

STUDI PENURUNAN TOTAL COLIFORM MATA AIR MENGUNAKAN CLAY FILTER

Widodo, Ganjar Samudro, Irawan Wisnu Wardana

Program Studi Teknik Lingkungan FT UNDIP, Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang Semarang

Email: dodo_thok@ymail.com

ABSTRACT

Clean water has become an scarce resource. due to lack of water catchment areas, the loss of trees in the forest as a medium for absorbing water into the groundwater. According to Indonesia health profile in 2011 Central Java province have access to good water 74% and access to the bad water 26%. As an effort to use of water is accommodate the springs with small discharge (spring seepage) scattered along the mountainside but, during the water spring seepage flows occurs pollution by soil and rain one pollutant content is coliform bacteria. One treatment solution using clay filter, made from a mixture of clay and sawdust to create a filter that is able to kill 98% of contaminants. Sawdust are burned that creating small holes that filter out harmful organisms. In this study, clay filter is made of variation in the size of sawdust (50 mesh and 30 mesh), pressing the clay filter (with press and without press), and the process of burning clay filter (combustion furnace and open burning). The results show All clay filter efficiency of 100% after 6 hours of sampling. Clay filter with a material size of 50 mesh has an average discharge of 102.4 ml / h to 159,5ml / h while the clay filter with a material size of 30 mesh has an average discharge of 290ml / h to 527.6 ml / h. Optimum clay filter is a filter made of clay with a material size of 30 mesh, pressed mold and open burning. Results filtered on clay filter is 100% efficiency and discharge 291.1ml/h

Keywords: Water Scarcity, Spring Seepage, Clay filters

Pendahuluan

Air bersih sudah menjadi sumber daya yang semakin langka, dikarenakan minimnya daerah resapan air, hilangnya pohon-pohon di hutan sebagai media penyerap air menjadi air tanah. Menurut data profil kesehatan Indonesia tahun 2011 Provinsi Jawa Tengah memiliki akses terhadap air yang baik sebanyak 74% dan sebanyak 26% mendapatkan akses air yang kurang baik. Sebagai salah satu upaya pemanfaatan air yaitu dengan menampung mata air dengan debit kecil (mata air rembesan) yang tersebar sepanjang daerah lereng pegunungan kemudian ditangkap dengan satu bangunan *broncapturing* sebagai salah satu sumber air minum. Mata air pada dasarnya merupakan air yang bersih namun karena mata air rembesan telah melalui lereng-lereng gunung sebelum masuk kedalam bangunan

penangkap sehingga selama perjalanan air mengalami pencemaran-pencemaran oleh tanah dan hujan salah satu kandungan pencemar yaitu kandung bakteri *coliform*. (Triatmaja Bambang, 2006). Salah satu solusi pengolahan yaitu dengan *clay filter* yang di buat dari campuran tanah liat dan sekam tanaman untuk membuat filter yang mampu membunuh 98 % dari kontaminan yang menyebabkan diare. Pada sekam yang dibakar akan menjadi material dasar ketika filter dibakar dalam *furnace*, menciptakan lubang-lubang kecil yang menyaring organisme berbahaya (*Plappally et al*, 2011).

Tinjauan Pustaka

Escherichia coli umumnya merupakan flora normal saluran pencernaan manusia dan hewan. Sejak 1940 di Amerika Serikat telah ditemukan *strain-strain Escherichia coli* yang tidak

merupakan flora normal saluran pencernaan. *Strain* tersebut dapat menyebabkan diare pada bayi

Pengendalian Mikroba ialah segala kegiatan yang dapat menghambat, membasmi dan menyingkirkan *mikroorganisme*. *Mikroorganisme* dapat disingkirkan dengan proses fisik atau bahan kimia

Pentingnya pengendalian mikroorganisme adalah sebagai berikut,

1. Mencegah penyebaran penyakit dan infeksi
2. Membasmi mikroorganisme pada inang yang terinfeksi
3. Mencegah pembusukan dan perusakan bahan oleh *mikroorganisme*
4. *Mikroorganisme* dapat disingkirkan, dihambat dengan proses fisik atau bahan kimia (Pelzaar M, 2009)

Pengendalian mikroba secara fisik diantaranya Suhu tinggi, air mendidih, Pembakaran, pengeringan, osmosis balik, filtrasi.

Filtrasi adalah proses penyaringan partikel secara fisik, kimia dan biologi untuk memisahkan atau menyaringa partikel yang tidak terendapkan di *sedimentasi* melalui media berpori. Selama proses *filtrasi*, zat-zat pengotor dalam media penyaring akan menyebabkan terjadinya penyumbatan pada pori-pori media (Tri joko, 2010)

Clay filter merupakan *Filter* yang dibuat dari lempung dengan campuran bahan organik yang sederhana, proses pembuatan sederhana dengan tanah liat kemudian mencampurnya dengan beberapa bahan organik, seperti daun teh, bubuk kopi atau sekam padi.

1. Bentuk clay filter dapat berupa silinder, berbentuk *disk*, atau bentuk pot (*Frustum*)
2. Bahan dasar berupa clay seperti koalin putih, tanah merah terakota, lempung hitam
3. Bahan tambahan dapat berupa serbuk gergaji, sekam padi, kulit kopi, daun teh

Variabel kunci lainnya yang mempengaruhi sifat-sifat filter keramik meliputi:

1. Penggunaan bahan tambahan dalam produksi, (misalnya: pasir, bahan organik yang mudah terbakar)
2. Suhu pembakaran keramik (*Firing*)
3. Cara produksi (misalnya: cetakan tangan, tekan mekanik).

Metodologi Penelitian

Variabel Bebas

1. Ukuran Serbuk Gergaji dan tanah liat (50 mesh dan 30 Mesh)
2. Proses Pembakaran (pembakaran dalam Furnace dan pembakaran terbuka)
3. Proses Pencetakan (dengan ditekan dan tanpa ditekan)

Tabel 1 Variasi Pembuatan Clay Filter

No	Ukuran Materi		Proses Pencetakan		Pembakaran	
	50 Mesh	30 Mesh	Press	Tanpa Press	Furnace	terbuka
1	√			√	√	
2	√		√		√	
3	√		√			√
4	√			√		√
5		√		√	√	
6		√	√		√	
7		√	√			√
8		√		√		√

Variabel Kontrol

1. Rasio campuran antara serbuk gergaji dengan tanah yaitu 50 : 50 berdasarkan rasio volume pada kondisi kering (Phappaly at al,2010)
2. Ketebalan *clay filter* 1 cm
3. Waktu pengambilan sampel setiap 3 jam (berdasarkan Uji Pendahulua)
4. Pelaksanaan percobaan selama 12 Jam (amri,2013)
5. Pengambilan dan perawatan menggunakan cara yang sama pada setiap parameter air (SOP Dinas Kesehatan Wonosobo)
6. Metodologi pemeriksaan yang sama pada setiap parameter air (SOP Dinas Kesehatan Wonosobo)
7. Ketinggian air terhadap Clay filter setinggi 100 cm (Tekanan Hidrosatatis) yang merupakan ketinggian optimum (amri,2013)

Pembuatan Clay Filter

1. Campurkan serbuk gergaji dan tanah liat dengan ukuran material dasar 50 mesh menggunakan rasio 50:50
2. Tambahkan air secukupnya sampai gumpalan tanah liat menyatu dengan serbuk gergaji.
3. Cetak campuran tanah dengan serbuk gergaji membentuk lempengan *clay filter* bulat dengan diameter 10 cm dan ketebalan 1,5 cm
4. Hasil cetakan dijemur hingga kering
5. Clay filter dibakar dengan furnace maupun dan dibakar secara terbuka



Gambar 1 Clay Filter
Pembuatan Alat Percobaan



Gambar 2 Alat Percobaan

Pelaksanaan percobaan

Langkah percobaan dengan variasi Clay filter no 1,2, dan 3 sebagai berikut,

1. Pasang clay filter 1, 2, dan 3 dengan pipa ukuran 100 cm pada reactor sesuai dengan gambar rancangan alat penelitian
2. Masukkan sampel air pada bak penampung atas
3. Hidupkan pompa yang berfungsi menahan ketinggian air dalam *over flow*
4. Lakukan pengambilan sampel setiap 3 jam selama 12 jam. Sampel yang diambil yaitu sesudah melalui clay filter

Penggambilan Data Percobaan

Pengambilan data volume yang tersaring dilakukan setiap rentang waktu 3 jam. Hasil saringan diukur dengan gelas ukur kemudian dicatat hasilnya serta disimpan dalam botol sampel untuk pengujian *total coliform*

Pada tahap ini air yang telah ada pada botol sampel diujikan total coliformnya. Metode yang digunakan yaitu dengan metode MPN.

Hasil Dan Pembahasan

Analisis Kandungan Total Coliform

Tabel 2 Pemeriksaan Total Coliform Mata Air

No Sampel	Tanggal Sampling	Ph	Test Perkiraan			Test Penegasan			MPN / 100 ml Gol. Coliform
1	18 Mei 2014	5	3	3	3	1	1	0	7

No Sampel	Tanggal Sampling	Ph	Test Perkiraan			Test Penegasan			MPN / 100 ml Gol. Coliform
2	21 Mei 2014	5.5	3	3	0	3	2	0	93
3	1 Juni 2014	5.5	3	3	1	3	0	0	23

Sumber : Dinas Kesehatan Wonosobo, 2014

Dari tabel hasil pemeriksaan dapat dilihat bahwa total coliform sampel air tertinggi 93 MPN dan nilai terendah yaitu 7 MPN. Fluktuasi Nilai MPN pada sumber mata air rembesan karena berupa hal diantaranya:

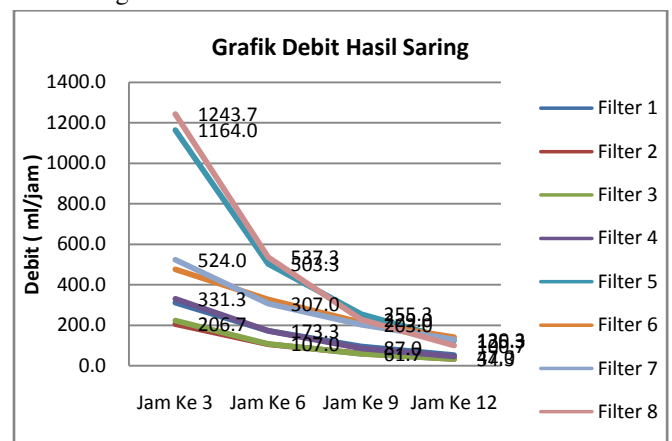
1. Waktu Pengambilan yang tidak bersamaan dikarenakan kapasitas *incubator* laboratorium yang akan menguji sampel tidak dapat menampung semua sampel sekaligus
2. mata air yang digunakan adalah mata air rembesan yang mengalir melalui lereng pegunungan sehingga terjadi kontaminasi bakteri dari tanah. (sutrisno dkk 2010)

Analisis Volume Hasil Saring Pada Masing-Masing Clay Filter

Tabel 3 Debit Hasil Saring

No	No Filter	Debit (ml/jam)			
		Jam Ke 3	Jam Ke 6	Jam Ke 9	Jam Ke 12
1	Filter 1	311,7	172	95	52,3
2	Filter 2	206,7	107,0	61,7	34,3
3	Filter 3	223,0	108,3	58,7	33,7
4	Filter 4	331,3	173,3	87,0	47,0
5	Filter 5	1164,0	503,3	255,3	125,3
6	Filter 6	477,0	328,0	214,0	141,0
7	Filter 7	524,0	307,0	203,0	130,3
8	Filter 8	1243,7	537,3	229,0	100,7

Grafik perbandingan debit hasil saring berdasarkan tabel sebagai berikut



Gambar 3 Grafik Debit Hasil Saring

Clay filter dengan ukuran bahan pembuat 30 mesh memiliki debit yang besar dengan nilai debit tertinggi 1243,7 ml/jam dan nilai debit terendah 477 ml/jam pada jam ke 3. *Clay filter* yang di cetak dengan *press* pada proses pembuatan menghasilkan debit hasil saring yang lebih kecil pada awal jam ke 3 kemudian penurunan kuantitas hasil saring tidak terlalu besar hingga jam ke 12, contoh yaitu *clay filter* 6

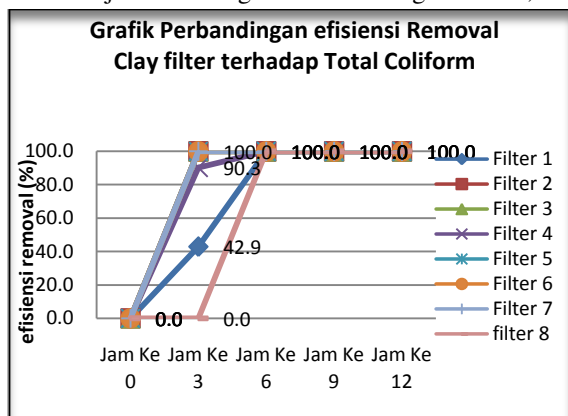
Clay filter yang tidak di *press* ketika pencetakan menghasilkan volume hasil saring yang besar pada awal jam ke 3 kemudian mengalami penurunan kuantitas hasil saring pada jam ke 12. Contoh filter 8

Analisis Penurunan Total Coliform Sampel Air Pada Masing-Masing Clay Filter

Tabel 4 Efisiensi Removal Clay filter

Jam Pengambilan	Efisiensi Removal Filter (%)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Jam Ke 3	42.9	100	100	90.3	100	100	100	0
Jam Ke 6	100	100	100	100	100	100	100	100
Jam Ke 9	100	100	100	100	100	100	100	100
Jam Ke 12	100	100	100	100	100	100	100	100

Grafik efisiensi removal pada masing-masing clay filter disajikan dalam gambar 4.2 sebagai berikut,



Gambar 4 Grafik Perbandingan Efisiensi Removal

Efisiensi removal pada jam ke 3 filter no 1, 4, dan 8 belum 100 % menghilangkan total coliform. ketiga filter merupakan filter yang tidak dipress ketika proses pencetakan.

Selanjutnya untuk mengetahui besar pengaruh variabel pembuatan maka dilakukan analisis pengaruh variabel dengan cara membandingkan hasil kualitas dan kuantitas antar clay filter.

Analisis Pengaruh Variabel Pembuatan Clay filter Terhadap Hasil Saring

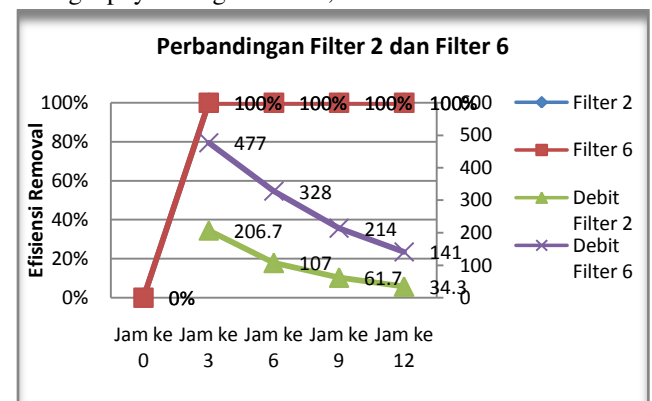
Analisis Pengaruh Variabel Ukuran Bahan

Perbandingan filter 2 dan filter 6. Filter 2 merupakan filter dengan ukuran bahan pembuat 50 mesh, pencetakan dengan press dan pembakaran dalam furnace sedangkan filter 6 merupakan filter dengan bahan pembuat 30 mesh, pencetakan dengan press dan pembakaran dalam furnace. perbandingan kedua filter adalah sebagai berikut,

Tabel 5 Perbandingan Clay Filter Dengan Perbedaan Bahan Pembuatan

Jam Pengambilan Sampel	Kondisi dengan press dan pembakaran dengan furnace			
	Filter 2		Filter 6	
	Efisiensi Removal	Debit (ml/jam)	Efisiensi Removal	Debit (ml/jam)
Jam ke 0	0%		0%	
Jam ke 3	100%	206,7	100%	477,0
Jam ke 6	100%	107,0	100%	328,0
Jam ke 9	100%	61,7	100%	214,0
Jam ke 12	100%	34,3	100%	141,0

Grafik perbandingan filter 2 dan filter 6 selengkapny sebagai berikut,



Gambar 5 Grafik Perbandingan Filter 2 dan Filter 6

Kualitas dari kedua filter mencapai 100% untuk efisiensi removal terhadap parameter total coliform. Perbedaan terjadi pada kuantitas volume hasil saring pada filter dengan ukuran bahan pembuat 30 mesh volume hasil saring tertinggi 477 ml/jam sedangkan terendah 141 ml/jam, sedangkan pada filter dengan ukuran bahan pembuatan 50 mesh volume hasil saring tertinggi 206,7 ml/jam dan terendah 34,3 ml/jam. Kondisi ini dapat terjadi karena proses terbentuknya ikatan pada keramik disebabkan karena adanya proses sintering yaitu proses dimana terjadi ikatan antara partikel yang terjadi pada ujung-ujunga partikel (www.Instructabels.com/id/clay-sawdush-water-filters/?All steps). Dengan ukuran partikel yang besar 50 mesh maka, ketika proses sintering selesai maka akan menghasilkan pori antar partikel yang semakin renggang kondisi ini yang menjadikan

kuantitas hasil saring semakin besar dibandingkan dengan *filter* dengan bahan pembuatan 50 mesh.

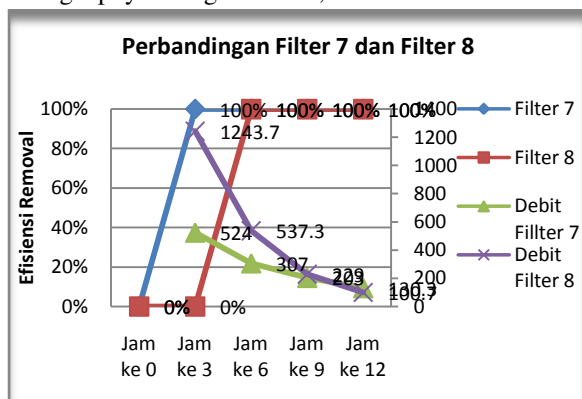
Analisis Pengaruh Variabel pencetakan Clay Filter

Perbandingan pengaruh perbedaan pencetakan dapat dilihat pada perbandingan *filter 7* dan *filter 8*. *Filter 7* merupakan filter dengan ukuran bahan pembuat 30 mesh, pencetakan dengan *press* dan pembakaran dan pembakaran terbuka sedangkan *filter 8* merupakan *filter* dengan bahan pembuat 30 mesh, pencetakan tanpa *press* dan pembakaran terbuka. perbandingan kedua *filter* adalah sebagai berikut,

Tabel 6 Perbandingan Clay Filter Dengan Perbedaan Pencetakan

Jam Pengambilan Sampel	30 mesh dan pembakaran terbuka			
	Filter 7		Filter 8	
	Efisiensi Removal	Debit (ml/jam)	Efisiensi Removal	Debit (ml/jam)
Jam ke 0	0%		0%	
Jam ke 3	100%	524	0%	1243,7
Jam ke 6	100%	307	100%	537,3
Jam ke 9	100%	203	100%	229
Jam ke 12	100%	130,3	100%	100,7

Grafik perbandingan *filter 7* dan *filter 8* selengkapnya sebagai berikut,



Gambar 6 grafik Perbandingan Filter 7 dan Filter 8

Filter 7 memiliki kelebihan dari segi kualitas akan tetapi hasil volume hasil saring sedikit. Berbanding terbalik dengan *filter 8* dengan pembuatan tanpa *press* volume yang dihasilkan banyak tetapi kualitas hasil saring mencapai 100 % pada jam ke 6. Kondisi ini sesuai Penelitian Mengenai pengaruh suhu pembakaran terhadap sifat-sifat komposit keramik Alumina-zirkonia yang dilakukan oleh (Ervin Yundra febrianto, dkk) menunjukkan dengan tekanan pencetakan yang besar maka jarak antar partikel tanah liat semakin rapat sehingga pori yang terbentuk berukuran lebih kecil. Pori yang berukuran kecil hanya mampu melewati sejumlah air dengan volum kecil pula.

Dengan demikian nilai fluksnya juga kecil pada luasan dan selang waktu yang sama. semakin besar tekanan pencetakan semakin besar pula gaya yang diberikan untuk menekan material sehingga jarak antar partikel tanah liat semakin rapat.

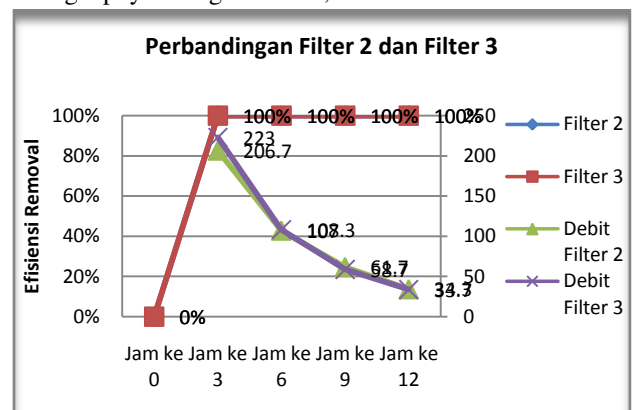
Analisis Pengaruh Variabel Pembakaran Clay Filter

Perbandingan pengaruh ukuran bahan dapat dilihat pada perbandingan *filter 2* dan *filter 3*. *Filter 2* merupakan *filter* dengan ukuran bahan pembuat 50 mesh, pencetakan dengan dengan *press* dan pembakaran dalam *furnace* sedangkan *filter 3* merupakan *filter* dengan ukuran bahan pembuat 50 mesh, pencetakan dengan *press* dan pembakaran secara terbuka. perbandingan kedua *filter* adalah sebagai berikut,

Tabel 7 Perbandingan Clay Filter Dengan Perbedaan Pembakaran

Jam Pengambilan Sampel	50 mesh dan Pencetakan dengan press			
	Filter 2		Filter 3	
	Efisiensi Removal	Debit (ml/jam)	Efisiensi Removal	Debit (ml/jam)
Jam ke 0	0%		0%	
Jam ke 3	100%	206,7	100%	223
Jam ke 6	100%	107,0	100%	108,3
Jam ke 9	100%	61,7	100%	58,7
Jam ke 12	100%	34,3	100%	33,7

Grafik perbandingan *filter 5* dan *filter 8* selengkapnya sebagai berikut,



Gambar 7 Grafik Perbandingan Filter 5 dan Filter 8

Perbandingan kualitas dan kuantitas hasil saring dapat dilihat kedua *filter* mencapai 100% pada jam ke 3, sedangkan Hasil pengukuran volume kedua *filter* tidak mengalami perbedaan yang cukup besar. Penelitian mengenai Pengaruh Temperatur Terhadap Pembentukan Pori Pada Arang Bambu yang dilakukan oleh (frilla R.T.S, dkk) menunjukkan bahwa Proses pembentukan karbon dari bambu yang dibakar dengan menggunakan *furnace* dalam suasana *vakum* memperlihatkan

adanya keterkaitan antara temperatur dengan jumlah pori yang dihasilkan. Semakin tinggi temperatur pembakaran maka semakin banyak pori-pori yang terbentuk pada karbon tersebut dengan ukuran sekitar $\pm 1\mu\text{m}$ sehingga karbon yang dihasilkan semakin baik.

Analisis Penentuan Cara Pembuatan Clay Filter Optimum Menentukan Clay Filter yang Memiliki Hasil Saring Memenuhi BakuMutu

Tabel 8 Efisiensi Removal Setiap Clay Filter

Jam Pengambilan	Efisiensi Removal Filter (%)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Jam Ke 3	42.9	100	100	90.3	100	100	100	0
Jam Ke 6	100	100	100	100	100	100	100	100
Jam Ke 9	100	100	100	100	100	100	100	100
Jam Ke 12	100	100	100	100	100	100	100	100
Rata-Rata	85.7	100	100	97.5	100	100	100	75

Dari tabel Efisiensi Removal dapat diketahui bahwa filter 2,3,5,6,7 yang memiliki rata-rata efisiensi 100% sehingga filter ini dapat memenuhi persyaratan kualitas air minum yaitu total coliform 0. Sedangkan filter 1,4, dan 8 tidak dapat memenuhi karena rata-rata efisiensi kurang dari 100 %

Pada langkah kedua filter-filter yang telah memenuhi kualitas air minum yaitu filter no 2,3,5,6,7 kemudian dilihat debit hasil saring.

Tabel 9 Debit Hasil Saring

Jam Pengambilan	Debit Hasil Saring Filter (ml/jam)				
	Filter 2	Filter 3	Filter 5	Filter 6	Filter 7
Jam Ke 3	206,7	223,0	1164,0	477	524
Jam Ke 6	107,0	108,3	503,3	328	307
Jam Ke 9	61,7	58,7	255,3	214	203
Jam Ke 12	34,3	33,7	125,3	141	130,3
Rata-Rata	102,4	105,9	511,9	290	291,1

Perbandingan Kemudahan Pembuatan dan Biaya Pembuatan. Perbandingan Dilakukan terhadap 2 filter yang memiliki perbedaan cara pembuatan akan tetapi merupakan filter dengan hasil kualitas total coliform memenuhi standar air minum kemudian debit hasil saring kedua filter masih banyak yaitu, perbandingan antara filter 5 dan filter 7

Filter 5: Bahan lempung dan serbuk gergaji 30 mesh, pencetakan tanpa press, dan pembakaran dalam furnace.

Filter 7: Bahan Lempung dan serbuk gergaji 30 mesh, pencetakan dengan press dan pembakaran terbuka.

Dari kedua perbandingan diatas maka untuk daerah lereng Gunung Prau sebagai objek studi pada penelitian ini lebih aplikatif apabila menggunakan clay filter dengan cara pembuatan filter 7 karena

untuk pembakaran dalam furnace di daerah gunung Prau sulit, sehingga dapat dikatakan clay filter dengan bahan lempung dan serbuk gergaji 30 mesh, pencetakan dengan press dan pembakaran secara terbuka merupakan clay filter optimum

Kesimpulan

Dari penelitian mengenai Studi Penurunan Total Coliform Mata Air Menggunakan Clay Filter dapat disimpulkan bahwa,

1. Semua clay filter dengan variasi ukuran bahan, cara pencetakan, dan cara pembakaran dapat mencapai efisiensi 100% setelah jam ke 6 sampling. Hanya pada filter 1,4 dan filter 8 pada jam ke 3 sampling kurang dari 100%.
2. Cara Pembuatan clay filter dapat mempengaruhi kualitas dan kuantitas hasil saring
3. Clay filter optimum merupakan clay filter yang dibuat dengan ukuran bahan 30 mesh, pencetakan dengan cara di press dan cara pembakaran secara terbuka. Hasil saring pada clay filter yaitu efisiensi 100% dan debit 291,1 ml/jam

Daftar Pustaka

Amri, Khairul. 2013. *Studi Penurunan Fe dan Mn Menggunakan Clay Filter. Tugas Akhir* : Universitas Diponegoro

Brown J, Sobsey M, Proum S. 2007. *WSP Field Notes, Improving Household Drinking Water Quality. Use of Ceramic Water Filters in Cambodia.* WSP. UNICEF.

Clasen T, Brown J and Collin SM. 2006. *Preventing diarrhea with household ceramic filter. Assessment of a pilot project in Bolivia.* International Journal of Environmental Health Research

Ervin, Yundra Febrianto, dkk. 2000. *Pengaruh Suhu Pembakaran Terhadap Sifat-Sifat Komposit Keramik Alumina-Zirkonia.* Prosiding Simposium Fisika Nasional XVIII

Hardiyatmo, Hary Cristadi. 2012. *Mekanika Tanah 1.* Yogyakarta: UGM Press

Kamala, A et al. *Water Supply Sanitary*

Engineering and Pollution. New Delhi:
Mc-Graw Hill

Linsey, Ray K. *Et al.* 1996. *Teknik Sumber Daya Air Jilid 1*. Jakarta: Erlangga

Linsey, Ray K. *Et al.* 1996. *Teknik Sumber Daya Air Jilid 2*. Jakarta: Erlangga

Onggo, H, dkk. 1995. Pengaruh Pembakaran Pada Reaksi Pembentukan Produk Keramik Sernuk Gergaji dan Keramik Sekam. Seminar Ilmiah Hasil Penelitian dan Pengembangan Bidang Fisika Terapan.

PATH (Program for Appropriate Technology in Health). 2012. *The Impact of Manufacturing variabel on ceramic pot filtration effectiveness*.

Pelczar, Michael J *et al.* 2009. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: UI Press

Peraturan Menteri Kesehatan No. 492/Menkes/Per/IV/2010

Phappally *et al.* 2010. *Theoretical and Empirical Modeling of Flow, Strength, Leaching, and Micro Structural Characteristic of V Shape Porous Ceramic Water Filter*. Disertation: Ohio State University

Profil Kesehatan Indonesia tahun 2011

Pusat Pengendalian Dampak Lingkungan tahun 2011

Sop Dinas Kesehatan Kabupaten Wonosobo tahun 2014

Sutrisno, totok. 2010. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Rineka Cipta

Triatmaja, Bambang. 2013. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset

Schlegel, H.G. 1994. *Mikrobiologi Umum*. Edisi Bahasa Indonesia. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

www.instructabels.com/id/clay-sawdush-water-filters/? All steps akses tanggal 16 oktober 2012)