

UJI COBA ALAT PENGOLAHAN AIR SUNGAI DENGAN POMPA AERATOR DAN SARING SPONS UNTUK MEMPEROLEH AIR BERSIH YANG MEMENUHI SYARAT KESEHATAN

Suprpto, TH.Teddy Bambang S, Riyanto Suprawihadi (*)

*) Jurusan Kesling Kabanjahe Poltekkes Medan

Abstrak

Air sungai yang keruh dapat mengandung zat besi atau mangan dan bakteri *E.Coli* jika dikonsumsi manusia akan dapat menyebabkan gangguan kesehatan dan penyakit seperti : Cholera, disentri, Tifus dan diare. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan alat pengolahan air dengan pompa aerator dan saringan spons untuk menghasilkan air bersih yang memenuhi syarat kesehatan (Kekeruhan, warna, pH, zat besi (*Fe*), mangan (*Mn*) dan Total Hardnes (*CaCO3*). Jenis penelitian ini adalah *eksperimental*, dengan desain *pre and postes control study*". Sampel air diambil dari sungai Deli Medan sebanyak 500 liter. Pengumpulan data dilakukan dengan mengukur kadar awal dan akhir sebelum (*Pre-test*) dan setelah uji coba alat (*Post-test*) terhadap kekeruhan, warna, pH, zat besi (*Fe*), mangan (*Mn*) dan Total Hardnes (*CaCO3*) sampel air sungai. Alat pengolah air terdiri dari 2 buah bak plastik volume 250 liter untuk wadah air sampel dan 2 buah drum plastik volume 40 liter untuk saringan spons dan 2 buah mesin blower serta 2 unit tempat penyangga drum plastik wadah sampel dan saringan saringan spons. Replikasi uji coba alat dilakukan sampai 3 (tiga) kali pengulangan. Pengolahan data dilakukan secara manual, data disajikan dalam bentuk tabel frekuensi dan narasi. Analisa data dilakukan secara diskriptif. Hasil penelitian diperoleh bahwa kualitas fisik air bersih untuk parameter warna rata-rata 4,9 TCU (memenuhi syarat) pada kecepatan aliran 60 liter/jam, dan parameter kekeruhan tidak memenuhi syarat (40 mg/l); Kualitas kimia yang memenuhi syarat adalah pH = 6,8 dan Mn = 0,46 mg/l, parameter CaCO3 = 99,7 mg/l masih dibawah standar sedangkan yang tidak memenuhi syarat yaitu parameter Fe = 1,28 mg/l. Alat pengolah air sungai dengan aerator dan saringan spons dapat digunakan untuk mengolah air yang mengandung Mn dan CaCO3, dan Perlu penelitian lanjutan dengan variasi waktu aerasi > 15 menit dan waktu pengendapan > 30 menit.

Kata kunci : Alat Pengolahan Air sungai, Aerator dan Saringan Spons

LATAR BELAKANG

Air merupakan unsur yang sangat vital bagi kehidupan makhluk hidup di muka bumi ini. Tanpa makan manusia dapat bertahan hidup sampai 3-6 hari, namun tanpa air orang hanya bertahan hidup paling lama 3 hari. Dalam tubuh manusia terdapat sekitar 50-80% terdiri dari cairan. Air digunakan untuk berbagai keperluan diantaranya untuk minum, mandi, mencuci peralatan rumah tangga, mencuci pakaian, memasak, yang keseluruhannya itu merupakan kebutuhan pokok selain kebutuhan lainnya (misalnya : menyiram tanaman, mencuci kendaraan, membersihkan lantai, pendingin mesin, dan lainnya). (Suyono, 2012).

Berdasarkan *Millennium Development Goals (MDGs)* proporsi penduduk di Indonesia yang mendapatkan sumber air bersih tahun 2008 sebesar 57,2%, ditargetkan pada tahun 2015 mencapai 67%. Hasil riset kesehatan dasar (Riskesdas tahun 2013), proporsi rumah tangga di Provinsi Sumatera Utara yang memenuhi akses terhadap sumber air minum masih 66%. Daerah-daerah yang belum mendapatkan pelayanan

air bersih tersebut, penduduk biasanya menggunakan air sumur galian, air sungai yang kadang-kadang bahkan sering air yang digunakan kurang memenuhi standart air bersih yang sehat.

Pemanfaatan air bersih untuk keperluan rumah tangga harus memenuhi persyaratan, baik dari segi kuantitas maupun dari segi kualitas. Parameter kualitas fisik air bersih menurut Permenkes RI No.416/Menkes/SK/XI/1990 adalah tidak berbau, tidak berasa, kekeruhan : 25 NTU. Parameter kualitas kimia tidak mengandung zat-zat yang bersifat racun dan kadar besi tidak melebihi 1,0 mg/L, mangan tidak melebihi 0,5 mg/L. Parameter kualitas mikrobiologi adalah untuk *Total Coli-form* adalah : 50 /100 ml sampel air.

Untuk mengatasi masalah air keruh, pH, warna, total suspended solid (TSS), mengandung zat besi/ mangan dan bakteri patogen (*E.coli*), maka dapat dilakukan salah satunya pengolahan air dengan pompa aerasi, saringan pasir dan arang kayu (BPPT, 1999). Penyaringan (filtrasi) air baku yang kotor melalui media saringan pasir, kerikil, arang kayu dapat

menghilangkan zat-zat yang tersuspensi (Kusnaedi, 2006).

Penelitian Agus Dwi Riyanto, 2005 mengenai studi penjernihan air dengan media pasir ditinjau dari kualitas fisik zat tersuspensi (TSS) dimana tinggi pasir digunakan 55 cm, debit air 972 liter/ hari dengan hasil prosentase penurunan TSS : 96,85%.

Fafa. A., 2012 meneliti tentang analisa alat penyaring air dengan sistem pipa bersusun untuk penyaringan air sumur galian Desa Sungai Alam Bengkalis (Riau), yang menggunakan bahan ijuk (30 cm) dan kerikil (30 cm) pada pipa pertama, untuk pipa kedua pasir (30 cm) dan ijuk (30 cm) sedangkan pipa ke tiga arang (50 cm) dan spoon/busu (10 cm); diperoleh hasil pH awal 6 (asam) menjadi 7 (netral) dan diperoleh kualitas air bersih yang baik yang memenuhi syarat kesehatan yaitu pada susunan bahan yang digunakan diatas setelah penyaringan. Biaya yang diperlukan sebesar Rp 594.000,- dengan kapasitas yang dihasilkan 59 liter/jam.

Penelitian Nainggolan, P (2011) di kota Datar Dusun I Kikik Kecamatan Hamparan Perak Kabupaten Deli Serdang, efektifitas penurunan kadar besi (*Fe*) pada air sumur gali dengan menggunakan media saringan pasir laut ketebalan 60 cm adalah 92,55 %. Demikian juga hasil penelitian Ridwan, M dan Astuti Dwi (2005), di Desa Danyong Kecamatan Grogol Kabupaten Sukoharjo, rata-rata penurunan kadar besi (*Fe*) air sumur dengan kombinasi media filter pasir - karbon aktif dengan ketebalan 60 cm adalah 92,57%.

Menurut penelitian Safira Astari dan Rofiq iqbal, 2009 tentang kehandalan saringan pasir lambat dalam pengolahan air; ketebalan pasir yang dicoba 0,6 – 1,0 meter dan diameter pasir : 0,15 mm – 0,35 mm; diperoleh hasil kekeruhan dapat diturunkan sampai 92,6 %, besi (*Fe*) 91,5 %, mangan (*Mn*) 93 %, Nitrit : 80%, zat organik 23,5 %, kesadahan 4,7 % dan total solid terlarut 7,7 %.

Berdasarkan observasi di kelurahan Polonia Medan pada bulan Februari 2014 air sungai Deli terlihat keruh dan banyak sampah atau kotoran sehingga kualitas air semakin tidak baik. Masyarakat yang berdomisili di bantaran sungai Deli di kelurahan Polonia Medan masih banyak yang belum memperoleh air bersih yang memenuhi syarat seperti air perpipaan dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Tingkat ekonomi sekelompok penduduk tergolong rendah dan masih memanfaatkan air sungai untuk kebutuhan sehari-hari seperti air minum, memasak, mandi, mencuci pakaian dan alat makan dan kebutuhan lainnya. Sehingga jika air ini dikonsumsi secara terus menerus dapat membahayakan kesehatan terutama terhadap fungsi ginjal. Namun masyarakat yang belum memahami hal ini tetap mengonsumsinya tanpa dilakukan upaya penjernihan sebelumnya. Sehingga jika konsumsi ini berlangsung dalam jangka panjang tanpa tindak lanjut dapat membahayakan bagi masyarakat di kelurahan tersebut.

Untuk mengatasi masalah dan meningkatkan kualitas hidup penduduk di bantaran sungai Deli

kelurahan Polonia Medan perlu dilakukan uji coba alat pengolahan air sungai dengan pompa aerasi dan saringan spoons untuk menghasilkan air bersih yang memenuhi syarat kesehatan (kekeruhan, warna, *pH*, zat besi (*Fe*), mangan (*Mn*) dan (*CaCO3*).

Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas peneliti dapat merumuskan masalah penelitian : Apakah alat pengolahan air sungai dengan pompa *aerator* dan saringan *spons* dapat menghasilkan air bersih yang memenuhi syarat kesehatan (kekeruhan, warna, *pH*, zat besi (*Fe*), mangan (*Mn*) dan Total hardnes (*CaCO3*) ?

Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Mengetahui kemampuan alat pengolahan air dengan pompa *aerator* dan saringan *spons* untuk menghasilkan air bersih yang memenuhi syarat (kekeruhan, warna, *pH*, zat besi (*Fe*), mangan (*Mn*) dan (*CaCO3*).

2. Tujuan Khusus

1. Untuk mengetahui kuantitas air bersih (liter/jam) yang dihasilkan alat pengolahan air sungai dengan pompa *aerator* dan saringan *spons*.
2. Untuk mengetahui kualitas air yang dihasilkan alat pengolahan air sungai dengan pompa *aerator* dan saringan *spons* berdasarkan parameter air bersih yang memenuhi syarat (kekeruhan, warna, *pH*, zat besi (*Fe*), mangan (*Mn*) dan (*CaCO3*).

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis rancangan penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan menggunakan *pre and postes control desain*. Replikasi uji coba dilakukan sebanyak 3 (tiga) kali pengulangan.

Lokasi dan waktu penelitian

Lokasi penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Poltekkes Kemenkes Medan Jl. Jamin Ginting Km 13,5 Kelurahan Lau Cih Kecamatan Medan Tuntungan Kota Medan.

Waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Pebruari sampai Nopember 2015.

Populasi dan sampel

Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh air sungai Deli di kelurahan Polonia Medan yang keruh dan berwarna.

Sampel

Sampel adalah sebagian dari populasi yaitu air sungai Deli diambil di wilayah Kelurahan Polonia Medan.

Teknik Pengambilan sampel.

Cara pemilihan sampel ialah dengan teknik *purposive sampling*, yaitu proses penarikan yang didasarkan suatu pertimbangan tertentu yang dibuat oleh peneliti sendiri yaitu :

1. Air sungai keruh dan berwarna kuning.
2. Pengambilan sampel dilakukan pada pagi hari pukul 09.00- 10.00 wib.

Teknik Pengumpulan Data.

1. Data Primer diperoleh dari hasil kuantitas air hasil penyaringan, pemeriksaan Kualitas air (kekeruhan, warna, pH, Fe, Mn dan CaCO₃).
2. Data Sekunder yang diambil adalah data gambaran daerah lokasi penelitian.

Pengolahan dan Analisa Data Pengolahan Data.

Data yang terkumpul dari hasil kuantitas air bersih yang diperoleh, hasil pemeriksaan kualitas parameter air (kekeruhan, warna, pH, Fe, Mn dan CaCO₃ lalu diolah dengan bantuan komputerisasi, data disajikan dalam bentuk tabel frekuensi, grafik dan narasi.

Analisa Data.

Analisa data dilakukan secara Diskriptif yaitu data yang diperoleh dari masing-masing variabel dianalisa dengan membandingkan Peraturan Menteri Kesehatan RI Momor : 430 Tahun 2013.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil pemeriksaan sampel air di Laboratorium terpadu Kementerian Kesehatan Politeknik Kesehatan Medan sebelum dan setelah uji coba alat pengolahan air dengan aerator dan penyaringan spons, didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Kualitas Fisik (Warna dan Kekeruhan).

Hasil pemeriksaan derajat keasaman (pH), Warna dan Kekeruhan air sungai sebelum dan sesudah uji coba alat pengolahan air dengan aerator dan saringan spons dapat dilihat pada Tabel 4.1. dibawah ini.

Tabel 4.1 Distribusi Frekuensi penurunan kadar Warna dan Kekeruhan Air sungai Deli sebelum dan sesudah melalui alat pengolah air dengan Aerator dan saringan spons

No Variabel	Satuan	Kadar Awal	Hasil				Standart
			Kontrol (%) (aerator)	R-1	R-2	R-3	
1. Warna	TCU	5,0	4,9 2,0	4,9	4,9	4,9	4,9
2. Kekeruhan	NTU	48	42 12,5	40	40	40	25 16,7

*) Lama Aerasi pada R1, R2 dan R3 seluruhnya sama yaitu : 15 menit

Dari Tabel 4.1. diatas terlihat bahwa warna air sungai awal adalah 5 TCU, setelah uji coba dengan alat pengolah air pada Kontrol kadar warna air : 4,9 TCU; dan pada R1, R2 dan R3 rata-rata kadar warna air juga sama : 4,9 TCU. Penurunan kadar warna air baik pada kontrol dan R1, R2 dan R3 yaitu hanya 0,1 TCU (2 %).

Kadar Kekeruhan air sungai awal ada sebesar 48 NTU, setelah uji coba alat pengolah air pada Kontrol kadar Kekeruhan air : 42 NTU; terjadi penurunan sebesar 6 NTU (12,5 %) sedangkan pada R1, R2 dan R3 kadar Kekeruhan rata-rata 40 NTU terjadi penurunan sebesar 8 NTU (16,7%).

2. Kualitas Kimia (pH, Fe, Mn dan Total Hardnes (CaCO₃))

Tabel 4.2 Distribusi Frekuensi rata-rata kenaikan/penurunan kadar pH, Fe, Mn dan CaCO₃ air sungai Deli sebelum dan sesudah melalui alat pengolah air dengan pompa Aerator dan saringan spons

No Variabel	Satuan	Kadar Awal	Hasil					Standart		
			Kontrol (%) (aerator)	R-1	R-2	R-3	Rata (%) rata			
1. pH	-	6,5	6,8	4,6	6,8	5,8	6,8	5,8	4,6	6,5-9,0
2. Fe	mg/l	1,36	1,29	5,18	1,28	1,28	1,28	1,28	5,9	1,0
3. Mn	mg/l	0,70	1,50	28,6	0,46	0,46	0,46	0,46	4,3	0,5
4. CaCO ₃	Mg/l	120	112,01	112,01	100,8	9,70	104,2	500	3	6,66
										83,1

*) Lama Aerasi pada R1, R2 dan R3 seluruhnya sama yaitu : 15 menit

Dari tabel 4.2 diatas terlihat bahwa derajat keasaman (pH) air sungai awal sebelum uji coba alat pengolahan air dengan aerator dan saringan spons rata-rata adalah 6,5, kemudian setelah dilakukan uji coba alat pengolah air pada Kontrol (penyaringan spons) adalah 6,8; begitu juga setelah dilakukan uji coba alat pada replikasi 1 (R-1), Replikasi 2 (R-2) dan Replikasi 3 (R-3) rata-ratanya 6,8. Uji coba alat ini terjadi kenaikan derajat keasaman air sungai baik pada Kontrol maupun pada Replikasi (1, 2 dan 3) adalah sebesar 0,3(4,6 %).

Kadar rata-rata besi (Fe) awal air sungai sebelum uji coba alat pengolah air dengan aerator dan saringan spons adalah 1,36 mg/l, setelah hasil uji coba alat pada

Kontrol (penyaringan spons) rata-rata 1,29 mg/l; terjadi penurunan Fe : 0,07 mg/l (5,18 %), dan rata-rata kadar Fe hasil uji coba pada Replikasi 1, 2 dan 3 (dilakukan aerator dan penyaringan spons) adalah sebesar 1,28 mg/l; terjadi penurunan kadar Fe : 0,08 mg/l (5,9 %).

Untuk kadar Mn terlihat rata-rata awal sebelum uji coba alat adalah 0,70 mg/l, setelah hasil uji coba pada Kontrol rata-rata 0,50 mg/l; terjadi penurunan kadar Mn sebesar 0,20 mg/l (28,6 %), dan rata-rata kadar Mn setelah uji coba pada R1, 2 dan 3 adalah sebesar 0,46 mg/l; penurunan kadar Mn : 0,24 mg/l (34,3 %).

Sedangkan untuk kadar Total Hardness(CaCO₃) awal air sungai sebelum uji coba rata-rata adalah sebesar 120 mg/l. Setelah dilakukan uji coba alat pengolah air pada Kontrol, CaCO₃ air rata-rata sebesar 112,01 mg/l; terjadi penurunan kadar CaCO₃ : 7,99 mg/l (6,66 %). Kemudian hasil uji coba alat pengolah air pada R1, R2 dan R3 rata-rata kadar CaCO₃ menurun menjadi 99,70 mg/l (83,1%).

3. Kuantitas air bersih hasil uji coba alat pengolahan air

Berdasarkan hasil uji coba alat pengolah air sungai dengan *Aerator* dan saringan *Spons* diperoleh rata-rata kuantitas air olahan per-jam dapat dilihat pada Tabel dibawah ini:

Tabel 4.3 Distribusi Frekuensi rata-rata kuantitas air bersih yang didapatkan per-jam (Liter) setelah uji coba dengan alat pengolah air pompa *Aerator* dan Saringan *Spons*.

No.	Replikasi	Rata-rata kuantitas air (ltr)	
		per-menit jam	per- per hari (ltr)
1.	I	1	60
2.	II	1	60
3.	III	1	60
Total rata-rata		1	60

Berdasarkan Tabel 4.3. diatas terlihat bahwa rata-rata kuantitas air bersih yang didapatkan baik pada Replikasi 1, 2 dan 3 selama kurun waktu per menit sebanyak 1 liter air bersih dan rata-rata kuantitas air bersih kurun waktu per-jam : 60 liter serta total rata-rata kuantitas air bersih perhari didapatkan sebanyak 1440 liter.

PEMBAHASAN

Kualitas Fisik air

1. Warna

Kadar awal warna air sungai sebelum dilakukan uji coba dengan alat pengolah air memakai *aerator* dan saringan *spons* adalah 5 *TCU*, setelah dilakukan uji coba pada Kontrol (penyaringan *spons*) adalah rata-rata 4,9 *TCU* dan pada Replikasi 1, 2 dan 3 pada uji coba alat pengolah air memakai *aerator* dan saringan *spons* rata-rata 4,9 *TCU* (Tabel 4.1). Melihat dari hasil pemeriksaan laboratorium untuk parameter warna air sungai Deli Medan sesudah perlakuan uji coba alat rata-rata 4,9 *TCU*, dan berdasarkan standart Permenkes No.43 Tahun 2013 Tentang Cara Penyelenggaraan Laboratorium yang baik untuk parameter warna : 4,9 *TCU*.

Analisis untuk parameter warna air bersih tersebut masuk dalam katagori memenuhi syarat, dimana hanya sedikit sekali mengalami penurunan baik pada Kontrol dan Replikasi 1,2 dan 3 rata-rata yaitu 0,1 *TCU* (2 %). Pengaruh aerator kelihatannya terhadap warna air tidak signifikan dan yang berpengaruh hanya dari saringan spons yang ternyata dapat menurunkan 0,1 *TCU* atau hanya 2 %. Hal ini kemungkinan karena ketebalan spons yang digunakan pada uji coba alat pengolah air adalah 15 cm.

Air minum sebaiknya tidak berwarna untuk alasan estetika dan untuk mencegah keracunan dari berbagai zat kimia maupun mikroorganisme yang berwarna. Warna dapat menghambat penetrasi cahaya ke dalam air. Warna pada air disebabkan oleh adanya partikel hasil pembusukan bahan organik, ion-ion metal

alam (besi dan mangan), plankton, humus, buangan industri, dan tanaman air.

Adanya oksida besi menyebabkan air berwarna kemerahan, sedangkan oksida mangan menyebabkan air berwarna kecoklatan atau kehitaman. Kadar besi sebanyak 0,3 mg/l dan kadar mangan sebanyak 0,05 mg/l sudah cukup dapat menimbulkan warna pada perairan (*Peavy et al.*, 1985 dalam Effendi, 2003).

Kalsium karbonat yang berasal dari daerah berkapur menimbulkan warna kehijauan pada perairan. Bahan-bahan organik, misalnya tanin, lignin, dan asam humus yang berasal dari dekomposisi tumbuhan yang telah mati.

2. Kekeruhan

Kadar awal kekeruhan air sungai Deli Medan pada Tabel 4.2 ada sebesar 48 *NTU*, setelah dilakukan uji coba dengan alat pengolah air pada Kontrol (penyaringan *spons*) kekeruhan air menjadi : 42 *NTU* terjadi penurunan sebesar 6 *NTU* (12,5 %); sedangkan pada uji coba alat pengolah air dengan *aerator* dan saringan *spons* pada Replikasi 1, 2 dan 3 kadar kekeruhan air rata-rata 40 *NTU*, terjadi penurunan kadar kekeruhan air sebesar 8 *NTU* (16,6%).

Analisis data diatas bahwa kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat di dalam air. Kekeruhan disebabkan adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus), maupun bahan anorganik dan organik yang berupa plankton dan mikroorganisme lain (*APHA*, 1976; Davis dan Cornwell, 1991 dalam Effendi 2003). Zat anorganik yang menyebabkan kekeruhan dapat berasal dari pelapukan batuan dan logam, sedangkan zat organik berasal dari lapukan hewan dan tumbuhan.

Aerator pada alat pengolah air bertujuan untuk mengontakkan udara dengan air baku agar kandungan zat besi dan mangan yang ada dalam air baku bereaksi dengan oksigen yang ada dalam udara membentuk senyawa besi dan mangan yang dapat diendapkan. Disamping itu proses aerasi juga berfungsi untuk menghilangkan gas-gas beracun yang tak diinginkan misalnya gas *H₂S*, *Methan*, *Carbon Dioksida* dan gas-gas racun lainnya. Reaksi oksidasi ini dapat dipengaruhi antara lain : jumlah oksigen yang bereaksi, dalam hal ini dipengaruhi oleh udara yang dikontakkan dengan air serta luas kontak antara gelembung udara dengan permukaan air. Jadi makin merata dan makin kecil gelembung udara yang dihembuskan ke dalam air bakunya, maka oksigen yang bereaksi makin besar.

Bakteri dapat dikategorikan sebagai materi organik tersuspensi yang menambah kekeruhan air. Padatan tersuspensi berkolorasi positif dengan kekeruhan. Semakin tinggi nilai padatan tersuspensi, semakin tinggi nilai kekeruhan. Akan tetapi, tingginya padatan terlarut tidak selalu diikuti dengan tingginya kekeruhan. Tingginya nilai kekeruhan dapat mempersulit usaha penyaringan dan mengurangi efektivitas desinfeksi pada proses penjernihan air. Secara optis, kekeruhan merupakan suatu kondisi yang

mengakibatkan cahaya dalam air didispersikan atau diserap dalam suatu contoh air.

Berdasarkan standart Permenkes No.43 Tahun 2013 Tentang Penyelenggaraan Laboratorium Klinik yang baik, kekeruhan air yang masih memenuhi syarat kesehatan adalah 25 NTU, jika dibandingkan dengan hasil penelitian diatas bahwa air bersih yang di dapatkan dari uji coba alat pengolah rata-rata 40 NTU dikategorikan tidak memenuhi syarat. Hal ini kemungkinan waktu sedimentasi yang dilakukan belum cukup untuk terjadinya pengendapan partikel yaitu hanya 15 menit dan seharusnya 2 – 4 jam. Disamping itu partikel-partikel yang melayang-layang dari air sungai yang telah di aerator masuk ke saringan spons hanya dengan setebal 15 cm. Sehingga semua partikel baik berupa partikel organik maupun anorganik tidak tersaring dengan baik karena kurang ketebalan spons. Jadi masih perlu penelitian lanjutan tentang ketebalan lapisan spons untuk menurunkan kadar kekeruhan air ini.

Kualitas Kimia air

1. Derajat Keasaman (pH)

Pengamatan dari hasil analisis univariat terlihat bahwa rata-rata derajat keasaman (pH) air sungai Deli Medan kadar awalnya adalah 6,5 dan setelah dilakukan pengolahan air dengan aerator dan saringan spons dengan Replikasi 1,2 dan 3 rata-rata pH air naik menjadi 6,8 (Tabel 4.1). Menurut Andayani (2005) derajat keasaman (pH) merupakan parameter kimia yang menunjukkan konsentrasi ion hidrogen menggunakan rumus $pH = -\log(H^+)$. Air murni terdisiri dari ion H^+ dan OH^- dalam jumlah berimbang hingga pH air murni biasa = 7. Makin banyak ion OH^- dalam cairan makin rendah ion H^+ dan makin tinggi pH. Cairan demikian disebut cairan alkalis. Sebaliknya makin banyak H^+ makin rendah pH. Dan cairan tersebut bersifat asam. pH antara 7-9 sangat memadai kehidupan bagi air sungai. Namun keadaan tertentu, dimana air dasar sungai memiliki potensi keasaman, pH air dapat turun hingga mencapai 4. Konsentrasi ion hidrogen tersebut dapat mempengaruhi reaksi kimia yang terjadi dilingkungan air sungai. pH air sungai Deli Medan berada disekitar 6 – 7 yaitu 6,5. Menurunnya pH air sungai ini disebabkan oleh adanya limbah buangan manusia yang bersifat asam, seperti limbah pertanian atau limbah organik yang terdapat pada sungai tersebut. Uji coba alat pengolahan air sungai dengan menggunakan aerator dan saringan spons ternyata mampu menaikkan rata-rata derajat keasaman (pH) air sungai menjadi 6,8. Hasil uji coba alat pengolahan air dengan aerator dan saringan spons ternyata dapat memperbaiki derajat keasaman air. Berdasarkan Permenkes No.43 Tahun 2013 Tentang Cara Penyelenggaraan Laboratorium yang baik, standar derajat keasaman (pH air minum) adalah 6,5-9,0. Kualitas air bersih yang didapatkan dari alat pengolahan air adalah rata-rata pH air = 6,8 dikategorikan masih memenuhi syarat.

2. Kadar Zat besi (Fe)

Analisis Univariat tentang zat Fe pada awalnya kadar Fe air sungai adalah 1,36 mg/l (Tabel 4.2), setelah uji coba alat pengolah pada Kontrol (penyaringan spons) rata-rata kadar Fe = 1,29 mg/l, terjadi penurunan kadar Fe = 0,07 mg/l (5,18 %); pada uji coba alat pengolah air dengan aerator dan saringan spons Replikasi 1,2 dan 3 rata-rata kadar Fe = 1,28 mg/l, terjadi penurunan kadar Fe = 0,08 mg/l (5,9 %).

Berdasarkan Permenkes No.43 Tahun 2013 bahwa standart air minum untuk parameter zat besi (Fe) adalah : 1,0 mg/l; dibandingkan hasil penelitian uji coba alat diperoleh rata-rata kadar besi (Fe) adalah 1,28 mg/l dikategorikan belum memenuhi syarat Permenkes dimaksud. Kemungkinan yang menyebabkan tidak signifikannya penurunan kadar besi tersebut jumlah molekul oksigen (O_2) yang dihembuskan ke dalam air sungai yang di uji coba hanya 15 menit, tidak cukup atau lamanya waktu kontak udara yang dihembuskan aerator tidak cukup terjadinya oksidasi dengan ion besi. Maka untuk itu perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang lamanya waktu kontak udara dari aerator dalam air untuk mendapatkan hasil yang maksimal dalam penurunan kadar besi di dalam air sungai.

Besi atau Ferrum (Fe) merupakan metal berwarna putih keperakan, liat, dan dapat dibentuk. Pada umumnya, besi di dalam air dapat bersifat terlarut sebagai Fe^{2+} (Fero) atau Fe^{3+} (Feri), bersifat tersuspensi sebagai butiran koloidal (diameter < 1 μm) atau lebih besar, seperti Fe_2O_3 , FeO , $FeOOH$, $Fe(OH)_3$, dan sebagainya; dapat bersifat bergabung dengan zat organik atau zat padat inorganik seperti tanah liat.

Besi di alam dapat ditemui dalam bentuk pyrite (FeS_2), hematite (Fe_2O_3), magnetite (Fe_3O_4), limonite [$FeO(OH)$], goethite ($HFeO_2$), dan ochre [$Fe(OH)_3$] (Cole, 1988 dan Moore, 1991). Senyawa besi pada umumnya sukar larut dan cukup banyak terdapat di dalam tanah. Kadang-kadang besi juga terdapat sebagai senyawa siderite ($FeCO_3$) yang bersifat mudah larut dalam air (Cole, 1988 dalam Effendi, 2003).

Pada perairan alami dengan pH sekitar 7 dan kadar oksigen terlarut yang cukup, ion ferro yang bersifat mudah larut, dioksidasi menjadi ion ferri. Pada oksidasi ini terjadi pelepasan elektron. Sebaliknya, pada reduksi ferri menjadi ferro, terjadi penangkapan elektron. Proses oksidasi dan reduksi besi tidak melibatkan oksigen dan hidrogen (Eckenfelder, 1989; Mackereth et al., 1989 dalam Effendi, 2003).

Untuk menghilangkan atau menurunkan zat besi (Fe) dalam air dapat dilakukan dengan aerasi yaitu dengan menghembuskan udara (aerator) ke dalam air yang akan diolah. Aerasi bertujuan untuk mengontakkan udara dengan air baku agar kandungan zat besi dan mangan yang ada dalam air baku bereaksi dengan oksigen yang ada dalam udara membentuk senyawa besi dan mangan yang dapat diendapkan.

Disamping itu proses aerasi juga berfungsi untuk menghilangkan gas-gas beracun yang tak diinginkan misalnya gas H_2S , Methan, Carbon Dioksida dan gas-gas

racun lainnya. Reaksi oksidasi Besi dan Mangan oleh udara adalah sebagai berikut :



3. Mangan (Mn)

Pengamatan dari hasil analisis univariat terlihat bahwa penurunan kadar Mangan (Mn) pada Tabel 4.2 bahwa kadar awal Mn air sungai sebelum uji coba adalah sebesar 0,70 mg/l, setelah uji coba pada kelompok Kontrol (penyaringan spons) rata-rata kadar Mn sebesar 0,50 mg/l terjadi penurunan kadar Mn rata-rata 0,20 mg/l (28,6%) dan pada kelompok uji coba pada Replikasi 1, 2 dan 3 rata-rata kadar Mn adalah sebesar 0,46 mg/l, terjadi penurunan kadar Mn sebesar rata-rata 0,24 mg/l (34,3%). Hasil penelitian uji coba alat pengolah air dengan aerator dan saringan spons untuk menurunkan kadar Mn berdasarkan analisis diatas terdapat hasil yang signifikan dari kadar awal 0,70 mg/l dapat diturunkan menjadi 0,46 mg/l. Jika dibandingkan dengan standart Permenkes No.43 Tahun 2013 Tentang Penyelenggaraan Laboratorium Klinik yang baik, kadar Mn maksimum yang masih diperbolehkan 0,50 mg/l, sehingga dapat dinyatakan bahwa alat pengolah air sungai dengan aerator dan saringan spons ketebalan 15 cm dapat menurunkan kadar Mn sebesar 34,3 % yaitu 0,46 mg/l dikategorikan air bersih hasil olahan alat tersebut memenuhi syarat terhadap kadar Mn.

Mangan (Mn), metal kelabu-kemerahan, merupakan kation logam yang memiliki karakteristik kimia serupa dengan besi. Mangan berada dalam bentuk *manganous* (Mn^{2+}) dan *manganik* (Mn^{4+}). Mangan valensi dua hanya terdapat pada perairan yang memiliki kondisi anaerob (Cole, 1988 dalam Effendi, 2003). Jika perairan mendapat cukup aerasi, Mn^{2+} mengalami reoksidasi membentuk Mn^{4+} yang selanjutnya mengalami presipitasi dan mengendap di dasar perairan (Moore, 1991 dalam Effendi, 2003). Mangan biasanya muncul dalam air sumur sebagai $Mn(HCO_3)_2$, $MnCl_2$, atau $MnSO_4$. Mangan juga dapat ditemukan di dasar *reservoir* dimana terjadi kondisi anaerob akibat terjadinya proses dekomposisi. Kenaikan pH menjadi 9 – 10 dapat menyebabkan Mg berpresipitasi dalam bentuk yang tidak terlarut.

Kadar mangan pada perairan alami sekitar 0,2 mg/liter atau kurang. Kadar yang lebih besar dapat terjadi pada air tanah dalam dan pada danau yang dalam. Perairan yang diperuntukkan bagi irigasi pertanian untuk tanah yang bersifat asam sebaiknya memiliki kadar mangan sekitar 0,2 mg/liter, sedangkan untuk tanah yang bersifat netral dan alkalis sekitar 10 mg/liter.

Meskipun tidak bersifat toksik, Mn dapat mengendalikan kadar unsur toksik di perairan, misalnya logam berat. Jika dibiarkan di udara terbuka dan mendapat cukup oksigen, air dengan kadar mangan (Mn^{2+}) tinggi (lebih dari 0,01 mg/liter) akan membentuk koloid karena terjadinya proses oksidasi Mn^{2+} menjadi Mn^{4+} . Koloid ini mengalami presipitasi membentuk warna cokelat gelap sehingga air menjadi keruh.

Mangan merupakan ion logam yang dapat menimbulkan masalah dalam sistem penyediaan air minum, masalah utama timbul pada air tanah dan

kesulitannya adalah ketika sumber air mengandung mangan pada musim-musim tertentu. Hal ini disebabkan adanya reaksi-reaksi kimia yang sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Masuknya mangan ke dalam sistem penyediaan air minum akibat adanya perubahan kondisi lingkungan sebagai hasil reaksi biologi dalam kondisi anaerob.

4. Total Hardnes ($CaCO_3$)

Pengamatan dari hasil analisis univariat dari Tabel 4.2 bahwa kadar awal $CaCO_3$ sebelum dilakukan uji coba rata-rata adalah sebesar 120 mg/l, setelah dilakukan uji coba alat pada kelompok kontrol (penyaringan spons) rata-rata kadar $CaCO_3$ turun menjadi 112,01 mg/l (6,66%); sedangkan pada kelompok perlakuan uji coba alat rata-rata kadar $CaCO_3$ pada Replikasi 1, 2 dan 3 menurun menjadi 99,70 (83,1%).

Hasil penelitian uji coba alat pengolah air dengan aerator dan saringan spons untuk menurunkan kadar $CaCO_3$ berdasarkan analisis diatas terdapat hasil yang signifikan dari kadar awal 120 mg/l, pada kelompok kontrol dapat diturunkan 6,6% menjadi 112,01 mg/l dan pada kelompok perlakuan uji coba alat diturunkan 83,1% menjadi 99,7 mg/l. Jika dibandingkan dengan standart Permenkes No.43 Tahun 2013 Tentang Penyelenggaraan Laboratorium Klinik yang baik, kadar $CaCO_3$ maksimum yang masih diperbolehkan 500 mg/l, kadar $CaCO_3$ air sungai Deli Medan masih dibawah standar maksimum (memenuhi standar). Melihat hasil dari uji coba diatas maka dapat dinyatakan bahwa alat pengolah air sungai dengan aerator dan saringan spons ketebalan 15 cm dapat menurunkan kadar $CaCO_3$ sebesar 83,1 % yaitu 99,7 mg/l dikategorikan air bersih hasil olahan alat tersebut memenuhi syarat terhadap kadar $CaCO_3$.

Air sungai dapat mengandung Kesadahan (*hardness*) disebabkan adanya kandungan ion-ion logam bervalensi banyak (terutama ion-ion bervalensi dua, seperti Ca, Mg, Fe, Mn, Sr). Kation-kation logam ini dapat bereaksi dengan sabun membentuk endapan maupun dengan anion-anion yang terdapat di dalam air membentuk endapan/karat pada peralatan logam. Kation-kation utama penyebab kesadahan di dalam air antara lain Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} , Fe^{2+} , dan Mn^{2+} . Anion-anion utama penyebab kesadahan di dalam air antara lain HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , dan SiO_3^{2-} . Air sadah merupakan air yang dibutuhkan oleh sabun untuk membusakan dalam jumlah tertentu dan juga dapat menimbulkan kerak pada pipa air panas, pemanas, ketel uap, dan alat-alat lain yang menyebabkan temperatur air naik.

Kesadahan air berkaitan erat dengan kemampuan air membentuk busa. Semakin besar kesadahan air, semakin sulit bagi sabun untuk membentuk busa karena terjadi presipitasi. Busa tidak akan terbentuk sebelum semua kation pembentuk kesadahan mengendap. Pada kondisi ini, air mengalami pelunakan atau penurunan kesadahan yang disebabkan oleh sabun. Endapan yang terbentuk dapat menyebabkan pewarnaan pada bahan yang dicuci. Pada perairan sadah (*hard*), kandungan kalsium, magnesium,

karbonat, dan sulfat biasanya tinggi (Brown, 1987 dalam Effendi, 2003).

Kalsium dan magnesium merupakan penyebab utama kesadahan air karena kandungannya dalam air lebih besar dibandingkan ion logam bervalensi dua lainnya. Kesadahan kalsium dan magnesium digunakan untuk menentukan jumlah kapur dan soda abu yang dibutuhkan dalam proses pelunakan air (*lime-soda ash softening*).

Pada kesadahan karbonat, kalsium dan magnesium berasosiasi dengan ion CO_3^{2-} dan HCO_3^- . Pada kesadahan non-karbonat, kalsium dan magnesium berasosiasi dengan ion SO_4^{2-} , Cl^- , dan NO_3^- . Kesadahan karbonat disebut kesadahan sementara karena sangat sensitif terhadap panas dan mengendap dengan mudah pada suhu tinggi. Kesadahan non-karbonat disebut kesadahan permanen karena kalsium dan magnesium yang berikatan dengan sulfat dan klorida tidak mengendap dan nilai kesadahan tidak berubah meskipun pada suhu tinggi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Kualitas fisik air bersih yang dihasilkan untuk parameter warna rata-rata adalah 4,9 TCU (memenuhi syarat) pada kecepatan aliran 60 liter/ jam.
2. Kualitas fisik air bersih yang dihasilkan untuk parameter kekeruhan rata-rata 40 NTU (tidak memenuhi syarat).
3. Kualitas kimia air bersih yang dihasilkan untuk parameter pH rata-rata 6,8 (memenuhi syarat).
4. Kualitas kimia air bersih yang dihasilkan untuk parameter Fe rata-rata 1,28 mg/l (tidak memenuhi syarat).
5. Kualitas kimia air bersih yang dihasilkan untuk parameter Mn rata-rata 0,46 mg/l (memenuhi syarat).
6. Kualitas kimia air bersih yang dihasilkan untuk parameter $CaCO_3$ rata-rata 99,7 mg/l masih dibawah standar dan alat pengolahan air dengan *aerator* dan saringan *spons* mampu menurunkan kadar $CaCO_3$ rata-rata sebesar 83,7%.

Saran

1. Alat pengolah air sungai dengan *aerator* dan saringan *spons* dapat digunakan untuk mengolah air yang mengandung Mn dan $CaCO_3$.
2. Perlu penelitian lanjutan dengan variasi waktu *aerasi* > 15 menit dan waktu penendapan > 30 menit.

DAFTAR PUSTAKA

Agus Dwi Riyanto, 2005; *Studi Penelitian Pengaruh proses penjernihan air media pasir dengan sistem pengaliran vertikal keatas ditinjau dari Kualitas Fisik air Zat Tersuspensi (TSS)*.
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, 1999; **Kesehatan Masyarakat dan Teknologi Peningkatan Kualitas air**, Direktorat Teknologi Lingkungan Deputi Bidang Teknologi

Informasi, Energi, Material dan Lingkungan, Jakarta.

Bapelkes : **Pelatihan Tepat Guna Kesehatan Lingkungan, Modul Penjernihan air dengan Aerasi dan Filtrasi**. ([http://bapelkes.cikarang.or.id/pengolahan air bersih](http://bapelkes.cikarang.or.id/pengolahan%20air%20bersih), diakses 17-03-2015)

Depkes RI, 2010; **Keputusan Menteri Kesehatan RI No.492/Menkes/Per/IV /2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum**, Jakarta.

-----; 1990; **Permenkes RI No: 416/Menkes/SK/XI/1990 Tentang Syarat-syarat dan pengawasan kualitas air bersih**, Jakarta.

-----; 2010; *Millenium Development Goal's (MDGs)*, Jakarta.

-----; 2013; *Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS)*, Jakarta.

-----; 2013; *Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 43 Tahun 2013 Tentang Cara Penyelenggaraan Laboratorium Klinik yang baik*, Jakarta.

-----; 1990; *Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 20 Tahun 1990 Tentang Pengendalian Pencemaran Air*, Jakarta.

Efendi Hefni; 2003; **Telaah Kualitas Air**, Kanisius, Yogyakarta

Fafa, A, 2012; **Analisa alat penyaringan air dengan sistem pipa bersusun untuk penyaringan air sumur gali di Desa Sungai Alam Kabupaten Bengkulu** ([http://p3m.polbeng.ac.id/dataq/file/ Teknik Sipil](http://p3m.polbeng.ac.id/dataq/file/Teknik%20Sipil), diakses 18 Februari 2015)

Gaman, P.M dan K.B.Sherrington, 1992; *Ilmu Pangan*, Gajahmada University Press, Yogyakarta.

Huisman, 1974; *Slow Sand Filter*, University of Technology, Netherlands.

Kusnaedi, 2006; **Mengolah air gambut dan Air Kotor untuk minum**, Penebar, Swadaya, Jakarta.

M.Ridwan Saifudin dan Dwi Astuti, 2005; **Kombinasi media filter untuk menurunkan kadar besi (Fe)**, Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi, Vol.6 No.1 Tahun 2005: 49-64.

Nainggolan.P; 2011; **Efektifitas Penurunan Kadar Mn sumur gali dengan menggunakan saringan pasir sistim Up-Flow berdasarkan jenis dan ketebalan media saringan di Dusun I Kikik Kecamatan Hampan Perak (skripsi FKM-USU)**; Medan.

Nusa, Idaman Said, 1999; **Kesehatan Masyarakat dan Teknologi Kualitas Air**, Penerbit Direktorat Teknologi Lingkungan, Deputi Bidang TIEM, BPPT, Jakarta.

Republik Indonesia, 1990; **Peraturan Pemerintah Nomor 20 tahun 1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air**, Jakarta.

Suyono dan Budiman, 2012; **Ilmu Kesehatan Masyarakat**; Dalam konteks Kesehatan Lingkungan, Jakarta:EGC.

Safira Astari, Rofiq Iqbal, 2009; *Realibility of Slow Sand Filter for Water Treatment*; Prodik Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan ITB-Bandung.