Penyisihan Logam Mangan (Mn) Dalam Air Tanah Pada Proses Aerasi Menggunakan Kombinasi *Cascade Aerator* dan Arang Aktif

Davin Zamora Putra[1)], Edward HS[2)], Shinta Elystia[3)]
[1)]Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, [2,3)]Dosen Teknik Lingkungan
Laboratorium Pengendalian dan Pencegahan Pencemaran Lingkungan
Program Studi Teknik Lingkungan S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Simpang Baru, Panam,
Pekanbaru 28293
[*]Email: davinzamoraindra@gmail.com

ABSTRACT

The Levels of Mn are metals in the ground water. The high levels of Mn in ground water can be processed using either advanced technology or simple technology. One technology that can be applied to set aside Mn is aeration. Aeration is the addition process of oxygen into the water to make oxidation reaction of Mn which then will cause sediment MnO_2. The aim of this research is to study the cascade aerator ability in removing Mn levels in groundwater with variation of discharge 50, 60, 70, 80, 90 ml/s and the addition of activated carbon. Then calculate the value of gas transfer coefficient (KLa) in aeration process using cascade aerator. Mn levels before aeration of 0.4 mg/l for Mn. The results showed that the highest removal efficiency of Mn occurred at optimum discharge 90 ml/s using activated carbon with efficiency of 99,2%. While the lowest efficiency occurred at 50 ml/s discharge without activated carbon with efficiency of 94.6%. As well as the highest gas transfer coefficient value obtained in the experiments of 90 ml/s of 0.046/min.

Keywords: aeration, cascade aerator, manganese (Mn), activated carbon, discharge, gas transfer coefficient (KLa)

1. PENDAHULUAN

Air sebagai komponen lingkungan hidup akan mempengaruhi dan dipengaruhi oleh komponen lainnya. Air yang kualitasnya buruk akan mengakibatkan kondisi lingkungan hidup menjadi buruk sehingga akan mempengaruhi kondisi kesehatan dan keselamatan manusia serta kehidupan makhluk hidup lainnya. Penurunan kualitas air akan menurunkan daya guna, hasil guna, produktivitas, daya dukung dan daya tampung dari sumber daya air yang pada akhirnya akan menurunkan kekayaan sumber daya alam (PP 82 Tahun 2001).

Air yang digunakan harus memenuhi syarat dari segi kualitas maupun kuantitas. Secara kualitas, air harus tersedia pada kondisi yang memenuhi syarat kesehatan. Baik dari segi fisik, kimia, maupun mikrobiologi. Kualitas air yang baik tidak selamanya tersedia di alam, karena dipengaruhi perkembangan industri dan pemukiman dapat mengancam kelestarian air sehingga diperlukan upaya perbaikan secara sederhana maupun modern (Kusnaedi, 2010).

Adanya kadar Mangan (Mn) dalam air menyebabkan warna air tersebut berubah menjadi kuning-coklat setelah beberapa saat kontak dengan udara. Disamping menimbulkan gangguan kesehatan juga menimbulkan bau yang kurang enak dan menyababkan warna kuning pada dinding bak kamar mandi serta bercak-bercak kuning pada pakaian. Oleh karena itu, menurut PP nomor 82 tahun 2001, kadar Mn dalam air minum yang diperbolehkan adalah 0,1 mg/L.

Salah satu penyebab gangguan kesehatan jangka panjang dari air yang mengandung kadar mangan (Mn) adalah mengakibatkan timbunan didalam hati dan ginjal yang apabila terkonsumsi manusia dalam jumlah besar. Masalah zat mangan di dalam air minum lebih sering terjadi jika sumber air baku yang digunakan berasal dari air tanah (Asmadi dkk, 2011). Kadar Mn yang tinggi di dalam air juga akan menimbulkan berbagai pendapat tentang gangguan kesehatan akibat keracunan senyawa Mn, tetapi umumnya dalam keadaan kronis menimbulkan gangguan pada sistem saraf dan menampakkan gejala seperti penyakit parkinson (Nusa Idaman Said, 2005).

Penyisihan mangan dalam air tanah dapat dilakukan dengan berbagai jenis pengolahan yaitu dengan menggunakan cara oksidasi (aerasi), sedimentasi, dan filtrasi. Alternatif untuk menurunkan kadar Mn dalam air tanah adalah dengan proses aerasi. Aerasi digunakan untuk menyisihkan gas yang terlarut di air permukaan atau untuk menambah oksigen ke air untuk mengubah substansi yang di permukaan menjadi suatu oksida. Dalam keadaan teroksidasi, mangan terlarut di air. Bentuk senyawa dengan larutan ion, keduanya terlarut pada bilangan oksidasi +2, yaitu Mn+2. Ketika kontak dengan oksigen atau oksidator lain, mangan akan teroksidasi menjadi valensi yang lebih tinggi, bentuk ion kompleks baru yang tidak larut ke tingkat yang cukup besar. Oleh karena itu, mangan dihilangkan dengan pengendapan setelah aerasi (Arifiani, dan Hadiwidodo, 2007).

Ada beberapa jenis peralatan aerasi yang sering digunakan yakni aerator gravitasi, aerator sembur (spray aerator), aerator dengan difuser, dan aerator secara mekanik (Benefiled, 1982; Fair dan Geyer, 1971; Peavy, 1986; Hammer, 1986). Untuk aerator gravitasi, beberapa cara yang sering digunakan misalnya aerator baki (*tray aerator*), *aerator cascade*, aerator dengan tower vertikal misalnya *bubble cap tray* dan lainnya.

Cascade aerasi yaitu suatu proses memasukkan udara atau oksigen murni kedalam air dimana dalam proses ini merupakan suatu proses perputaran dimana aliran air saling bertemu yang biasanya menggunakan anak tangga/step. *Cascade aerator* dapat meningkatkan waktu kontak dan perbandingan antara volume dan area yang diperoleh, dengan membiarkan air mengalir ke bawah di atas suatu rangkaian antara dinding-dinding. Dengan adanya *Cascade aerator* yang membantu memberi supply udara, maka terjadi reaksi antara Mn dengan Oksigen yang nantinya akan membentuk partikulat-partikulat yang akan dipisahkan oleh unit filter (Hewwet, 2011).

Pada dasarnya aerator ini terdiri atas 4 sampai 6 step, dengan ketinggian tiap step ± 30 cm dengan kecepatan 0,01 m^3/detik/m^2. Dibandingkan dengan jenis *tray*, aerator jenis cascade ini tempat yang dibutuhkan lebih besar namun total kehilangan tekanan lebih rendah dan keuntungan lain tidak memerlukan pemeliharaan (Nusa Idaman Said, 2005).

Penelitian ini memilih menggunakan aerasi tipe *Cascade aerator* dengan pertimbangan teknis yang cukup sederhana dan hanya membutuhkan biaya pembuatan yang rendah dan mudah dilaksanakan, yaitu dengan melewatkan air pada susunan penampang bertingkat secara gravitasi. Metode ini mampu menaikkan oksigen sebesar 60-80 % dari jumlah oksigen yang tertinggi pada air (Hartini, 2012). Arang aktif memiliki fungsi sebagai adsorben untuk menyerap kadar logam yang terdapat didalam air. Arang aktif mampu menyisihkan kadar air tercemar yaitu sebesar 60-85 % (Mifbakhuddin, 2010). Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka peneliti ingin mengembangkan kombinasi *Cascade aerator* dan arang aktif yang diharapkan dapat meningkatkan penyisihan kadar mangan (Mn) didalam air tanah yang berada dikawasan Kota Pekanbaru.

Tujuan Penelitian

1. Menghitung efisiensi penurunan kadar mangan (Mn) dengan Metode *Cascade aerator*.
2. Mempelajari tentang pengaruh debit dan penambahan arang aktif terhadap efisiensi penurunan Mn.
3. Menghitung koefisien transfer gas pada proses aerasi.

2. METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri air tanah yang berasal dari Kelurahan Palas, Kecamatan Rumbai, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau.

Alat dan Instrumentasi

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cascade aerator, bak penampung, spektrofotometri serapan atom, DO meter, Pipet gondok, bola hisap.

Variabel Penelitian

Variabel tetap

a. Luas permukaan pada *Cascade Aerator* yaitu terdiri dari 6 step dengan panjang 50 cm, lebar 20 cm, tinggi step 30 cm
b. Volume umpan masing-masing 30 liter

Variabel berubah

a. Debit 50 mL/s, 60 mL/s, 70 mL/s, 80 mL/s, 90 mL/s
b. Dengan arang aktif dan tanpa arang aktif

Penelitian Utama

Penelitian utama dilakukan dengan variasi debit dan arang aktif, prosedur penelitian utama berupa :

A. Tahap kerja *Cascade Aerator* tanpa menggunakan arang aktif
   1) Masukkan air sebanyak 30 liter kedalam bak penampungan 1.
   2) Debit yang digunakan untuk mengalirkan air sebesar 50, 60, 70, 80, 90 mL/d
   3) Setelah air melewati setiap step dan tertampung pada bak penampungan akhir, Diamkan selama 10 menit dalam bak penampungan akhir
   4) Tentukan kadar (Mn), hitung besar efisiensinya.
B. Tahap kerja *Cascade Aerator* dengan menggunakan arang aktif
   1) Masukkan air sebanyak 30 liter kedalam bak penampungan 1.
   2) Letakkan arang aktif pada setiap step
   3) Debit yang digunakan untuk mengalirkan air sebesar 50, 60, 70, 80, 90 mL/d
   4) Setelah air melewati setiap step dan tertampung pada bak penampungan akhir, Diamkan selama 10 menit dalam bak penampungan akhir
   5) Tentukan kadar (Mn), hitung besar efisiensinya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Pendahuluan

Pada penelitian ini, dilakukan pengolahan air tanah untuk menurunkan kadar Mn agar memenuhi baku mutu air minum dengan metode aerasi menggunakan kombinasi *cascade aerator* dan arang aktif. Sebelum melakukan penelitian dilakukan uji awal untuk melihat kadar Mn pada air tanah yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

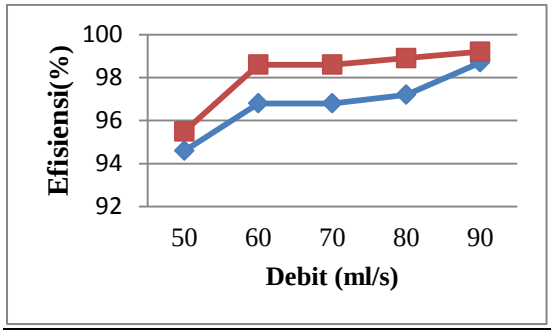
Tabel 3.1 Perbandingan Hasil Pengamatan Air Tanah dengan PP Nomor 82 tahun 2001

Karakteristik	Hasil analisa	Batas Baku Mutu
Kadar Mn	0,4	0,1

Diketahui bahwa kadar Mn melewati batas baku mutu untuk itu dilakukan pengolahan lebih lanjut agar air tanah yang digunakan dapat menjadi air minum.

Pengaruh Debit Terhadap Efisiensi

Cascade aerator merupakan salah satu alat proses aerasi yang mampu menurunkan kadar logam dalam air seperti Mn. Prinsip kerja *cascade aerator* adalah melewatkan air pada plat atau lempengan yang disusun berbentuk anak tangga. Air yang turun melewati cascade tersebut akan berkontak dengan oksigen di udara (Hastutiningrum dkk 2015).



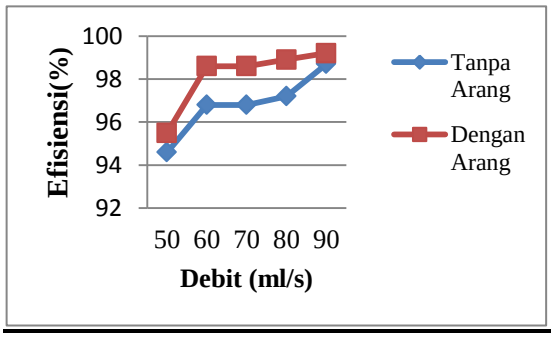
Gambar 3.1 Grafik Hubungan Debit Dengan Efisiensi Kadar Mn

Berdasarkan Gambar 3.1 untuk pengaruh debit pada *cascade aerator* tanpa arang diketahui bahwa untuk efisiensi penurunan kadar Mn terjadi pada rentang 94,6% - 98,7%, sedangkan efisiensi pada *cascade aerator* dengan arang aktif terjadi pada rentang 95,5% - 99,2%.

Prinsip *Cascade aerator* semakin besar debit yang digunakan maka semakin besar efisiensi penurunan kadar Mn dalam air hal ini disebabkan oleh tingginya turbulensi yang terjadi terhadap air sehingga mampu mengikat oksigen lebih besar. Hal ini didukung oleh peneltian hastutiningrum (2013) yang melaukan penurunan kadar besi dan mangan dalam air tanah dengan metode *conventional cascade* dan aerasi *vertical buffle channel cascade* bahwa semakin besar debit yang digunakan maka akan semakin besar efisiensi penurunan kadar Fe dan Mn dalam air. Namun apabila debit yang digunakan terlalu besar dapat menurunkan efisiensi. Hal ini juga didukung oleh penelitian Mirwan (2010) bahwa semakin besar debit maka semakin besar efisiensi yang didapatkan. Menurut Benefield (1980) bahwa turbulensi akan meningkatkan laju perpindahan masa oksigen karena terjadi percepatan laju pergantian permukaan bidang kontak sehingga akan meningkatkan perpindahan oksigen.

Pengaruh Arang Aktif Terhadap Efisiensi

Karbon aktif merupakan senyawa amorf yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau arang yang diperlakukan secara khusus untuk mendapatkan daya adsorpsi yang tinggi. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan (Darmawan, A.D.2008).



Gambar 3.2 Grafik Pengaruh Arang Aktif Terhadap Efisiensi Kadar Mn

Berdasarkan penelitian yang dilakukan efisiensi menggunakan arang aktif lebih besar apabila dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan arang aktif karena arang aktif memiliki kemampuan sebagai adsorben sehingga mampu mengikat kadar Fe dan Mn dalam air. Hal ini menunjukkan bahwa arang aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif tergantung besar atau volume pori-pori dan luas permukaan (Darmawan, A.D. 2008). Hal ini didukung oleh penelitian sari dkk, (2016) yang melakukan penurunan besi (Fe) dan mangan (Mn) dengan menggunakan *cascade aerator* dan rapid sand filter pada

air sumur gali menyatakan bahwa mangan zeolit mempunyai 3 fungsi yaitu sebagai adsorben, oksidan, dan penukar ion.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian mengenai Penyisihan Logam Mangan (Mn) Dalam Air Tanah Menggunakan Kombinasi *Cascade Aerator* dan Arang Aktif dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Efisiensi penyisihan logam Mn menggunakan Cascade aerator sebesar 94,6 % sampai 98,9 %.
2. Efisiensi penyisihan logam Mn menggunakan kombinasi Cascade aerator dan arang aktif sebesar 95,5 % sampai 99,2 %.
3. Dari penelitian yang dilakukan semakin besar debit yang digunakan maka semakin besar efisiensi penurunan Mn dalam air. Hal ini disebabkan oleh tingginya turbulensi yang terjadi terhadap air sehingga mampu mengikat oksigen lebih besar.
4. Pengaruh arang aktif dalam menurunkan kadar Mn dapat meningkatkan efisiensi dikarenakan arang aktif memiliki kemampuan sebagai adsorben yang mampu mengikat zat pengotor dalam air tanah
5. Nilai KLa tertinggi pada penelitian ini terjadi pada percobaan 90 ml/s dengan arang aktif yaitu sebesar 0,046/menit.

DAFTAR PUSTAKA

Arifiani, N.F., Hadiwidodo, M., 2007. Evaluasi Desain Instalasi Pengolahan Air PDAM Ibu Kota Kecamatan Prambanan Kabupaten Klaten. Jurnal Presipitasi Vol. 3 No.2 September 2007, ISSN 1907-187.

Asmadi., Khayan., Kasjono, H, (2011). *Teknologi Pengolahan Air Minum*. Yogyakarta : Gosyen Publishing

Bennefield, Larry D; Randall, Clifford W, 1980. *Biological Process Design for Wastewater Treatment*, Prentice-Hall, Inc, Englewwod Cliffs, NJ 07632.

Hartini, E., 2013. penurunan kandungan zat besi (fe) dalam air sumur gali dengan metode aerasi. JURNAL VISIKES - Vol. 12 / No. 1. Universitas Dian Nuswantoro Semarang.

Hastutiningrum, S., Purnawan., dan Nurmaitawati, E., 2015. Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah dengan Metode Aerasi *Conventional Cascade* dan Aerasi *Vertical Buffle Channel Cascade.* IST AKPRIND Yogyakarta.

Hewett, E., 2011. Banana Peel Heavy Metal Water Filter. STEM Research.

Kusnaedi., 2010. Mengolah Air Kotor untuk Air Minum. Jakarta: Penebar Swadaya.

Mifbakhuddin., 2010. Pengaruh Ketebalan Karbon Aktif Sebagai Media Filter Terhadap Penurunan Kesadahan Air Sumur Artetis. Universitas Muhammadiyah Semarang

Mirwan, M. *Penurunan Konsentrasi Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Pada Air Tanah Dengan Sistem Menara Aerasi*, Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat. Progdi Teknik Lingkungan FTSP UPN "Veteran" Jatim 2010. ISBN: 978-602-98517-4-8

Prabarini, N dan Okayadnya, DG, 2016. Penyisihan Logam Besi (Fe) Pada Air Sumur Dengan Karbon Aktif Dari Tempurung Kemiri. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jatim.

Republik Indonesia, 2001. Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air. Sekretariat Negara. Jakarta

Said, N.I., 2005. Metoda Penghilangan Zat Besi Dan Mangan Di Dalam Penyediaan Air Minum Domestik. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan, BPPT.

Sari, W.K., Karnaningroem, N., 2016. Studi Penurunan Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Dengan Menggunakan Cascade Aerator Dan Rapid Sand Filter Pada Air Sumur Gali, Institut Teknologi Surabaya

Setiawan, A. Kardono R.A, Darmawan, A.D, Santoso, A.H, dan Prasetyadi. 2008. Teknologi Penyerapan Karbondioksida dengan Kultur Fitoplankton Pada Fotobioreaktor. Pusat Teknologi Lingkungan – BPPT. Pusat Penelitian Oseanologi – LIPI. Jakarta .