

OP-19

**PENYISIHAN BESI (Fe), MANGAN (Mn) DAN TOTAL COLIFORM
DARI AIR TANAH MENGGUNAKAN BIOSAND FILTER (BSF)**

Tivany Edwin, Shinta Indah, Yommi Dewilda
Granita Lestari, Agung Kelik Setiyadi
Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Andalas
tivani_edwin@yahoo.co.id

ABSTRAK

Tingginya kandungan Fe Mn dan total coliform merupakan permasalahan utama pada air tanah dangkal di kota Padang. Salah satu teknologi tepat guna yang dapat digunakan masyarakat untuk menyingkahkan kandungan tersebut adalah biosand filter (BSF). Penelitian ini dilakukan untuk menguji kinerja BSF dalam menyingkahkan Fe, Mn dan total coliform dari air tanah dangkal dengan dimensi (30x30x90) cm. Media filter yang digunakan adalah material lokal berupa batuan andesit yang banyak tersedia di Sumatera Barat. Penumbuhan biofilm dilakukan selama 21 hari. Pengambilan sampel dilakukan selama 14 hari setelah terbentuknya biofilm. Sebagai pembandingan, dilakukan juga percobaan dengan reaktor kontrol tanpa penumbuhan biofilm. Hasil penelitian menunjukkan kinerja BSF dalam menyingkahkan Fe, Mn dan total coliform berturut-turut sebesar 95,35-99,57%; 41,84-99,40% dan 85,45%-93,18%, Dari hasil penelitian yang didapatkan, BSF mampu menyingkahkan Fe, Mn dan total coliform dari air tanah.

Kata kunci : air tanah, biosand filter, Fe, Mn, total coliform

1. Pendahuluan

Kendala yang paling sering ditemui dalam penggunaan air tanah sebagai sumber air bersih adalah masalah kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) yang cukup tinggi. Pencemar yang masuk ke dalam tanah seperti air lindi dari timbunan sampah, kondisi tanah terdahulu seperti tanah rawa yang memiliki kandungan logam yang cukup tinggi, adanya kebocoran *septic tank* di perumahan padat penduduk dan beberapa daerah yang tidak menggunakan *septic tank*, sehingga bakteri *coliform* dapat mencemari air tanah. Sementara pemerintah, melalui PP RI/ 82/ 2001 menetapkan konsentrasi yang diperbolehkan untuk logam Fe dan Mn adalah 0,3 mg/L dan 0,1 mg/L sedangkan konsentrasi maksimal total coliform di dalam tanah adalah 1000 MPN/100mL.

Ketersediaan teknologi yang mudah dan murah sangat dibutuhkan masyarakat di kota Padang untuk menyingkahkan Fe, Mn dan *total coliform* dari air tanah agar dapat memenuhi kriteria sumber air minum. Salah satu teknologi tepat guna yang bisa digunakan masyarakat adalah *biosand filter* (BSF). BSF merupakan metode pembersihan air

menggunakan prinsip penyaringan pasir lambat yang memanfaatkan media pasir dengan lapisan *biofilm* yang melekat di permukaan pasir tersebut (CAWST,2012). BSF dapat diaplikasikan dalam skala rumah tangga dan dapat dibuat sendiri oleh masyarakat karena memiliki desain yang sederhana, biaya pembuatan yang murah, pemeliharaan yang relatif mudah, tidak membutuhkan pasokan listrik serta masa pakai yang cukup lama (Kubare et al, 2010). Berdasarkan hasil penelitian terdahulu yang dilakukan di Nepal, kemampuan BSF dalam menyingkahkan Fe dari air sungai dapat mencapai 90-97% (Ngai et al., 2007). Sementara Sari pada tahun 2010 melakukan penelitian pemanfaatan reaktor BSF terhadap penyisihan Fe dari air tanah di kelurahan Simo Mulyo, Surabaya, Jawa Timur, mendapatkan hasil bahwa efisiensi BSF dalam menurunkan Fe adalah sebesar 92,45% (Sari, 2010). Penelitian yang dilakukan oleh Utami (2013), reaktor *biosand filter* (BSF) dapat menurunkan *total coliform* hingga 80%. Penelitian lain yang dilakukan oleh Endarko (2013), penyisihan *total coliform* pada *biosand filter* sebesar 90%. Penelitian-penelitian tersebut

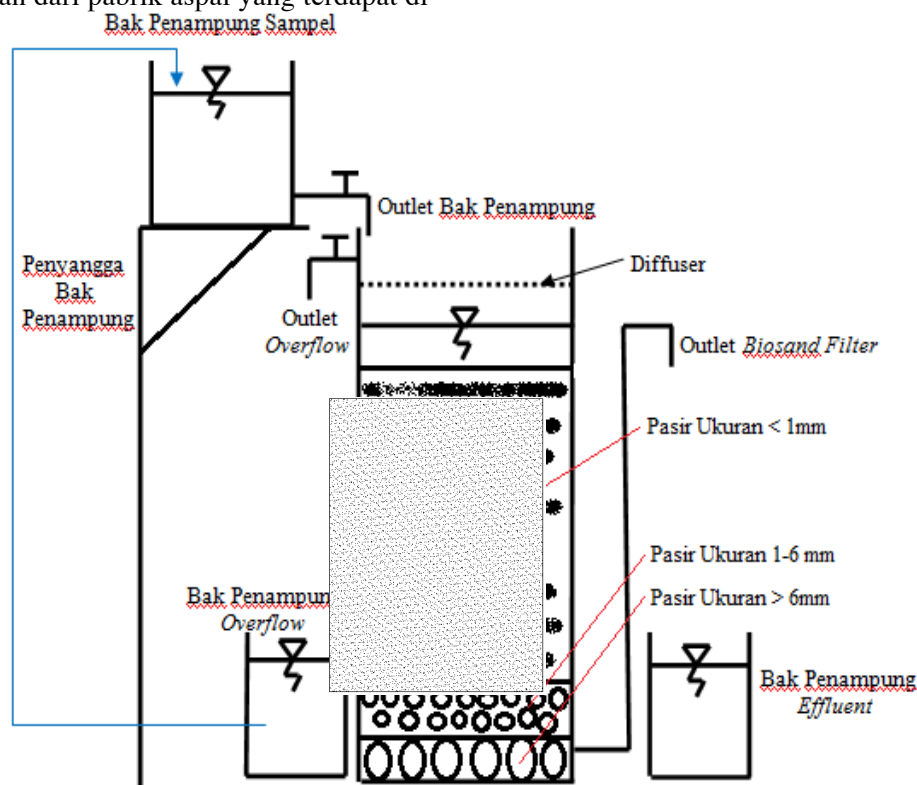
menggunakan material lokal yaitu pasir sungai sebagai media filter. Penelitian ini bertujuan menguji kinerja BSF dalam menyisihkan Fe, Mn *total coliform* dari air tanah dengan menggunakan media dasar batuan andesit sebagai batuan yang mudah didapatkan di daerah Sumatera Barat (ESDM, 2012). Batuan andesit mengandung silika yang mempunyai kemampuan adsorpsi yang lebih tinggi. Sifat yang paling penting dari silika adalah sebagai adsorben yang dapat diregenerasi.

2. Metodologi Penelitian

Untuk tata cara pengambilan sampel air tanah mengacu pada SNI 06-2412-1991. Alat yang digunakan untuk sampling air tanah berupa *vertical water sampler*, dan wadah bertutup ukuran 25 L dan 35 L untuk penampung sampel. Sampel air tanah dangkal diambil pada daerah yang belum terakses oleh PDAM dan memiliki kadar Fe, Mn dan total coliform yang tinggi di suatu daerah di Kota Padang Sumatera Barat..

Biosand filter terbuat dari bahan *fiber glass* dengan dimensi panjang 30 cm, lebar 30 cm dan tinggi 90 cm. *Biosand filter* berisikan media yang terdiri dari batuan andesit yang didapatkan dari pabrik aspal yang terdapat di

daerah Kasang Kota Padang Sumatera Barat. Ketinggian media yang digunakan antara pasir halus:pasir kasar:kerikil yaitu 50:5:5 cm dan tinggi air saat pause period 5cm di atas permukaan pasir halus. Pasir yang digunakan adalah pasir pecahan batu yang mudah didapat oleh masyarakat, dalam penelitian ini digunakan pasir andesit yang memiliki diameter <1 mm untuk pasir halus, diameter 1mm-6mm untuk pasir kasar dan diameter 6 mm-15 mm untuk lapisan *underdrain*. Ukuran pasir diperoleh dengan melakukan pengayakan. Pasir dan kerikil dicuci dengan air bersih dan diaduk dalam bak. Pasir dan kerikil terus dicuci hingga air bekas cucian tampak jernih kemudian dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari. Setelah kering pasir dan kerikil dimasukkan ke dalam reaktor. Proses memasukkan pasir dilakukan secara bertahap. Pertama dimasukkan kerikil pada lapisan dasar reaktor, pasir kasar lalu pasir halus pada lapisan atas. Setelah pasir dan kerikil masuk ke dalam reaktor, maka dilakukan pemadatan secara perlahan untuk memadatkan pasir dan mudah dilakukan pengukuran ketinggian media yang diharapkan. Skema reaktor biosand filter dapat dilihat pada Figur 1.



Figur 1. Skema Biosand Filter

Penumbuhan *biofilm* dilakukan dengan cara menuang sampel ke dalam *biosand filter*, air hasil filtrasi awal dibiarkan keluar hingga tersisa air setinggi ± 5 cm diatas media pasir halus lalu dibiarkan selama $\pm 14-21$ hari untuk mendapatkan kualitas *effluent* yang maksimal. *Biofilm* akan tumbuh di atas lapisan pasir halus. Agar lapisan *biofilm* cepat terbentuk, dilakukan penambahan gula sebanyak 0,2 gr/100 mL air. Penambahan gula ini dilakukan 2-3 hari sekali.

Setelah *biofilm* tumbuh, sampel dialirkan ke dalam reaktor menggunakan kran dengan debit 0,6 L/menit. Ketinggian sampel dalam reaktor dijaga tetap ± 5 cm di atas plat *diffuser*. Hal ini dilakukan dengan cara memberikan lubang pada dinding reaktor untuk *overflow*. Saat reaktor beroperasi, dilakukan pengambilan sampel pada *outlet* untuk diukur kandungan.

Metode yang digunakan untuk mengukur konsentrasi logam Fe dan Mn menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), sedangkan *total coliform* dianalisis menggunakan uji pendugaan dan uji kepastian yang dibandingkan dengan tabel MPN (*Most Probable Number*) atau JPT

(Jumlah Perkiraan Terdekat) (Cappuccino dan Sherman, 1987). Untuk efisiensi penyisihan (penurunan konsentrasi logam Fe dan Mn) dinyatakan dalam persentase. Besarnya efisiensi dapat dihitung berdasarkan persamaan 1.

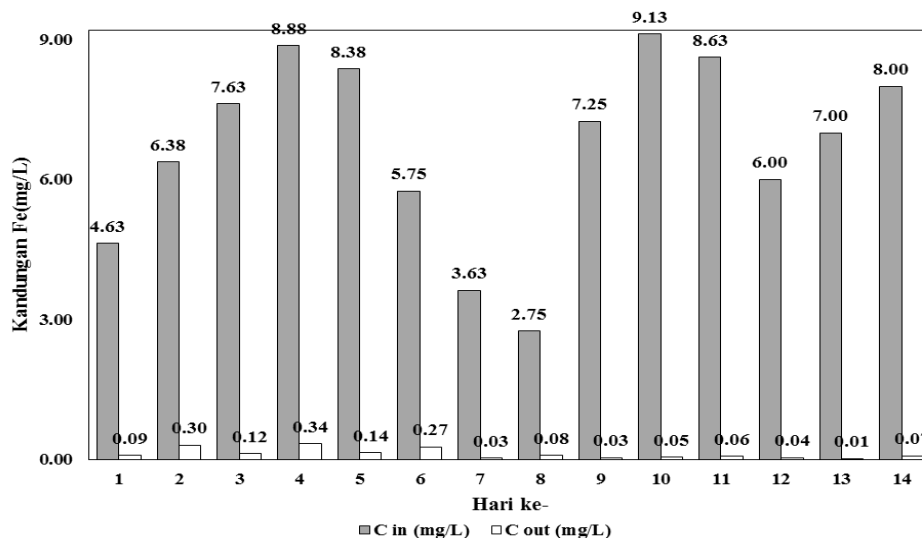
$$\%R = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} \times 100\%$$

.....
..... (1)

Dimana: R : Penyisihan
C_{in} : Konsentrasi ion logam pada larutan saat awal (mg/L)
C_{out}: Konsentrasi ion logam pada larutan saat kesetimbangan (mg/L)

3. Hasil dan Pembahasan

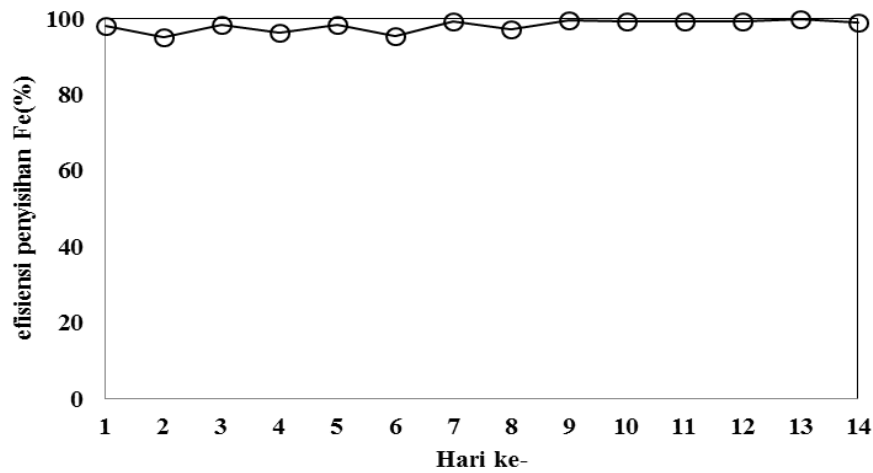
Pada BSF, penumbuhan *biofilm* sengaja dilakukan agar lebih meningkatkan efisiensi penyisihan parameter pencemar. Hasil penurunan nilai Fe menggunakan reaktor BSF dapat dilihat pada Figur 2 dan efisiensi penyisihan dapat dilihat pada Figur 3.



Figur 2. Hasil Pengukuran Fe pada *Inlet* dan *Outlet* Reaktor BSF

Figur 2 menunjukkan hasil hari pertama pengukuran penurunan Fe oleh reaktor BSF mencapai 4,54 mg/L, yang berasal dari *inlet* sebesar 4,63 mg/L dengan efisiensi penyisihan sebesar 98,14%. Pada hari ke-2 penyisihan Fe adalah 6,08 mg/L dengan efisiensi reaktor BSF menurun menjadi 95,30%. Pada hari ke-7 penyisihan Fe pada reaktor BSF masih naik-turun yaitu sekitar 93-99%. Hal ini disebabkan karena lapisan *biofilm* masih menyesuaikan diri dengan kandungan yang

ada ada sampel air sehingga hasil yang didapat masih turun-naik. Pada *inlet* kandungan Fe yang terukur juga berfluktuatif, hal ini merupakan akibat dari pengambilan sampel yang dilakukan setiap hari sehingga kandungan Fe pada *inlet* berfluktuatif. Rata-rata efisiensi reaktor BSF hingga hari ke-14 adalah sebesar 98,21%.



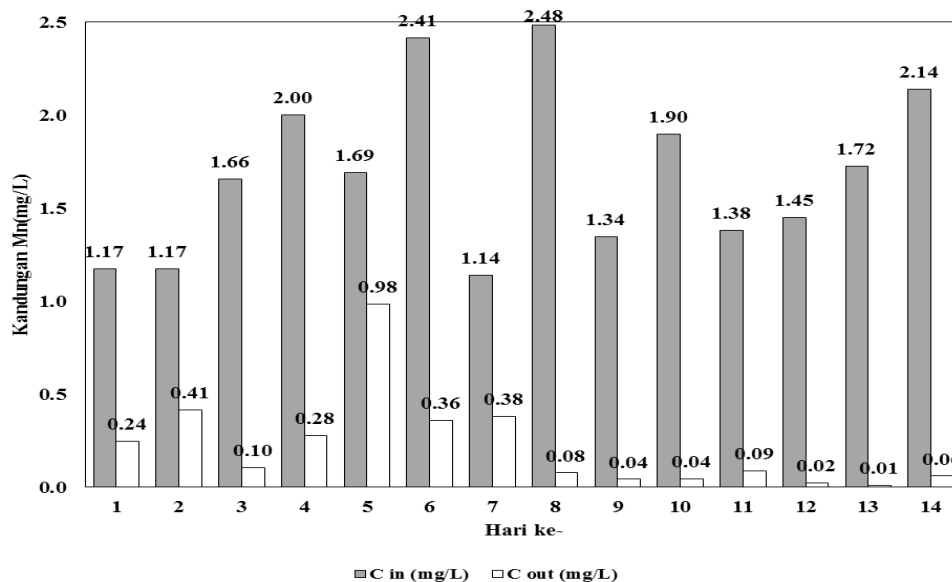
Figur 3. Efisiensi Penyisihan Fe oleh Reaktor BSF

Efisiensi penyisihan Fe tertinggi terjadi pada hari ke-13, sedangkan efisiensi penyisihan terendah terdapat pada hari ke-6 yaitu sebesar 95,35%.

Pada hari ke-8 sampai hari ke-14 efisiensi penyisihan mulai stabil, efisiensi reaktor BSF berada pada kisaran > 99%, sedangkan pada penelitian Sari (2010) penyisihan Fe oleh reaktor BSF mulai stabil pada hari ke-10. Baku mutu Fe yang terdapat dalam PP

RI/ 82/ 2001 untuk kualitas air minum yaitu sebesar 0,3 mg/L, hal ini menunjukkan bahwa penyisihan dengan reaktor BSF telah menghasilkan Fe di bawah batas baku mutu yang telah ditentukan.

Penurunan konsentrasi Mn menggunakan reaktor BSF dilihat dari konsentrasi Mn pada *inlet* dan *outlet* reaktor BSF pada seperti disajikan pada Figur 4 dan 5.



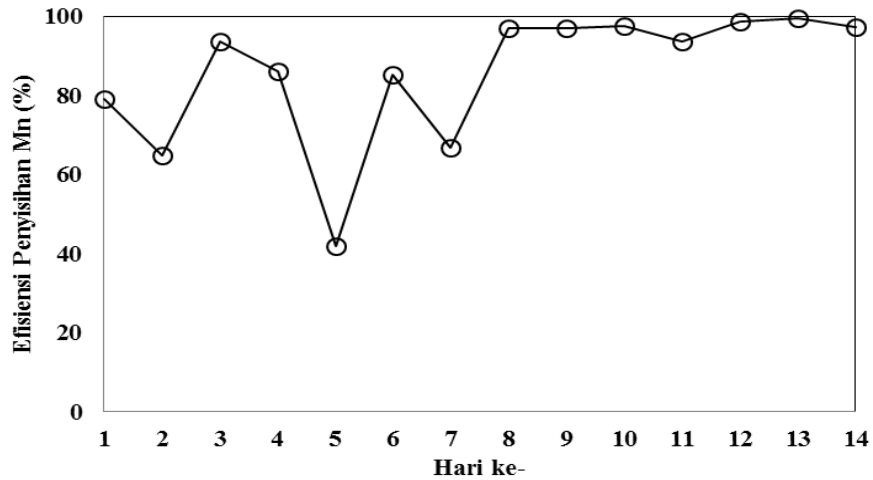
Figur 4. Hasil Pengukuran Mn pada *Inlet* dan *Outlet* Reaktor BSF

Dari Figur 4 dapat dilihat pada hari pertama pengukuran penurunan penyisihan Mn oleh reaktor BSF mencapai 0,76 mg/L, yang berasal dari *inlet* sebesar 1,17 mg/L dengan efisiensi penyisihan sebesar 79,12%. Pada hari ke-6 efisiensi penyisihan reaktor BSF meningkat yaitu menjadi 85,14%, peningkatan efisiensi penyisihan pada hari ke-6 disebabkan karena pH pada hari ke-6

yaitu sebesar 6,81 sehingga Mn mengendap dalam air. Rata-rata efisiensi reaktor BSF hingga hari ke-14 adalah sebesar 85,57%. Efisiensi penyisihan Mn tertinggi terjadi pada hari ke-13, sedangkan efisiensi penyisihan terendah terdapat pada hari ke-5 yaitu sebesar 64,71%. Pengoperasian hari ke-8 sampai hari ke-14, efisiensi penyisihan Mn oleh reaktor BSF tidak lagi berfluktuatif.

Penyisihan *total coliform* dilakukan setelah lapisan *biofilm* tumbuh. Berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian yang

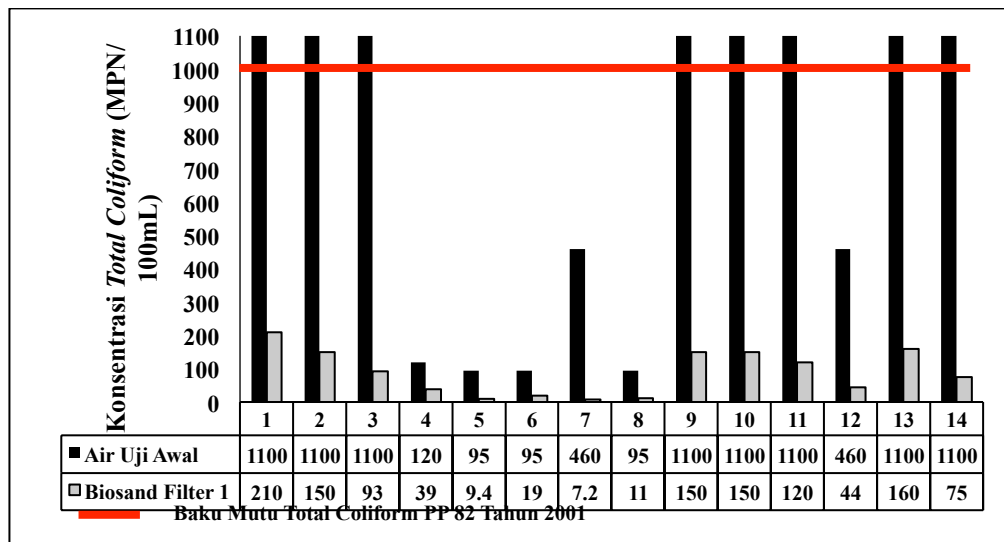
dilakukan pada hari pertama sampai hari ke-14 pemakaian reaktor BSF didapat grafik penyisihan *total coliform* pada Figur 6



Figur 5. Efisiensi Penyisihan Mn oleh Reaktor BSF

Konsentrasi maksimum *total coliform* yang masuk ke dalam reaktor BSF sebesar 1100 MPN/100mL. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian

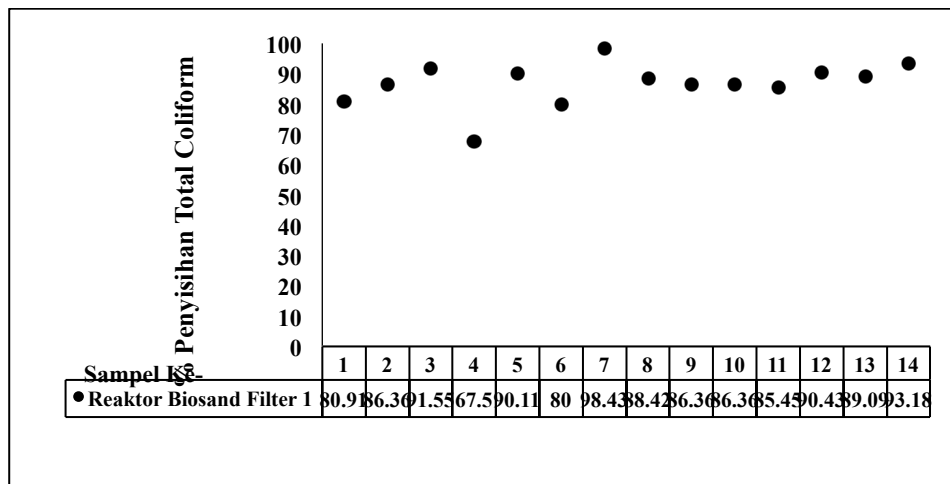
Pencemaran Air, konsentrasi *total coliform* pada influen melebihi baku mutu yang telah ditetapkan, yaitu sebesar 1000 MPN/100mL untuk air kelas 1.



Figur 6. Penyisihan Total Coliform Pada Reaktor Biosand Filter

Setelah dilakukan penyaringan menggunakan BSF, konsentrasi *total coliform* turun di bawah baku mutu yang telah ditetapkan. Dibandingkan dengan konsentrasi maksimal *total coliform* yang diperbolehkan, konsentrasi maksimal *total coliform* air tanah setelah diolah dengan

biosand filter masih jauh berada di bawah ambang baku mutu. Dari grafik penyisihan *total coliform* yang ditampilkan, diperoleh grafik persentase penyisihan *total coliform* yang dapat dilihat pada Figur 7. Presentase penyisihan mulai stabil dari hari ke-8 dengan penyisihan di atas 80%



Figur 7. Persentase Penyisihan *Total Coliform* Pada Reaktor *Biosand Filter*

4. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh simpulan bahwa BSF menggunakan media dasar batuan andesit ini mampu menyisihkan Fe, Mn dan *total coliform* dengan baik. Efisiensi penyisihan Fe didapatkan sebesar 95,35-99,57%, efisiensi penyisihan Mn sebesar 41,84-99,40%, sedangkan penyisihan total coliform menggunakan BSF didapatkan 85,45%-93,18%. Efisiensi tersebut hampir menyerupai efisiensi penyisihan dengan menggunakan BSF dengan media filter pasir sungai seperti yang telah dijelaskan pada latar belakang penelitian. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mencakup desain BSF agar didapatkan efisiensi yang lebih baik dan cara kerja yang lebih mudah.

Daftar Pustaka

CAWST. 2012. Biosand Filter Literature Summary September 2012 Edition. Center for Affordable Water and Sanitation Technology. Available at: <http://www.cawst.org/en/resources/pubs/research-a-technical-updates/file/41-field-and-lab-testing-for-bsf> (Accessed 26 April 2013)

Dinas ESDM. 2012. Potensi Kandungan Mineral Sumatera Barat. <http://www.sumbarprov.go.id/menu1.html>; diakses pada tanggal 3 Januari 2014

Kubare, M. and Hearhoff, J. 2010. *Rational Design of Domestic Biosand Filters*.

Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUA, Vol 59 No 1 pp 1-15.

Lea, M. 2008. *Biological Sand Filters: Low-Cost Bioremediation Technique for Production of Cleaning Drinking Water*. Indiana – USA : John Wiley & Sons, Ltd.

Ngai, T., Shrestha, R., Dangol, B., Maharjan, M. and Murcott, S., 2007. Design for Sustainable Development – Household drinking water filter for arsenic and pathogen treatment in Nepal, *Journal of Environmental Science and Health Part A* (2007) 42, 1879 – 1888.

Practical, A. 2008. *Technical Plan: Biosand Filter: Saves lives by killing waterborne diseases*. http://practicalaction.org/appeal_community_info di akses tanggal 5 Desember 2013

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

Ritenour, R. 1998. *BioSand Household water filter. A transfer of slow sand filtration technology to developing countries*. 3rd ed. Canada : Samaritan's Purse.

Sari, N. M. S. 2010. Studi Kinerja *Biosand Filter* untuk Pengolahan Air Minum Ditinjau terhadap Parameter Kekeruhan dan Besi. ITS: Surabaya

SNI 06-2412-1991tentang Metode pengambilan contoh kualitas air
Todd, D.K. 1980. *Groundwater HydrologySecond Edition*. John Wiley, New York, USA
Vogel. 1994. *Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*. Kedokteran EGC:Jakarta

Yanuarti,A. S. 2013. *Batu Andesit, Media Pembelajaran Geografi*.UMPAR: Palangka Raya
Utami, A.R. 2013. *Pengolahan Limbah Cair Laundry Dengan Menggunakan Biosand Filter Dan Activated Carbon*. Untan: Papua