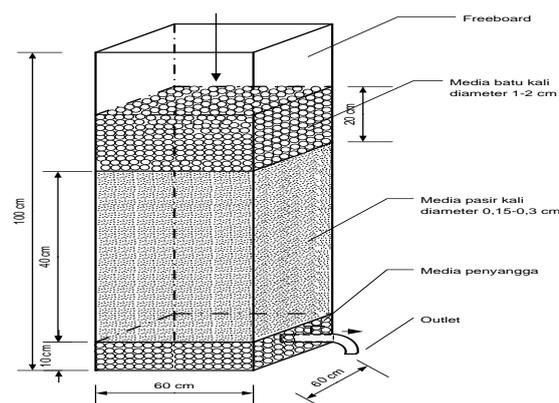
2. METODE PENELITIAN

Air baku yang digunakan berasal dari *outlet* unit *prasedimentasi* IPAM Ngagel I Surabaya. Kondisi air baku memiliki kekeruhan yang cukup tinggi yaitu mencapai 259 NTU dikarenakan penelitian dilaksanakan pada saat musim penghujan. Oleh karena itu, digunakan pengolahan pendahuluan dengan *Roughing Filter* (RF).

Jenis unit RF yang digunakan adalah *Vertical Roughing Filter* (VRF) 4 seri dengan aliran *downflow*, memiliki dimensi panjang dan lebar masing-masing sebesar 30 cm dan kedalaman media 50 cm.

2.1 Running Unit Reaktor

Unit reaktor yang digunakan adalah saringan pasir dual media. Dimensi reaktor yang digunakan memiliki ukuran panjang dan lebar masing-masing sebesar 60 cm dan tinggi atau kedalaman 100 cm. Reaktor ini diisi dengan media pasir dan kerikil dengan kedalaman masing-masing 40 cm dan 20 cm. Laju aliran (*flow rate*) yang digunakan sebesar 0,2 dan 0,3 m³/m².jam. Unit reaktor yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Reaktor Saringan Pasir Dual Media

Penelitian berlangsung selama 15 hari dengan 14 hari aklimatisasi. Tujuan dari aklimatisasi adalah untuk menumbuhkan mikroorganisme yang stabil dan dapat beradaptasi dengan air baku (Indriyati, 2003 dalam Hamidah, 2019).

2.2 Metode Pengumpulan Data

Untuk mengetahui kinerja dari saringan pasir maka dilakukan analisis COD dengan pengambilan sampel di outlet dan inlet dari masing-masing unit reaktor setiap 2 hari sekali selama 15 hari running setelah proses aklimatisasi selama 14 hari.

3. HASIL DISKUSI

3.1 Efisiensi Penyisihan COD

Unit reaktor dual media menggunakan pasir dan kerikil. Media pasir yang digunakan memiliki diameter $\pm 0,3$ mm. Menurut Huisman dan Wood (1974), serta Nakhla dan Farooq (2003) menyatakan media filter biasanya menggunakan pasir dengan diameter efektif antara 0,15-0,35 mm dan *uniformity coefficient* kurang dari 2. Kedalaman filter antara 0,3-1,5 m untuk menjaga kualitas dari *filtrate* dan menghindari *headloss* yang berlebih. Sedangkan menurut Campos *et al.* (2002), SSF akan memiliki efisiensi yang tinggi dengan laju aliran 0,1-0,3 m/jam dan diameter butiran pasir 0,1-0,3 mm, namun hal ini juga didukung oleh material yang terakumulasi pada lapisan *schmutzdecke* (*biofilm*).

Analisis COD dilakukan selama 15 hari setelah proses aklimatisasi selesai pada masing-masing unit reaktor. Pengambilan sampel sebanyak 7 kali dilakukan setiap 2 hari. Selanjutnya dihitung efisiensi penyisihan COD dengan mengurangi hasil analisis COD pada *inlet* dengan *outlet*. Hasil analisis efisiensi penyisihan COD untuk masing-masing laju aliran dapat dilihat pada pada Tabel 1.

Tabel 1. Efisiensi Penyisihan COD dalam Reaktor Saringan Pasir Dual Media

Hari ke	EFISIENSI PENYISIHAN COD (%)	
	V = 0,2 V = 0,3	
1	55,26	62,46
3	72,73	85,76
5	33,33	66,56
7	6,25	37,34
9	75,00	16,67
12	58,82	27,40
15	47,83	69,92
Rata-rata	49,89	52,30

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa unit reaktor dengan laju aliran 0,3 m³/m².jam memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan reaktor dengan laju aliran 0,2 m³/m².jam yaitu sebesar 52,3 %.

Penyisihan COD ini terjadi karena adanya proses biologi dan kimia. Proses biologi terjadi karena keberadaan lapisan *schmutzdecke* diatas lapisan pasir. Menurut Huisman dan Wood (1974), lapisan *schmutzdecke* terdiri dari lumpur *alluvial*, limbah organik, bakteri, alga, dan senyawa-senyawa biologi aktif. Lapisan *schmutzdecke* dapat menghilangkan bahan-bahan organik, mengubah senyawa unsur organik sintetis dan membasmi patogen, serta mampu menghasilkan air minum dengan kualitas mikrobiologi yang aman (Campos *et al.*, 2002). Penghilangan bahan organik dan anorganik ini dipengaruhi oleh aktivitas mikroba pada lapisan *schmutzdecke* melalui proses transportasi, adsorpsi, dan mobilisasi (Hendel *et al.*, 2001).

Schmutzdecke memiliki arsitektur kompleks, kaya akan mukopolisakarida yang dihasilkan oleh mikroorganisme in situ dan alga yang telah mati (Wotton dan Hirabayashi, 1999). Lapisan ini tersusun atas material biologi yang pekat sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya bakteri pada bagian atas pasir sebanyak beberapa cm (Huisman dan Wood, 1974). Pertumbuhan bakteri pada lapisan ini dapat mempengaruhi kinerja saringan pasir dalam menyisihkan nutrient dalam air baku (Hamidah, *et al.*, 2015).

Sedangkan pada kerikil juga terbentuk biofilm pada permukaannya. *Biofilm* merupakan kumpulan sel mikroorganisme, khususnya bakteri, yang melekat di suatu permukaan dan diselimuti oleh pelekat karbohidrat yang dikeluarkan oleh bakteri. Pelekat karbohidrat ini merupakan polimer ekstraseluler dibentuk oleh bakteri, yang tersusun oleh sejumlah besar protein, polisakarida, asam nukleat dan fosfolipid

yang berfungsi sebagai jembatan antar permukaan sel dan menjadi inisiasi pada pembentukan *biofilm* (Prakash *et al.*, 2003).

Dagostino *et al.* (1991) dalam Lazarova dan Manem (1995), menyatakan *biofilm* merupakan salah satu fenomena hasil modifikasi fisiologi oleh beberapa gen dari suatu sel sehingga mampu melekat pada suatu permukaan. Sedangkan menurut Rittmann *et al.* (1986) dan Manem (1988) dalam Lazarova dan Manem, (1995), *biofilm* adalah perubahan yang terjadi disekitar sel mikroorganisme yaitu adanya peningkatan produksi suatu enzim *exopolimer* matriks oleh mikroorganisme yang dapat melekat pada suatu permukaan substrat.

Pada saringan pasir juga terjadi proses kimia. Proses kimia terjadi melalui peristiwa adsorpsi. Menurut Huisman dan Wood (1974), adsorpsi merupakan pengurangan partikel yang lebih kecil dan partikel tersuspensi seperti partikel koloid dan partikel terlarut, dimana pada pH normal, media penyaring memiliki muatan negatif, sedangkan bahan anorganik memiliki muatan positif. Bahan anorganik pada air baku akan teradsorpsi pada media penyaring. Sedangkan untuk bahan organik memiliki muatan negatif, karena itu pada awal pengoperasian belum terjadi pengurangan bahan organik melalui proses adsorpsi. Namun setelah proses filtrasi berjalan dan banyak partikel bermuatan positif yang terjebak di permukaan media, maka bahan organik yang bermuatan negatif ikut teradsorpsi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa unit reaktor saringan pasir dual media dengan laju aliran 0,3 m³/m².jam memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan reaktor dengan laju aliran 0,2 m³/m².jam yaitu sebesar 52,3 %, dimana besarnya efisiensi penyisihan ini

dipengaruhi oleh proses biologi berupa aktivitas bakteri pada lapisan *schmutzdecke* dan proses kimia berupa adsorpsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Campos, L. C., Su, M.F.J., Graham, N.J.D., dan Smith, S.R. (2002). Biomass Development in Slow Sand Filter. *Journal of Water Research*, Vol. 36, pp: 4543-4551.
- Hamidah, L. N., Rahmayanti, A., Fitriani, N., dan Trihadiningrum, Y. 2015. Variasi Media Tumbuh terhadap Jumlah Bakteri Schmutzdecke dalam Slow Sand Filter. *Prosiding Seminar Nasional Industrilisasi Madura (SNIRA)*, Vol.4. pp: 286-291.
- Hamidah, Laily Noer. 2019. Efisiensi Penyisihan Nutrient pada Air Baku Menggunakan *Slow Sand Filter Single Media* dan *Geotekstile*. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Sains (SNasTekS)* Vol 1. pp: 495-501
- Hendel, B., Marxsen, J., Fiebig, D., dan Preu, G. (2001). Extracellular Enzyme Activities During Slow Sand Filtration in A Water Recharge Plant. *Journal of Water Research*, Vol. 35, No. 10, pp: 2484–2488.
- Huisman, L. dan Wood, W. E. 1974. *Slow Sand Filtration Handbook*. World Health Organisation, Geneva, Switzerland.
- Lazarova, V., dan Manem, J. (1995). Biofilm Characterization and Activity Analysis in Water and Wastewater Treatment. *Journal of Water Research*, Vol. 29, No.10, pp: 2227-2245.
- McDowall, B., Hoefel, D., Newcombe, G., Saint, C.P., dan Ho, L. (2009). Enhancing the Biofiltration of Geosmin by Seeding Sand Filter Columns With A Consortium of Geosmin-Degrading Bacteria. *Journal of Water Research*, Vol. 43, pp: 433-440.

- Nakhla, G. dan Farooq, S. (2003). Simultaneous Nitrification–Denitrification in Slow Sand Filters. *Journal of Hazardous Materials*, Vol. B96, pp: 291–303.
- Prakash, B. M., Veeregowda, G., dan Krisnappa. (2003). Biofilm: A Survival Strategy of Bacteria (Review). *Journal of Current Science*, Vol. 85, No. 9, pp: 1299-1307.
- Wotton, R.S. dan Hirabayashi, K. (1999). Midge Larvae (Diptera: *Chironomidae*) as Engineers in Slow Sand Filter Beds. *Journal of Water Research*, Vol. 33, No. 6, pp. 1509-1515.