

**PENGARUH MULTIPLE TRAY AERATOR TERHADAP PENURUNAN KADAR
BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn) SERTA PENINGKATAN PH, DAN OKSIGEN
TERLARUT (DO) PADA AIR SUMUR BOR DI KELURAHAN SAMBUTAN**

Oleh:

NELLY MA'RUF AH

NIM. 09.1101.5097



**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS MULAWARMAN
SAMARINDA
2013**

**PENGARUH MULTIPLE TRAY AERATOR TERHADAP PENURUNAN KADAR
BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn) SERTA PENINGKATAN PH, DAN OKSIGEN
TERLARUT (DO) PADA AIR SUMUR BOR DI KELURAHAN SAMBUTAN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

Gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

Pada

Fakultas Kesehatan Masyarakat

Universitas Mulawarman



Oleh:

NELLY MA'RUF AH

NIM : 0911015097

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

UNIVERSITAS MULAWARMAN

SAMARINDA

2013

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Nelly Ma'rufah
NIM : 0911015097
Program Studi : Kesehatan Masyarakat
Jurusan : Ilmu Kesehatan Masyarakat
Judul : Pengaruh Multiple Tray Aerator Terhadap Peningkatan Ph
Dan Oksigen Terlarut (Do) Serta Penurunan Kadar Besi (Fe)
Dan Mangan (Mn) Pada Air Sumur Bor Di Kelurahan
Sambutan

Telah Dipertahankan Dihadapan Dewan Penguji dan Dinyatakan Lulus Pada

Tanggal 31 September 2013

Pembimbing I

Pembimbing II

Blego Sedionoto, S.KM,M.Kes
NIP.19770502 200604 0 100

Muhammad Sultan, S.KM,M.Kes
NIP.19810214 200812 1 002

Penguji I

Penguji II

Ade Rahmat Firdaus, SKM. MPH
NIP.19840406 200801 1 009

Dwi Erma Rahayu, ST, MT
NIP.19760608 200501 2 001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Mulawarman

Dra. Hj.Sitti Badrah, M.Kes
NIP. 19600727 199203 2 002

NELLY MA'RUF AH,

ABSTRAK

Masalah penyediaan air dan kualitas air bersih banyak menjadi masalah masyarakat Indonesia khususnya pada air tanah dalam, tingginya penggunaan air sumur bor. Hal ini dikarenakan tidak meratanya pasokan air bersih dari perusahaan air minum. Menurut data pada tahun 2012 dari Dinas kesehatan Kota Samarinda menemukan kadar logam Besi (Fe) pada air sumur bor yang melebihi ambang batas di kelurahan sambutan yang mengalami masalah dalam distribusi air bersih dari PDAM.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh multiple tray aerator Terhadap Penurunan kandungan besi (Fe), mangan, dan Peningkatan oksigen terlarut dan pH Pada air sumur bor di kelurahan sambutan. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental dengan menggunakan metode penelitian pre-posttest, yang telah dilakukan observasi awal terhadap variabel bebas melalui uji pendahuluan. Populasi dalam penelitian adalah seluruh sumur di RT 17 yang berjumlah 15 dan sampel berjumlah 4 sumur bor dengan metode purposive sampling.

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa parameter yang berpengaruh dengan penggunaan multiple tray aerator yaitu variabel kandungan besi (Fe) (p value=0.008), oksigen terlarut (DO) (p value=0.009), derajat keasaman pH (p value=0.017) lebih kecil dari nilai $\alpha = 0,05$ sedangkan parameter yang tidak berpengaruh dengan penggunaan multiple tray aerator yaitu kandungan mangan (p value=0.391) lebih besar dari nilai $\alpha = 0,05$.

Kesimpulan dari hasil penelitian menunjukkan ada Pengaruh Multiple Tray Aerator Terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe) serta Peningkatan pH Dan Oksigen Terlarut (Do), tidak ada Pengaruh Multiple Tray Aerator Terhadap Penurunan Mangan (Mn) Pada Air Sumur Bor. Saran bagi pihak perusahaan air bersih adalah penyediaan dan perbaikan distribusi air bersih bagi masyarakat kelurahan sambutan. Bagi masyarakat untuk dapat mengelola sumber air sumur menjadi air yang berkualitas baik salah satunya dengan multiple tray aerator sehingga tidak membahayakan bagi kesehatan dalam jangka waktu yang panjang.

NELLY MA'RUF AH,

ABSTRACT

The problem of providing water and quality of water many become a problem Indonesian society especially ground water and use height of well water drill. It because of not flatten clean water from drinking water company. According to data from the on duty health of Samarinda city in 2012 found rate of iron in the well water drill is exceeding boundary sill in Sambutan area which had problem with providing clean water

This study aimed to determine the effect a multiple tray aerator to degradation of iron and manganese and increased of dissolved oxygen and pH on well water drill in Sambutan. Type of research is an experimental research study using pre-posttest research design have been done first observation to independent variable by using antecedent test. Population in this research is all well in RT 17 amounting to 15 well and 4 well sample by using purposive sampling method. The result of research *pre test and posttest* analysis is obtained that parameter having an effect by using multiple tray aerator showed degradation is iron variable (p value=0.008), increase variable dissolved oxygen (p value=0.009), and increase pH (p value=0.017) is lower than ($\alpha = 0,05$). while parameter which don't have an effect on with the using of multiple tray aerator that is manganese content (p value = 0.391) higher than (p value = 0,05).

Conclusion from research result show there is Influence of Multiple Tray Aerator To degradation of iron rate (Fe) and also the increase of dissolved oxygen (DO) and pH, there was no influence of multiple tray aerator of manganese (Mn) degradation at well water drill. Suggestion for water company is providing and water distribution repair for society of Sambutan. For society to can to manage the source irrigate the well become the good airyang with quality one of them is by multiple tray aerator so that do not dangerous for long health within.

Keywords: well water characteristic, aeration, multiple tray aerator

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis atau skripsi saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana), baik di Universitas Mulawarman maupun diperguruan tinggi lainnya.
1. Karya tulis atau skripsi saya ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri dan arahan tim pembimbing.
2. Dalam karya tulis atau skripsi saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila kemudian hari terdapat penyimpangan dan tindak kebenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang diperoleh karena karya tulis atau skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku diperguruan tinggi.

Samarinda, Agustus 2013

Yang Membuat Pernyataan

Nelly Ma'rufah

09.1101.5097

RIWAYAT HIDUP

Nama : Nelly Ma'rufah

NIM : 09.1101.5097

Tempat tanggal lahir: Samarinda, 19 Februari 1992

Jenis Kelamin : Perempuan

Agama : Islam

Riwayat Pendidikan : MI Al-Hikmah Samarinda

SMP-IT Madina Samarinda

MA AL-Ishlah Lamongan

Status Perkawinan : Belum Kawin

Alamat : Jl. Rukun 2B. RT.14 Kel Rapak Dalam Kec. Loajanan Ilir

Email : nessie.cai@yahoo.com

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum W.R W.B

Puji syukur kepada Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karuniaNya, sehingga saya dapat menyelesaikan berbagai tahap dalam proses penyusunan skripsi hingga akhirnya dapat membuat laporan hasil penelitian dalam bentuk skripsi.

Seiring dalam pembuatan skripsi ini telah banyak pihak yang turut mendukung, baik dukungan dalam bentuk spiritual, moril dan materil. Dan dalam skripsi ini secara tulus saya ucapkan terima kasih tak terhingga kepada :

1. Ibu Dra. Hj. Sitti Badrah M.Kes selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat.
2. Bapak Blego Sedionoto, SKM, M.Kes selaku pembimbing pertama skripsi yang telah membantu di dalam memberikan bimbingan dan arahan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Muhammad Sultan, SKM, M.Kes selaku pembimbing kedua skripsi yang telah banyak memberikan bimbingan, semangat dengan tulus kepada saya mulai dari awal kegiatan hingga penyusunan.
4. Bapak Ade Rahmat Firdaus, SKM, M.Kes dan Ibu Erma Dwi Rahayu, ST, MT selaku penguji yang telah memberikan pendapat dan saran dalam penyusunan proposal sampai penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh Dosen-dosen, serta staf Tata usaha Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman yang telah memberikan banyak ilmu dan pengalaman kepada saya.

6. Ibu Neni selaku petugas kesling dan staf puskesmas sambutan Samarinda yang telah memberikan ijin dan membantu memberikan data peralatan yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian skripsi ini.
7. Bapak Muhammad Danil selaku ketua RT. 17 yang telah memberikan ijin dan banyak membantu dalam penyelesaian skripsi
8. Seluruh warga RT 17 Kelurahan Sambutan yang telah bersedia dan memberikan ijin dalam penelitian skripsi ini
9. Kedua orangtua Bapak M.Iham, S.Pd dan Ibu Zuliatul, S.Pd yang telah memberikan doa pengorbanan terbesarnya dalam menyelesaikan pendidikan ini.
10. Saudariku Mayang Suci & Putri Hanifah yang memberikan dukungan dan doanya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Sahabat-sahabatku Elis, Ida, Atika, Nurul, Shinta, Tatik, Maskamah, Nanda, dan teman-teman FKM angkatan 2009 khususnya kelas A yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih atas semangat dan dukungan kalian selama ini.

Saya menyadari keterbatasan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini, Sehingga kritik dan saran yang membangun sangat saya harapkan demi penyempurnaan di masa yang akan datang. Akhirnya semoga skripsi ini bermanfaat bagi pengembangan pengetahuan di masa yang akan datang.

Wassalamu'alaikum WR.WB

Samarinda, Oktober 2013

Nelly Ma'rufah

NIM.09.1101.5097

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
ABSTRAK	iii
HALAMAN PERNYATAAN	v
RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar belakang	1
B. Rumusan masalah.....	5
C. Tujuan penelitian	5
D. Manfaat penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Pengertian Air Bersih.....	7
B. Pengertian Air Tanah	7
C. Karakteristik Air tanah	9

D. Pengertian Oksigen (O ₂) Dalam Air.....	11
E. Pengertian Besi (Fe) dan Mangan (Mn)	13
F. Peranan Oksigen (O ₂) Dalam Air	14
G. Kegunaan dan Efek Negatif (Fe) dan (Mn) Dalam Air	15
H. Kandungan Oksigen (O ₂) Dalam Perairan.....	16
I. Derajat Keasaman Air Tanah (pH).....	16
J. Penambahan Oksigen Pada Air.....	25
K. Metode Penurunan Kadar Fe dan Mn.....	26
BAB III METODE PENELITIAN.....	31
A. Jenis dan Rancangan Penelitian	31
B. Waktu dan Tempat penelitian	31
C. Populasi dan sampel	31
D. Kerangka konsep	32
E. Hipotesis Penelitian	33
F. Variabel penelitian	33
G. Definisi operasional	34
H. Instrumen Penelitian	34
I. Teknik Analisis Data	37
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	50
A. Hasil Penelitian.....	50
B. Pembahasan	63
BAB V PENUTUP	77
A. Kesimpulan	77
B. Saran	77

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Definisi Operasional	40
Tabel 3.2	Jadwal Kegiatan Penelitian	46
Tabel 3.3	Rangkaian Kegiatan Penelitian	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tray Aerator	21
Gambar 2.2 Cascade Aerator	25
Gambar 2.3 Aerator Sembur	29
Gambar 2.4 Air Diffusion Aerator	34
Gambar 2.5 Bagan Rancangan Penelitian.....	36
Gambar 3.2 Kerangka Konsep Penelitian	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Penelitian

Lampiran 2 Dokumentasi

Lampiran 3 Hasil Uji T Independent test

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air adalah zat yang sangat dibutuhkan oleh manusia maupun hewan dan tumbuh-tumbuhan. Di Planet bumi ini sekitar 70% luas permukaannya diisi oleh air, dengan sumber utamanya adalah air laut. Laut dan sumber-sumber air lain di alam ini merupakan suatu mata rantai yang membentuk siklus yang dikenal sebagai daur hidrologi (*hydrology cycle*) (Tjandra, 2007)

Dua sumber utama kontaminasi air tanah ialah kebocoran bahan kimia organik dari penyimpanan bahan kimia dalam bunker yang disimpan dalam tanah dan penampungan limbah industri yang ditampung dalam kolam besar diatas atau di dekat sumber air. Di samping itu, banyak masyarakat yang memanfaatkan sumber air tanah sebagai keperluan sehari-hari salah satunya

adalah air sumur bor. Air sumur bor merupakan salah satu jalan yang ditempuh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan air bersih, namun tingginya kadar ion Fe dan Mn pada air tanah mengakibatkan harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dipergunakan. Air tanah biasanya memiliki kandungan besi relatif tinggi sehingga jika kontak dengan udara, mengalami oksigenisasi. Ion ferri yang banyak terdapat dalam air akan teroksidasi menjadi ion ferro akan mengalami presipitasi serta membentuk warna kemerahan pada air (Effendi, 2003).

Besi (Fe) dan Mangan (Mn) adalah unsur alamiah dari tanah dan batuan. Keberadaan Fe di dalam air tanah biasanya berhubungan dengan pelarutan batuan dan mineral, terutama oksida, sulfida, karbonat dan silikat yang mengandung logam-logam tersebut. Konsentrasi Fe dan Mn yang tinggi biasanya terdapat pada air sumur dalam, danau atau reservoir. Konsentrasi Fe dalam air dapat mencapai 10 mg/l pada air tanah dengan tingkat alkalinitas yang rendah. Konsentrasi mangan dalam sistem air alami umumnya kurang dari 0,1 mg/l. Jika konsentrasinya lebih dari 1 mg/l maka dengan cara pengolahan biasa akan sulit untuk menurunkan konsentrasinya sampai konsentrasi yang aman dan memenuhi persyaratan untuk air minum (Kawamura dalam Said, 1991).

Senyawa besi dalam jumlah kecil di dalam tubuh manusia berfungsi sebagai pembentuk sel-sel darah merah. Tubuh memerlukan 7 - 35 mg/hari senyawa besi (Fe) yang sebagian diperoleh dari air. Kandungan Fe dan Mn yang melebihi dosis yang diperlukan oleh tubuh dapat menimbulkan masalah kesehatan. Hal ini dikarenakan tubuh manusia tidak dapat mengsekresi Fe dan Mn, sehingga bagi mereka yang sering mendapat tranfusi darah warna kulitnya

menjadi hitam karena akumulasi Fe dan Mn. Air minum yang mengandung besi cenderung menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Selain itu dalam dosis besar dapat merusak dinding usus. Kematian sering kali disebabkan oleh rusaknya dinding usus. Kadar Fe yang lebih dari 1 mg/l akan menyebabkan terjadinya iritasi pada mata dan kulit. Apabila kelarutan besi dalam air melebihi 10 mg/l akan menyebabkan air berbau seperti telur busuk. (Ridwan 2005)

Logam berat dapat terkumpul dalam tubuh manusia, jika manusia mengkonsumsi air ataupun tumbuhan dan hewan yang sudah tercemar oleh bahan kimia yang berasal dari industri dan pertambangan. Logam berat yang menumpuk dalam jaringan organ tubuh dapat meracuni organ tubuh tersebut. Efek mangan terjadi terutama di saluran pernapasan dan di otak. Gejala keracunan mangan adalah halusinasi, pelupa dan kerusakan saraf. Mangan juga dapat menyebabkan Parkinson, emboli paru-paru dan bronkitis. Ketika orang-orang yang terkena mangan untuk jangka waktu lama mereka menjadi impoten. Suatu sindrom yang disebabkan oleh mangan memiliki gejala seperti skizofrenia, kebodohan, lemah otot, sakit kepala dan insomnia (Ghani, 2010).

Aerator yang dapat digunakan dalam menurunkan kadar besi air tanah adalah cascade aerator, tray aerator, forced draft aerator dan lain-lain. Faktor yang harus diperhatikan dalam penurunan kadar besi dengan aerasi adalah besarnya konsentrasi oksigen yang diperlukan untuk oksidasi besi (Benefield, 1982) dan konsentrasi jenuh oksigen terlarut yang tersedia dalam air (Popel, 1974). Dengan kata lain kedua faktor tersebut yang berpengaruh dalam penentuan jumlah tray dan cascade pada aerator. Begitu pula pada modifikasi tray aerator. Kelebihan modifikasi tray aerator adalah tidak menggunakan media batu, kerikil, dan arang sebagai media kontak. Media kontak yang

digunakan pada aerator tipe ini berupa rak (tray) dan cascade seri. Aerator ini dapat meminimalkan terbentuknya presipitat Fe^{3+} . Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dimensi aerator dan bak sedimentasi berskala rumah tangga, sehingga air hasil olahan diharapkan memenuhi standar baku mutu air minum. (Benefield dan Popel dalam Ririn, 2012)

Dalam menurunkan kandungan Fe dan Mn tersebut, diantaranya dilakukan dengan Bak aerator bertingkat (*multiple tray aerator*). Pemilihan metode aerasi adalah dilakukan karena aerasi merupakan pengolahan air dengan cara mengontakkannya dengan udara. Tujuan aerasi yaitu menambahkan jumlah oksigen dalam air, menurunkan jumlah CO, dan juga digunakan untuk pengolahan air yang mengandung Fe dan Mn terlalu tinggi. Cara aerasi ini biasanya dengan mengontakkan/menyebarkan air dengan udara. Aerasi dipergunakan pula untuk menghilangkan kandungan gas-gas terlarut, oksidasi kandungan besi dan mangan dalam air, mereduksi kandungan amonia dalam air melalui proses nitrifikasi dan untuk meningkatkan kandungan oksigen terlarut sehingga air terasa lebih segar. Aplikasi aerasi dalam proses ini dapat memberikan cukup banyak oksigen untuk berlangsungnya reaksi. (Effendi, 2003)

Berdasarkan penelitian Putra F.Y (2011) pada tray aerator satu tingkat diperoleh lubang tray optimum sebesar 9 mm dari variasi diameter lubang tray 9 mm, 10 mm, 11 mm, 12 mm, dan 13 mm. Menurut Novia F (2011) ketinggian tray optimum sebesar 125 mm dari variasi ketinggian tray 25 cm, 50 cm, 75 cm, 100 cm dan 125 cm. Jenis aerasi yang digunakan adalah tray aerator bertingkat karena penggunaan aerasi dengan tray aerator bertingkat dapat menambahkan oksigen terlarut lebih banyak dalam air dan tray aerator memiliki

efisiensi penyisihan CO₂ lebih dari 90%. Jarak rak (tray) 30-75 cm dan luas 50 - 160 m². Selain itu akan lebih mudah diaplikasikan dalam pembuatan alat aerasi sederhana dengan multiple tray aerator (Qasim et.al dalam Ali 2011).

Dari hasil pengamatan pada air sumur bor di Kelurahan Sambutan yaitu di wilayah kerja Puskesmas Sambutan, didapati bahwa kondisi dan kualitas air tidak cukup baik terlihat adanya warna kekuningan dan tercium bau karat dari air sumur bor tersebut. Oleh karena itu dilakukan uji pendahuluan untuk mengetahui kadar besi dan mangan di sumur bor pada lokasi yang direncanakan, yaitu di RT. 17 Kelurahan Sambutan. Lokasi ini dipilih berdasarkan data dari Puskesmas mengenai penggunaan sumber air bersih. Kelurahan Sambutan merupakan daerah yang paling banyak memanfaatkan air sumur bor untuk keperluan rumah tangga. Berdasarkan hasil uji pemeriksaan air sumur bor bersama petugas kesling di Puskesmas Sambutan dengan menggunakan alat *water test kit* diperoleh hasil kadar besi (Fe) sebesar 3,5 mg/l dan mangan (Mn) 0,14 mg/l. Jumlah ini sudah melampaui standar yang telah ditetapkan Permenkes.

Kandungan oksigen (O²) dalam suatu perairan merupakan salah satu parameter kimia dalam menentukan kualitas air yang tingkat kebutuhannya dari tiap-tiap perairan, berbeda antara perairan satu dengan lainnya. Hal ini karena dipengaruhi oleh faktor suhu dan cuaca serta jenis organisme yang menempati perairan tersebut. Oksigen (O₂) merupakan salah satu faktor pembatas sehingga apabila ketersediaannya dalam perairan tidak mencukupi kebutuhan organisme yang ada, maka segala aktivitas organisme tersebut akan terhambat. Kadar oksigen yang terlarut dalam perairan alami bervariasi, tergantung pada suhu, salinitas, turbulensi air, dan tekanan atmosfer. Semakin

besar suhu dan semakin kecil atmosfer, kadar oksigen terlarut semakin sedikit. (Kordi 2004).

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka rumusan masalahnya adalah “Apakah Ada Pengaruh Multiple Tray Aerator Terhadap Peningkatan Ph Dan Oksigen Terlarut (DO) Serta Penurunan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Pada Air Sumur Bor Di Kelurahan Sambutan tahun 2013.

C. Tujuan

1. Tujuan umum

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui Apakah Ada Pengaruh Multiple Tray Aerator Terhadap Peningkatan Ph Dan Oksigen Terlarut (DO) Serta Penurunan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Pada Air Sumur Bor kelurahan Sambutan tahun 2013.

2. Tujuan Khusus

- a) Mengetahui apakah ada pengaruh multiple tray aerator terhadap peningkatan pH sebelum dan sesudah pengolahan .
- b) Mengetahui apakah ada pengaruh multiple tray aerator terhadap peningkatan oksigen terlarut (DO) sebelum dan setelah pengolahan.
- c) Mengetahui apakah ada pengaruh multiple tray aerator terhadap penurunan kadar besi (Fe) sebelum dan setelah pengolahan.
- d) Mengetahui apakah ada pengaruh multiple tray aerator terhadap penurunan kadar mangan (Mn) sebelum dan setelah pengolahan.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Bagi Peneliti

Memberikan pengalaman langsung bagi penulis dalam penerapan teori selama mengikuti perkuliahan di Fakultas Kesehatan Masyarakat

Universitas Mulawarman, serta meningkatkan kemampuan dan keterampilan dalam melaksanakan penelitian dan penulisan ilmiah.

2. Manfaat Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat

Menambah kepustakaan dan bahan informasi mengenai metode pengolahan air bersih dalam upaya peningkatan kesehatan lingkungan kualitas hidup khususnya bagi mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat.

3. Manfaat Bagi Masyarakat

Memberikan penanganan atau pemecahan masalah dalam pengolahan air bersih agar dapat diaplikasikan untuk kebutuhan air bersih rumah tangga dengan cara yang mudah dan efisien.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Air Bersih

Air bersih tidak bisa dipisahkan dengan kehidupan manusia dalam memperoleh sumber air minum. Namun masih banyak orang yang belum memahami arti sesungguhnya air bersih sehingga kepedulian terhadap perlindungan sumber-sumber air bersih masih kurang. Defenisi atau batasan air bersih oleh berbagai macam literatur yang pada intinya mempunyai pengertian yang sama tergantung dari sudut pandang seseorang terhadap air bersih.

Departemen Kesehatan Republik Indonesia tahun 1991 mendefenisikan air bersih sebagai berikut :

1. Dipandang dari sudut ilmiah, air bersih adalah air yang telah bebas dari mineral, bahan kimia jasad renik
2. Dipandang dari sudut program, air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga dan dapat diminum setelah masak.

B. Pengertian Air Tanah

Sumber air pada dasarnya tidak terlepas dari siklus hidrologi air. Melalui siklus hidrologi ini, maka dimana-mana terdapat berbagai sumber air tawar yang dapat diperkirakan kualitasnya secara sepintas. (Effendi, 2003)

Dalam kaitannya dengan proses daur air, maka pengertian tentang air tanah adalah air yang tersimpan atau terperangkap di dalam lapisan batuan yang mengalami pengisian/penambahan secara terus-menerus. Melalui daur air, air hujan yang jatuh akan meresap ke dalam tanah dan melalui beberapa lapisan tanah yang berfungsi sebagai saringan/filter sehingga air tanah akan jernih. (Puspitasari, 2009)

Air tanah terbagi atas air tanah dangkal dan air tanah dalam . Air tanah dalam merupakan sumber air bersih yang banyak digunakan di masyarakat.

Karakteristik air tanah dangkal dari segi bakteriologis adalah kurang baik karena besar kemungkinan mudah tercemar oleh bahan-bahan cemaran yang ada disekitarnya seperti limbah industri, penampungan tinja yang tidak kedap air, penimbunan sampah dan sebagainya. Namun air tanah dalam bila ditinjau dari segi bakteriologis lebih baik, tetapi banyak mengandung mineral-mineral yang berlebihan. Hasil analisa kandungan mineral-mineral yang ada dalam air tanah untuk Fe adalah 0,8 mg/l. (Ridwan, 2005)

Air tanah memiliki beberapa kelebihan dibanding sumber air lain, pertama air tanah biasanya bebas dari kuman penyakit sehingga tidak perlu mengalami proses furifikasi atau penjernihan. Persediaan air tanah juga cukup tersedia sepanjang tahun. Beberapa kelemahan dari air tanah dibanding air lainnya adalah mengandung zat-zat mineral dalam konsentrasi yang tinggi. Konsentrasi yang tinggi dari zat-zat mineral semacam magnesium, kalsium dan logam berat seperti besi dapat menyebabkan kesadahan air (Chandra, 2007).

Air tanah terbagi menjadi 3 yaitu :

a. Air Tanah Dangkal

Air tanah dangkal terjadi karena proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan, demikian pula dengan sebagian bakteri, sehingga air tanah akan jernih tetapi masih banyak mengandung zat kimia (garam-garam yang terlarut) karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsur-unsur kimia tertentu untuk masing-masing lapisan tanah. Lapisan tanah disini berfungsi sebagai saringan dari muka air yang dekat dengan muka tanah, setelah menemui lapisan rapat air, air akan terkumpul yang merupakan air tanah dangkal dimana air tanah ini dimanfaatkan untuk sumber air minum melalui sumur-sumur dangkal.

b. Air Tanah Dalam

Air Tanah Dalam terdapat setelah lapis rapat air yang pertama. Pengambilan air tanah dalam, tak semudah pada air tanah dangkal. Dalam hal ini harus digunakan bor dan memasukan pipa kedalamnya sehingga dalam suatu kedalaman (biasanya antara 100-300 m) akan didapatkan suatu lapis air. Jika tekanan air tanah ini besar, maka air dapat menyembur ke luar dan dalam keadaan ini, sumur ini disebut sumur artesis. Jika air tak dapat ke luar dengan sendirinya, maka digunakan pompa untuk membantu pengeluaran air tanah dalam. Kualitas air tanah dalam umumnya lebih baik dari air dangkal, karena penyaringannya lebih sempurna dan bebas dari bakteri.

c. Mata Air

Mata air adalah air tanah yang ke luar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari dalam tanah, hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitas. Berdasarkan keluarnya (munculnya permukaan tanah) terbagi atas rembesan. Rembesan adalah air yang keluar dari lereng-lereng dan timbul dimana air ke luar ke permukaan pada suatu dataran (Sutrisno, 2006).

C. Karakteristik Air Tanah

Pemahaman terhadap struktur geologi lapisan pembawa air (*Aquifer*) merupakan hal yang penting untuk dilakukan guna memahami karakteristik air tanah. Hal ini penting sebab tidak semua air yang ada dalam tanah disebut air tanah. Terdapatnya air di dalam tanah selain bersumber dari dalam tanah itu sendiri juga berasal dari siklus hidrologi. Lapisan tanah secara umum dapat

dibagi menjadi dua zone, yaitu batas tak jenuh (*unsaturated zone*) dan batas jenuh (*saturated zone*).

Batas tak jenuh terletak antara permukaan tanah dengan bagian atas dari lapisan air tanah. Melalui rongga- rongga tanah (*capillary*), air yang berasal dari siklus hidrologi akan masuk hingga kedalaman tertentu sebagai akibat adanya tekanan atmosfer dan gaya gravitasi. Berbeda dengan air yang ada pada batas tak jenuh kuantitas kurang pada musim kemarau, maka air tanah yang ada pada batas jenuh secara umum memiliki kuantitas yang berlebihan. *Aquifer* sebagai lapisan yang selalu menyediakan air dalam jumlah yang cukup dapat dibedakan atas dua yaitu aquifer tertekan (*Confined aquifer*) dan aquifer bebas (*Unconfined aquifer*).

Selama ini untuk mengambil air dari dua macam lapisan aquifer digunakan sarana seperti sumur pompa tangan dalam untuk mengambil air dari lapisan *aquifer* tertekan sedangkan lapisan aquifer bebas biasanya diperoleh dengan sarana sumur galian dan sumur pompa tangan dangkal. (Saifuddin, 2004)

Lapisan tanah yang dilalui air dapat berupa lapisan yang renggang seperti tanah liat, pasir dan kerikil atau dapat berupa lapisan yang padat seperti batu cadas, granit, batu gamping dan sebagainya. Berbagai jenis bebatuan yang dilalui akan berpengaruh kepada karakteristik air tanah, sebab batuan tersebut mengandung mineral-mineral serta unsur-unsur kimia yang dapat terlarut/terbawah bersama air tanah.

Keuntungan air tanah adalah :

- a. Pada umumnya bebas dari bakteri pathogen
- b. Pada umumnya dapat di pakai tanpa pengolahan lebih lanjut

- c. Seringkali paling praktis dan ekonomis untuk mendapatkan dan membagikannya
- d. Lapisan tanah yang menampung air dari mana air itu diambil biasanya merupakan pengumpulan air alamiah. (dapus)

Sedangkan kerugiannya adalah :

- a. Membutuhkan pemompaan
- b. Air tanah seringkali mengandung banyak mineral-mineral seperti Fe, Mn, Ca dan sebagainya.

D. Pengertian Oksigen (O₂) Dalam Air

Oksigen (O₂) merupakan salah satu unsur yang sangat dibutuhkan oleh semua makhluk hidup, khususnya didalam perairan. Dalam perairan oksigen merupakan gas terlarut yang kadarnya bervariasi yang tergantung pada suhu dan salinitas. Oksigen dapat bersumber dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer dan aktifitas fotosintesis tumbuhan air maupun fitoplankton dengan bantuan energi matahari. Difusi juga dapat terjadi karena agitasi atau pergolakan massa air akibat adanya gelombang atau ombak dan air terjun (Effendi, 2003).

Oksigen juga dapat berasal dari oksidasi karbohidrat sebagai sumber energi dalam metabolisme tubuh dan pembakaran karbohidrat tersebut mengeluarkan kembali karbondioksida dan air, yang sebelumnya digunakan dalam proses pembentukan karbohidrat melalui proses fotosintesis. (Khatuddin, 2003).

Dalam perairan, khususnya perairan tawar memiliki kadar oksigen (O₂) terlarut berkisar antara 15 mg/l pada suhu 0oC dan 8 mg/l pada suhu 25oC.

Kadar oksigen (O_2) terlarut dalam perairan alami biasanya kurang dari 10 mg/l (Efendi, 2003).

Oksigen terlarut (Dissolved Oxygen = DO) dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Disamping itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut (Salmin, 2000).

Pada lapisan permukaan, kadar oksigen akan lebih tinggi, karena adanya proses difusi antara air dengan udara bebas serta adanya proses fotosintesis. Dengan bertambahnya kedalaman akan terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, karena proses fotosintesis semakin berkurang dan kadar oksigen yang ada banyak digunakan untuk pernapasan dan oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik. Keperluan organisme terhadap oksigen relatif bervariasi tergantung pada jenis, stadium dan aktifitasnya. Kebutuhan oksigen untuk ikan dalam keadaan diam relatif lebih sedikit apabila dibandingkan dengan ikan pada saat bergerak atau memijah. Jenis-jenis ikan tertentu yang dapat menggunakan oksigen dari udara bebas, memiliki daya tahan yang lebih terhadap perairan yang kekurangan oksigen terlarut (Wardoyo, 1978).

Kandungan oksigen terlarut (DO) minimum adalah 2 ppm dalam keadaan normal dan tidak tercemar oleh senyawa beracun (toksik). Kandungan oksigen terlarut minimum ini sudah cukup mendukung kehidupan organisme (Swingle, 1968).

Parameter Oksigen Terlarut memberikan indikasi tentang tingkat kesegaran air akibat adanya proses biodegradasi dan asimilasi pada badan air. Pada umumnya model OT adalah dianalisis berdasarkan kinetika reaksi orde satu. Namun pada saat ini diketahui, bahwa model kualitas air (terutama OT) yang lebih kompleks diperlukan untuk menunjukkan interaksi parameter fisika/kimia dan biologi yang lebih akurat (Lesmana, 2005).

E. Pengertian Besi (Fe) dan Mangan (Mn)

Besi atau *ferrum* (Fe) adalah metal berwarna putih keperakan, liat dan dapat dibentuk. Zat besi terdapat dimana-mana baik di dalam air maupun di dalam tanah dalam berbagai bentuk. Sejauh ini bentuk umum yang sering ditemukan di sumber mata air adalah *Ferrous Bicarbonat* dan tak berwarna (Slamet, 1994). Mangan (Mn) merupakan mineral mikro yang terdapat pada kelenjar hipofisis dan tulang, jika kadar mangan (Mn) melebihi batas yang ditetapkan dapat menyebabkan kerusakan pada hati (Wardhana, 1994).

Mangan digunakan dalam campuran baja, industri pigmen, las, pupuk, pestisida, keramik, elektronik, dan alloy (campuran beberapa logam dan bukan logam, terutama karbon), industri baterai, cat dan zat tambahan pada makanan. Di alam jarang sekali berada dalam keadaan unsur, umumnya berada dalam keadaan senyawa dengan berbagai macam valensi.

Keberadaan zat dalam tanah disebabkan oleh adanya unsur-unsur mineral atau zat-zat organik maupun non anorganik yang terlarut dalam air yang mengalami proses peresapan, sehingga menyebabkan kadar besi dalam air semakin bertambah besar bahkan dapat melebihi batas standar yang ada.

Pada air permukaan yang kontak dengan udara, jarang ditemukan kadar Fe dan Mn yang lebih dari 1 mg/l, sedang di dalam air tanah kadar Fe

jauh lebih besar. Air yang kurang mengandung oksigen (O_2) seperti umumnya air tanah bersifat Fero (Fe^{2+}) dan (Mn^{2+}) yang dapat terlarut, sedangkan pada air yang mengalir dapat terjadi aerasi seperti sungai yang kontak dengan udara (O_2) keadaan Fero (Fe^{2+}) dan (Mn^{2+}) teroksidasi menjadi Feri (Fe^{3+}) dan mangan dioksida (MnO_2). Oleh sebab itu pada air permukaan dan sungai yang mengalir Fe jarang ditemukan dalam kadar yang tinggi.

Menurut Permenkes 416/Menkes/Per/IX/ 1990 menetapkan kadar zat besi di dalam air minum maksimum 0.3 mg/l dan Mangan maksimum sebesar 0.1 mg/l. Keberadaan besi dan mangan dalam air akan menghasilkan rasa tidak enak, memberikan warna yang kurang baik pada pencelupan teh, bila digunakan untuk mencuci dan memasak sayuran akan mengakibatkan perubahan warna menjadi kecoklat-coklatan dan meninggalkan noda-noda kecoklatan pada pakaian/benda-benda yang berwarna putih dan mempengaruhi rasa air bila diminum.

F. Peranan Oksigen (O_2) Dalam Air

kebutuhan oksigen mempunyai dua aspek, yaitu kebutuhan lingkungan bagi spesies tertentu dan kebutuhan komsitif yang tergantung pada keadaan metabolisme suatu organisme. Perbedaan kebutuhan oksigen dalam suatu lingkungan bagi spesies tertentu disebabkan oleh adanya perbedaan molekul sel dari organisme yang mempengaruhi hubungan antara tekanan parsial oksigen dalam air dan derajat kejenuhan oksigen dalam sel darah.(Kordi, 2004)

Organisme dalam air membutuhkan oksigen guna pembakaran bahan bakarnya (makanan) untuk menghasilkan aktivitas, seperti aktivitas berenang, pertumbuhan, reproduksi, dan sebagainya. Beberapa jenis organisme air

mampu bertahan hidup pada perairan dengan konsentrasi oksigen 3 ppm, namun konsentrasi minimum yang masih dapat diterima sebagian besar organisme air untuk hidup dengan baik adalah 5 ppm. Pada perairan dengan konsentrasi oksigen dibawah 4 ppm organisme masih mampu bertahan hidup, akan tetapi nafsu makan mulai menurun (Kordi, 2004).

G. Kegunaan dan Efek Negatif (Fe) dan (Mn) Dalam Air

Sebagaimana kegunaan unsur-unsur kimia lainnya terhadap tubuh, besi dalam air diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tubuh. Setiap hari tubuh membutuhkan unsur besi (Fe) 7 – 35 mg yang tidak hanya diperoleh dari air.

Besi merupakan suatu unsur kimia yang penting dan berguna untuk metabolisme tubuh atau untuk pembentukan haemoglobin (butir darah merah).

Zat besi dalam jumlah yang berlebihan akan menimbulkan gangguan dalam penggunaannya, seperti meninggalkan noda coklat pada pakaian dan cucian, menimbulkan “Clogging” pada pipa, membantu pertumbuhan bakteri besi yang dapat menimbulkan korosif pada air dan memberikan rasa tidak enak pada minuman. Selain itu juga dapat memberikan gangguan kesehatan yaitu apabila dalam tubuh banyak terdapat Fe, maka Fe dalam tubuh akan dikendalikan oleh fase absorbs, sehingga tubuh manusia tidak dapat mengekresikan Fe.

Manusia yang sering mendapatkan transfusi darah, warna kulitnya menjadi hitam karena akumulasi Fe. Dalam dosis yang besar Fe juga akan merusak dinding usus. Kematian seringkali terjadi disebabkan karena dinding usus ini. Debu Fe juga dapat diakumulasi di dalam alveoli dan menyebabkan berkurangnya fungsi paru-paru (Slamet, 1994).

Mengetahui kegunaan dan gangguan yang ditimbulkan besi maka untuk mengatasi gangguan, diperlukan suatu upaya untuk menurunkan zat besi sampai standar yang diperkenalkan.

H. Kandungan Oksigen (O₂) Dalam Perairan

Pengurangan oksigen (O₂) dalam air pun tergantung pada banyaknya partikel organik dalam air yang membutuhkan perombakan oleh bakteri melalui proses oksidasi. Makin banyak partikel organik, maka makin banyak aktivitas bakteri perombak dan makin banyak oksigen yang dikonsumsi sehingga makin berkurang oksigen dalam air (Lesmana, 2005).

Oksigen (O₂) terlarut dalam air secara ilmiah terjadi secara kesinambungan. Organisme yang ada dalam air pertumbuhannya membutuhkan sumber energi seperti unsur carbon (C) yang diperoleh dari bahan organik yang berasal dari ganggang yang mati maupun oksigen dari udara. Dan apabila bahan organik dalam air menjadi berlebih sebagai akibat masuknya limbah aktivitas (seperti limbah organik dari industri), yang berarti suplai karbon (C) melimpah, menyebabkan kecepatan pertumbuhan organisme akan berlipat ganda (Putranto, 2009)

I. Derajat Keasaman Air Tanah (pH)

Derajat keasaman lebih dikenal dengan istilah H. pH (singkatan dari pulscane negatif te H), yaitu logaritma dari kepekatan ion-ion H (hidrogen) yang terlepas dalam satu cairan. Derajat keasaman atau pH air menunjukkan aktifitas ion hydrogen dalam larutan tersebut dan dinyatakan sebagai konsentrasi ion hydrogen (dalam nol per lter) pada suhu tertentu atau dapat ditulis $pH = -\log(H^+)$ (kordi dan Tancung, 2007).

Derajat keasaman (pH) dalam suatu perairan merupakan salah satu parameter kimia yang penting dalam memantau kestabilan perairan. Perubahan nilai pH suatu perairan terhadap organisme akuatik mempunyai batasan tertentu dengan nilai pH yang bervariasi.

Suatu ukuran yang menunjukkan apakah air bersifat asam atau dasar dikenal sebagai pH. Lebih tepatnya pH menunjukkan konsentrasi ion hydrogen dalam air dan didefinisikan sebagai logaritma asam bila pH dibawah 7 dan dasar ketika pH di atas 7. sebagian besar nilai pH ditemui jatuh antara 0 sampai 14. pH yang baik dalam budidaya adalah 6,5-9,0 (Mutris, 1992).

Faktor-Faktor yang mempengaruhi peningkatan keasaman air (pH rendah) umumnya disebabkan limbah yang mengandung asam-asam mineral bebas dan asam karbonat. Keasaman tinggi (pH rendah) juga dapat disebabkan adanya FeS_2 dalam air akan membentuk H_2SO_4 dan ion Fe^{2+} (larut dalam air) (manik, 2003).

Perairan laut maupun pesisir memiliki pH relatif stabil dan berada dalam kisaran yang sempit. Biasanya berkisar antara 7,7 – 8,4 pH dipengaruhi oleh kapasitas penyangga (buffer) yaitu adanya garam-garam karbonat dan bikarbonat yang dikandungnya (Boyd, 1982, Nybakkan, 1992 dalam Irawan et al, 2009).

Nilai pH pada suatu perairan mempunyai pengaruh yang besar terhadap organisme perairan sehingga seringkali dijadikan petunjuk untuk menyatakan baik buruknya suatu perairan (Odum, 1971). Biasanya angka pH dalam suatu perairan dapat dijadikan indikator dari adanya keseimbangan unsur-unsur kimia dan dapat mempengaruhi ketersediaan unsur-unsur kimia dan unsur-unsur hara yang sangat bermanfaat bagi kehidupan vegetasi

akuatik. Tinggi rendahnya pH dipengaruhi oleh fluktuasi kandungan O₂ maupun CO₂. Tidak semua makhluk bisa bertahan terhadap perubahan nilai pH, untuk itu alam telah menyediakan mekanisme yang unik agar perubahan tidak terjadi atau terjadi tetapi dengan cara perlahan (Sary, 2006). Tingkat pH lebih kecil dari 4, 8 dan lebih besar dari 9, 2 sudah dapat dianggap tercemar.

J. Hubungan Oksigen (O₂) Dengan Parameter Lain

Oksigen (O₂) dalam suatu perairan tidak lepas dari pengaruh parameter lain seperti karbondioksida, alkalinitas, suhu, pH, dan sebagainya. Di mana semakin tinggi kadar oksigen yang dibutuhkan, maka karbondioksida yang dilepaskan sedikit. Hubungan antara kadar oksigen terlarut dengan suhu ditunjukkan bahwa semakin tinggi suhu, kelarutan oksigen semakin berkurang (Efendi, 2003).

Kadar oksigen (O₂) dalam perairan tawar akan bertambah dengan semakin rendahnya suhu dan berkurangnya kadar alkalinitas. Pada lapisan permukaan, kadar oksigen akan lebih tinggi karena adanya proses difusi antara air dengan udara bebas serta adanya proses fotosintesis. Dengan bertambahnya kedalaman akan mengakibatkan terjadinya penurunan kadar oksigen terlarut dalam perairan .

K. Pengaruh Zat Besi (Fe) dan Mangan (Mn)

Besi dalam air berbentuk ion bervalensi dua (Fe²⁺) dan bervalensi tiga (Fe³⁺). Dalam bentuk ikatan dapat berupa Fe₂O₃, Fe(OH)₂, Fe(OH)₃ atau FeSO₄ tergantung dari unsur lain yang mengikatnya. Dinyatakan pula bahwa besi dalam air adalah bersumber dari dalam tanah sendiri di samping dapat pula berasal dari sumber lain, diantaranya dari larutnya pipa besi, reservoir air dari besi atau endapan – endapan buangan industri.

Besi terlarut dalam air dapat berbentuk kation ferro (Fe^{2+}) atau kation ferri (Fe^{3+}). Hal ini tergantung kondisi pH dan oksigen terlarut dalam air. Besi terlarut dapat berbentuk senyawa tersuspensi, sebagai butir koloidal seperti $\text{Fe}(\text{OH})_3$, FeO , Fe_2O_3 dan lain-lain. Konsentrasi besi terlarut yang masih diperbolehkan dalam air bersih adalah sampai dengan 0,1 mg/l.

Perubahan senyawa besi dan mangan di alam berdasarkan kondisi pH secara garis besar memperlihatkan bahwa di dalam sistem air alami pada kondisi reduksi, mangan dan juga besi pada umumnya mempunyai valensi dua yang larut dalam air. Oleh karena itu di dalam sistem pengolahan air, senyawa mangan dan besi valensi dua tersebut dengan berbagai cara dioksidasi menjadi senyawa yang memiliki valensi yang lebih tinggi yang tidak larut dalam air sehingga dapat dengan mudah dipisahkan secara fisik. Mangan di dalam senyawa MnCO_3 , $\text{Mn}(\text{OH})_2$ mempunyai valensi dua, zat tersebut relatif sulit larut dalam air, tetapi untuk senyawa Mn seperti garam MnCl_2 , MnSO_4 , $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ mempunyai kelarutan yang besar di dalam air. (Eaton Et.al, 2005; Janelle, 2004 dan Said, 2003).

Apabila konsentrasi besi dan Mangan terlarut dalam air melebihi batas tersebut akan menyebabkan berbagai masalah, diantaranya :

1. Gangguan teknis

Endapan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ bersifat korosif terhadap pipa dan akan mengendap pada saluran pipa, sehingga mengakibatkan pembuntuan dan efek-efek yang dapat merugikan seperti Mengotori bak yang terbuat dari seng. Mengotori wastafel dan kloset.

2. Gangguan fisik

Gangguan fisik yang ditimbulkan oleh adanya besi terlarut dalam air adalah timbulnya warna, bau, rasa. Air akan terasa tidak enak bila konsentrasi besi terlarutnya $> 1,0$ mg/l.

3. Gangguan kesehatan

Senyawa besi dalam jumlah kecil di dalam tubuh manusia berfungsi sebagai pembentuk sel-sel darah merah, dimana tubuh memerlukan 7-35 mg/hari yang sebagian diperoleh dari air. Tetapi zat Fe yang melebihi dosis yang diperlukan oleh tubuh dapat menimbulkan masalah kesehatan. Hal ini dikarenakan tubuh manusia tidak dapat mengsekresi Fe, sehingga bagi mereka yang sering mendapat tranfusi darah warna kulitnya menjadi hitam karena akumulasi Fe. Mangan dalam bentuk permanganat merupakan oksidator kuat yang dapat mengganggu membran mucous, menyebabkan gangguan kerongkongan, timbulnya penyakit "manganism" yaitu sejenis penyakit parkinson, gangguan tulang, osteoporosis, penyakit Perthe's, gangguan kardiovaskuler, hati, reproduksi dan perkembangan mental, hipertensi, hepatitis, posthepatic cirrhosis, perubahan warna rambut, kegemukan, masalah kulit, kolesterol, neurological symptoms dan menyebabkan epilepsi. (Janelle, 2004)

Air minum yang mengandung besi dan mangan cenderung menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Selain itu dalam dosis besar dapat merusak dinding usus. Kematian sering kali disebabkan oleh rusaknya dinding usus ini. Kadar Fe yang lebih dari 1 mg/l akan menyebabkan terjadinya iritasi pada mata dan kulit. Apabila kelarutan besi dalam air melebihi 10 mg/l akan menyebabkan air berbau seperti telur busuk.

Pada Hemokromatosis primer besi yang diserap dan disimpan dalam jumlah yang berlebihan di dalam tubuh. Feritin berada dalam keadaan jenuh akan besi sehingga kelebihan mineral ini akan disimpan dalam bentuk kompleks dengan mineral lain yaitu hemosiderin. Akibatnya terjadilah sirosis hati dan kerusakan pankreas sehingga menimbulkan diabetes. Hemokromatosis sekunder terjadi karena transfusi yang berulang-ulang. Dalam keadaan ini besi masuk ke dalam tubuh sebagai hemoglobin dari darah yang ditransfusikan dan kelebihan besi ini tidak disekresikan.

L. Hal-Hal yang Mempengaruhi Kelarutan (Fe) dan (Mn)

Hal-Hal yang Mempengaruhi Kelarutan Fe dan Mn dalam Air adalah dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut:

1. Kedalaman

Air hujan yang turun jatuh ke tanah dan mengalami infiltrasi masuk ke dalam tanah yang mengandung FeO akan bereaksi dengan H₂O dan CO₂ dalam tanah dan membentuk Fe (HCO₃)₂ dimana semakin dalam air yang meresap ke dalam tanah semakin tinggi juga kelarutan besi karbonat dalam air tersebut.

2. pH (Keasaman)

pH air akan terpengaruh terhadap kesadahan kadar besi dalam air, apabila pH air rendah akan berakibat terjadinya proses korosif sehingga menyebabkan larutnya besi dan logam lainnya dalam air, pH yang rendah kurang dari 7 dapat melarutkan logam. Dalam keadaan pH rendah, besi yang ada dalam air berbentuk ferro dan ferri, dimana bentuk ferri akan mengendap dan tidak larut dalam air serta tidak dapat

dilihat dengan mata sehingga mengakibatkan air menjadi berwarna,berbau dan berasa.

3. Suhu

Suhu adalah temperatur udara. Temperatur yang tinggi menyebabkan menurunnya kadar O₂ dalam air, kenaikan temperatur air juga dapat mengguraikan derajat kelarutan mineral sehingga kelarutan Fe pada air tinggi.

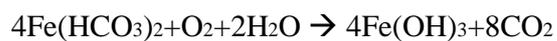
4. Bakteri besi

Bakteri besi (Crenothrix, Lepothrix, Galleanella, Sinderocapsa dan Sphoerothylus adalah bakteri yang dapat mengambil unsur ber dari sekeliling lingkungan hidupnya sehingga mengakibatkan turunnya kandungan besi dalam air, dalam aktifitasnya bakteri besi memerlukan oksigen dan besi sehingga bahan makanan dari bakteri besi tersebut. Hasil aktifitas bakteri besi tersebut menghasilkan presipitat (oksida besi) yang akan menyebabkan warna pada pakaian dan bangunan. Bakteri besi merupakan bakteri yang hidup dalam keadaan anaerob dan banyak terdapat dalam air yang mengandung mineral. Pertumbuhan bakteri akan menjadi lebih sempurna apabila air banyak mengandung CO₂ dengan kadar yang cukup tinggi.

5. CO₂ agresif

Karbondioksida (CO₂) merupakan salah satu gas yang terdapat dalam air. Berdasarkan bentuk dari gas Karbon-dioksida (CO₂) di dalam air, CO₂ dibedakan menjadi : CO₂ bebas yaitu CO₂ yang larut dalam air, CO₂ dalam kesetimbangan, CO₂ agresif. Dari ketiga bentuk Karbon-dioksida (CO₂) yang terdapat dalam air, CO₂ agresif-lah yang

paling berbahaya karena kadar CO² agresif lebih tinggi dan dapat menyebabkan terjadinya korosi sehingga berakibat kerusakan pada logam-logam dan beton. Menurut Powell CO₂ bebas yang asam akan merusak logam apabila CO₂ tersebut bereaksi dengan air. karena akan merusak logam. Reaksi ini dikenal sebagai teori asam, dengan reaksi sebagai berikut:



Dalam reaksi di atas dapat dilihat bahwa asam karbonat tersebut secara terus-menerus akan merusak logam, karena selain membentuk FeCO₃ sebagai hasil reaksi antara Fe dan H₂CO₃, selanjutnya FeCO₃ bereaksi dengan air dan gas oksigen (O₂) menghasilkan zat 2FeOH dan 2H₂CO₃ dimana H₂CO₃ tersebut akan menyerang logam kembali sehingga proses pengrusakan logam akan berjalan secara terus-menerus mengakibatkan kerusakan yang semakin lama semakin besar pada logam tersebut.

I. Menguji Kandungan (Fe) dan (Mn) Dalam Air

1. Pemeriksaan Lapangan

Cara yang lain sederhana untuk menduga adanya kadar besi (Fe) dan (Mn) pada air yang berlebihan pada badan air adalah dengan menggunakan indra pembau dan penglihat.

a. Indra Pembau

Kadar besi (Fe) yang melebihi 2 mg/l akan menyebabkan air tersebut berbau amis akibat adanya aktivitas bakteri besi, namun kelemahan

cara ini adalah sebab bau amis tidak hanya disebabkan oleh unsur yang lain yang ada pada lingkungan yang sama seperti mangan.

b. Indera Penglihat

Air yang mengandung kadar besi (Fe) yang tinggi biasanya berwarna merah pada bagian permukaan. Namun cara ini tidak dapat dijadikan sebagai patokan yang mutlak sebab mengingat warna merah tidak hanya berasal dari warna besi dalam air.

c. Potensial hidrogen (pH)

Menurut Sanropie, *et,al* (2010) yang dikutip dari penelitian Ridwan Kondisi pH lebih kecil dari 6,5 atau lebih besar dari 9,2 maka akan menyebabkan korosifitas pada pipa-pipa air yang terbuat dari logam dan dapat mengakibatkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun yang mengganggu kesehatan manusia. Oleh karena itu pengukuran pH yang asam merupakan indikator adanya besi terlarut dalam air.

2. Analisa Laboratorium

Analisa laboratorium yang biasanya digunakan adalah metode :

a. Spektrofotometri

Prinsip kerja alat ini adalah penyerapan cahaya gelombang tertentu, sumber energi yang digunakan adalah aliran listrik. Alat ini sangat peka terutama kebersihan tabung dari debu lemak yang menempel pada tabung reaksi.

b. Kolometri

Metode kolometri yaitu dengan menambahkan indikator dengan jumlah tertentu, kemudian membandingkan dengan warnah control. Metode ini

biasanya dipakai bila perangkat spektrofotometri tidak lengkap atau tidak ada sumber energi. Kelemahan cara pemeriksaan ini adalah membandingkan warna control hanya melaihat secara visual.

J. Penambahan Oksigen (O₂)

Konsentrasi oksigen terlarut dalam perairan selalu mengalami perubahan dalam sehari semalam. Sehingga apabila kadar oksigen terlarut berkurang dalam air, maka perlu dilakukan cara-cara yaitu menggunakan aerator atau alat sirkulasi air yang mampu memutar oksigen dari udara kedalam air secara cepat dan dalam jumlah besar. Oleh karena itu, pengelolaan dalam perairan harus selalu diperhatikan kadar dan perubahan konsentrasi oksigen terlarutnya (Sitanggang, 2002).

Dalam perairan, apabila terjadi penurunan oksigen dapat dilakukan dengan penambahan bahan kimia menjadi senyawa yang lebih sederhana sebagai nutrien yang sangat dibutuhkan organisme perairan. Oksigen terlarut ini diperlukan untuk menjaga kelestarian kehidupan tumbuhan dan hewan dalam air. Kelarutan oksigen dalam air dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain suhu, kadar garam (salinitas) perairan, pergerakan air dipermukaan air, luas daerah permukaan perairan yang terbuka, tekanan atmosfer dan persentase oksigen sekelilingnya. Bila pada suhu yang sama konsentrasi oksigen terlarut sama dengan jumlah kelarutan oksigen yang ada di dalam air, maka air tersebut dapat dikatakan sudah jenuh dengan oksigen terlarut. Bila air mengandung lebih banyak oksigen terlarut daripada yang seharusnya pada suhu tertentu, berarti oksigen dalam air tersebut sudah lewat jenuh (super saturasi).

K. Metode Penurunan Kadar (Fe) dan (Mn)

1. Aerasi

Ion Fe selalu di jumpai pada air alami dengan kadar oksigen yang rendah, seperti pada air tanah dan pada daerah danau yang tanpa udara. Keberadaan ferri larutan dapat terbentuk dengan adanya pabrik tenun, kertas, dan proses industri. Fe dapat dihilangkan dari dalam air dengan melakukan oksidasi menjadi $\text{Fe}(\text{OH})_3$ yang tidak larut dalam air, kemudian di ikuti dengan pengendapan dan penyaringan. Proses oksidasi dilakukan dengan menggunakan udara biasa di sebut aerasi yaitu dengan cara memasukkan udara dalam air.

Aerasi merupakan proses penjernihan dengan cara mengisikan oksigen ke dalam air. Dengan diisikannya oksigen ke dalam air maka zat-zat seperti karbon dioksida serta hidrogen sulfida dan metana yang mempengaruhi rasa dan bau dari air dapat dikurangi atau dihilangkan. Selain itu partikel mineral yang terlarut dalam air seperti besi dan mangan akan teroksidasi dan secara cepat akan membentuk lapisan endapan yang nantinya dapat dihilangkan melalui proses sedimentasi atau filtrasi. Beberapa jenis alat aerasi sebagai berikut (Said, 2005).

a. Multiple Tray Aerator

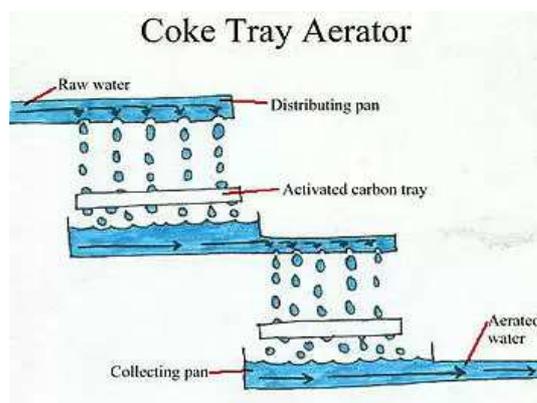
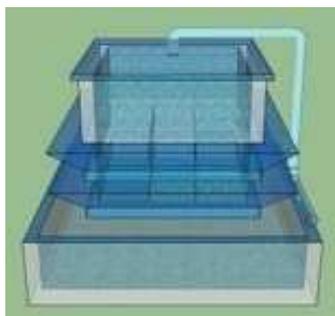
Metode Aerasi Yang Digunakan adalah metode Multiple Tray aerator, yaitu aerator yang terdiri atas serangkaian penampang yang susunannya sangat sederhana dan tidak mahal serta memerlukan ruang yang kecil. Dasar penampang dilubangi dengan diameter 5-12 mm pada jarak tertentu menembus deretan penampang yang berlubang-

lubang, dari sini percikan-perciakan turun kebawah dengan kecepatan 0,02 m³/detik. Tray biasanya dibangun bersusun ke atas antara 3-6 susun tray dengan jarak antara tray 30-75cm dan ketinggian 1,2-3 meter (Depkes RI, 1991).

Adapun tujuan aerasi yaitu :

1. Penambahan jumlah oksigen.
2. Penurunan jumlah karbon dioksida (CO₂)
3. Menghilangkan hidrogen sulfida (H₂S), Methan (CH₄) dan berbagai senyawa-senyawa organik yang bersifat volatile (menguap) yang berkaitan untuk rasa dan bau
4. Aerasi secara luas telah digunakan untuk pengolahan air yang mempunyai kandungan jumlah besi dan mangan terlalu tinggi (Daud, 2000).

Multiple tray aerator terdiri dari suatu rangkaian baki yang disusun seperti rak (tray) dan dilubangi pada bagian dasarnya. Air dialirkan dari suatu puncak tertentu berupa air terjun kecil yang kemudian didistribusikan secara merata pada masing-masing bidang tray. Air kemudian dikumpulkan pada suatu bak dibagian dasarnya (collecting pans). Tray ini juga dapat dilengkapi dengan media kontak seperti batu, arang, atau butiran keramik dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi pertukaran gas.

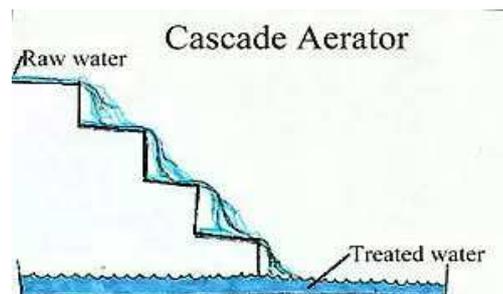


Gambar 2.1: Tray Aerator
(Sumber: Nusa Idaman Said, 2010)

Tetesan kecil menyebar dan dikumpulkan kembali pada setiap nampan (*tray*) berikutnya. Untuk penyebaran air yang lebih halus. Untuk setiap tahap percikan air antara nampan (*tray*) satu dengan nampan (*tray*) berikutnya terjadi reaksi antara besi dalam air dengan udara yang ada disekitarnya.

b. Cascade Aerator

Aerasi tangga meluncur penangkapan udara terjadi pada saat air terjun dari lempengan-lempengan trap yang membawanya masuk kedalam air yang dikumpulkan kelempengan dibawahnya. Total ketinggian jatuh 1,5 m yang dibagi dalam 3-5 step. Kapasitas peralatan ini antara 0,005-0,5 m³/detik per m².



Gambar 2.2: Cascade Aerator

c. Aerator Sembur

Terdiri atas nozzle penyemprotan statis dihubungkan dengan kisi lempengan yang mana air disemprotkan ke udara di sekeliling pada kecepatan 5- 7 m/detik. Aliran pada spray aerator dari arah bawah melalui

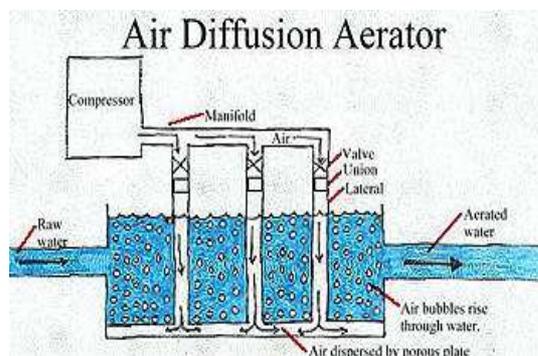
pipa yang panjangnya kurang lebih 25cm dan diameter 15-30mm. piringan melingkar ditempatkan beberapa cm di setiap ujung pipa, sehingga dapat terbentuk selaput air tipis yang melingkar yang selanjutnya menyebar menjadi percikan air yang halus.

Gambar 2.3: Aerator sembur

d. Aerator dengan difusser (*Bubble Aerator*)

Jumlah udara yang dibutuhkan untuk bubble aerator tidak banyak yaitu sekitar $0,3-0,5\text{m}^3$. Air dan volume ini sangat mudah ditingkatkan.

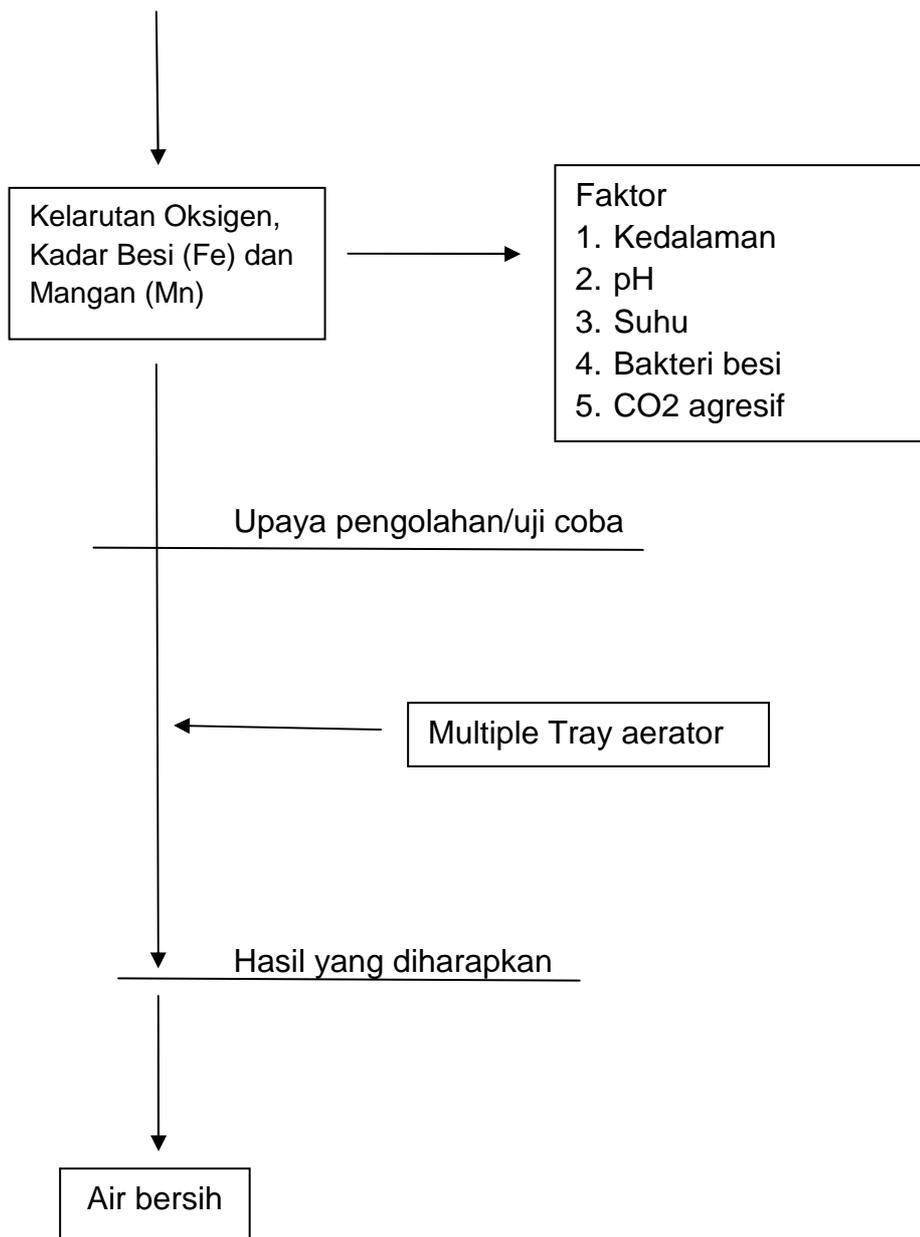
Udara dialirkan melalui perpipaan yang diletakkan pada dasar bak.



Gambar 2.4 : *Air diffusion aerator*

Rancangan Penelitian

Air sumur bor RT. 17 Kelurahan Sambutan



Memenuhi standar baku mutu air bersih
(Kepmenkes No. 907 tahun 2002)

Gambar 2.5: Bagan Rancangan Penelitian

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen atau penelitian percobaan Pretest-Posttest dengan melakukan intervensi perlakuan pada subyek penelitian untuk mengetahui pengaruh *multiple tray aerator* (bak aerator bertingkat) terhadap Peningkatan oksigen terlarut (DO), penurunan kadar besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada air sumur bor.

	Pretest	Perlakuan	Posttest
Klp Kontrol	B0	Tidak ada perlakuan	B0.1
Klp Perlakuan multiple tray aerator	B1	Bak Aerator bertingkat	B1.1

Keterangan :

B0 : Pretest perlakuan tanpa media (kontrol)

B0.1 : Posttest perlakuan tanpa media (kontrol)

B1 : Pretest tanpa perlakuan

B1.1 : Posttest sesudah perlakuan melalui bak aerator bertingkat

B. Waktu dan Tempat Penelitian

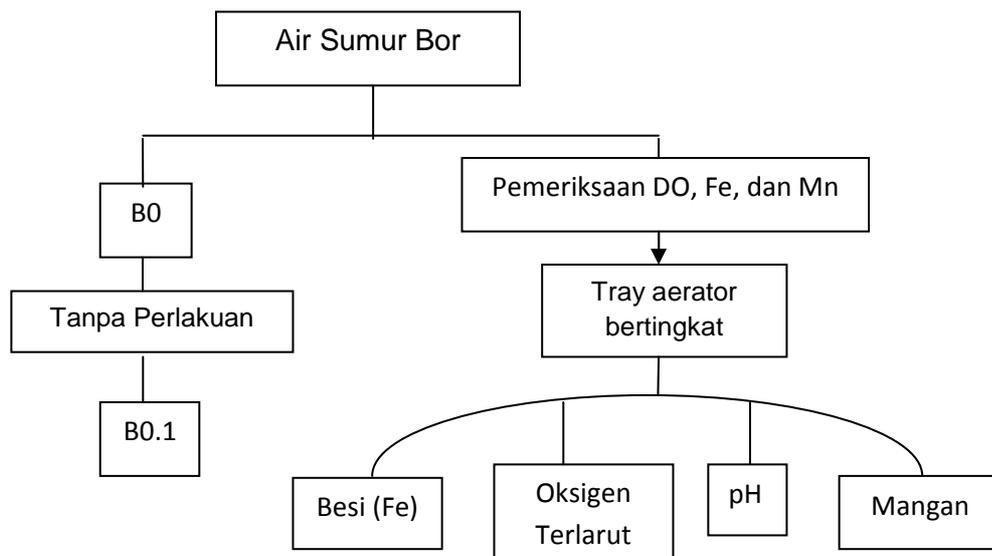
Penelitian ini dilakukan pada periode Juni-Juli 2013. Lokasi penelitian dilaksanakan RT. 17 Kelurahan Sambutan Samarinda.

C. Populasi dan Sampel

Metode Penentuan sampel menggunakan purposive sampling, yang merupakan teknik pengambilan sampel yang dipilih dengan sengaja yang dianggap mewakili populasinya. Maka dipilih beberapa sumur bor yang bermasalah. Terdapat 7 buah sumur bor di RT. 17 Kelurahan sambutan. Kemudian di ambil 4 sumur bor yang memiliki karakteristik tingginya kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) melebihi ambang batas sebagai sampel

perlakuan. Berdasarkan hasil uji laboratorium awal didapatkan kadar Fe sebesar 3,5 mg/l dan Mangan 0,14 mg/l. Kemudian akan dilakukan pengolahan dengan multiple tray aerator untuk mengetahui Peningkatan oksigen terlarut (DO), penurunan kadar Fe dan Mn pada air sebelum dan sesudah pengolahan.

D. Kerangka Konsep



Gambar 3.1 : Kerangka konsep

Keterangan :

B0 :Uji kadar besi (Fe), mangan (Mn) dan Oksigen Terlarut (DO) air sumur bor sebelum penyaringan

Kontrol :Tanpa melalui saringan/media.

B0.1 :Uji kadar besi (Fe), mangan (Mn) dan oksigen terlarut (DO) air sumur bor.

B1 :Uji kadar besi (Fe), mangan (Mn) dan oksigen terlarut (DO) air sumur bor sebelum perlakuan

B1.1 :kadar besi (Fe), mangan (Mn) dan oksigen terlarut (DO) air sumur bor setelah perlakuan aerasi melalui tray aerator bertingkat.

E. Hipotesis Penelitian

1. Ada pengaruh multiple tray aerator terhadap peningkatan pH sebelum dan sesudah pengolahan .
2. Ada pengaruh multiple tray aerator terhadap peningkatan oksigen terlarut (DO) sebelum dan setelah pengolahan.
3. Ada pengaruh multiple tray aerator terhadap penurunan kadar besi (Fe) sebelum dan setelah pengolahan.
4. Ada pengaruh multiple tray aerator terhadap penurunan kadar mangan (Mn) sebelum dan setelah pengolahan.

F. Variabel Penelitian

1. Variabel terikat/Dependen : Perlakuan Multiple Tray Aerator
2. Variabel bebas/Independen : Kadar Besi (Fe), Mangan (Mn), PH dan Oksigen Terlarut

G. Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi	Metode	Instrumen	kriteria obyektif	Skala
-----	----------	----------	--------	-----------	-------------------	-------

			Pengambilan Data			Data
1	Kadar Besi (Fe)	Kadar besi (Fe) terlarut pada air sumur bor dilakukan dengan uji laboratorium	Pengukuran	Water test kid	Standar kualitas menurut KepMenkes RI Nomor 907/KepMen/2002 ,adalah 0,3 mg/l	Rasio
2	Mangan (Mn)	Kadar mangan (Mn) terlarut pada air sumur bor dilakukan dengan uji laboratorium	Pengukuran	Uji laboratorium spektrofometri(AAS)	Standar kualitas menurut KepMenkes RI Nomor 907/KepMen/2002 adalah 0,1 mg/l	Rasio
3	Oksigen Terlarut (DO)	Kadar Oksigen O ₂ terlarut pada air sumur bor dilakukan dengan uji laboratorium		Uji laboratorium DO Meter	Kepmen LH (DO) air tidak tercemar 2ppm	Rasio
3	Derajat Keasaman (pH)			Water test kid	KLMNH kadar pH antara 7-8,5	Rasio
4	Multiple Tray Aerator	Suatu metode aerasi dengan desain susunan tray (baki) sebanyak 4 tingkat.			Susunan tray bertingkat sebagai metode kontak air dengan udara	

Tabel 3.1: Definisi Operasional

H. Instrumen Penelitian

1. Bahan dan Alat Yang Digunakan

a. Bahan dan Alat pembuatan cascade aerator

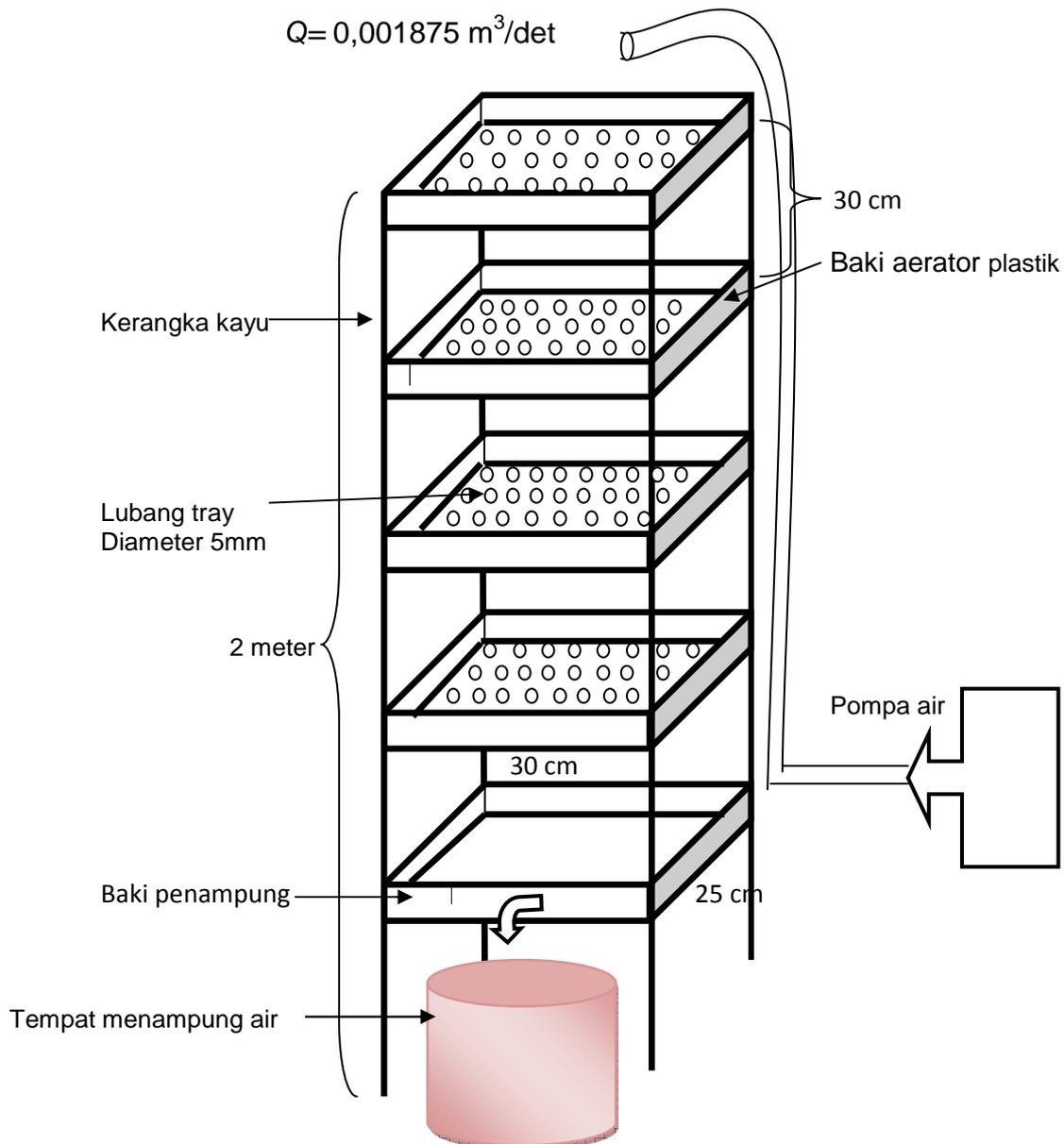
Bahan dan alat yang digunakan dalam pembuatan multiple tray aerator antara lain :

1. Tempat dudukan untuk meletakkan bak yg terbuat dari kayu
2. Baki penampungan 5 buah
3. Selang air
4. Paku

5. Meteran
6. Keran
7. Pipa Pvc 4 inch

2. Desain Tray Aerator

- a. Pertama-tama siapkan tempat untuk penyanggah atau meletakkan bak penampung, dengan jarak 30 cm antar rak dengan kerangka dari bahan kayu.
- b. Tempat dudukan saluran air tersebut di buat 5 (lima) tingkatan dengan ketinggian total 200 cm.
- c. Siapkan baki sebagai tray dengan ukuran 25x30 cm dan beri lubang-lubang dengan diameter 5 mm dengan jarak antara lubang 3 cm, pada bagian dasar bak penampung 1, 2, 3, dan 4 untuk mengalirnya air, sedangkan bak ke-5 diberi keran untuk menyalurkan ke penampungan air.
- d. Setelah tempat dudukan saluran air jadi, tempatkan saluran air pada tray aerator pertama dan siap untuk dialirkan.
- e. Operasi aerasi dengan sistem ini, dilakukan dengan memompa air dari sumur ke aerator kemudian dilalirkan pada bagian paling atas dari aerator kemudian akan dialirkan ke penampungan air, dan akan di ambil sampel untuk mengukur oksigen terlarut, pH, besi (Fe) dan mangan (Mn)



Gambar : Desain kombinasi Tray aerator

4. Tahap Pengolahan/Eksperimen

a. Tahapan Dengan Tray Aerator

1. Air sumur gali yang telah diperiksa kadar besinya di pompa dan dipersiapkan di lokasi pemeriksaan
2. Tingkat Tray yang telah disusun dengan 5 tingkat dan dialirkan air dari atas tingkat pertama hingga mengalir ke tingkat berikutnya.

3. Air sumur bor yang keluar dari keran atau selang diukur kadar besi (Fe), Mangan, pH, dan oksigen terlarut.
4. Kemudian air sumur dipompa dengan debit air $0,015 \text{ m}^3/\text{det}$ melewati bak aerator bertingkat lalu menuju bak penampung air diperiksa diukur kadar besi (Fe), Mangan, pH, dan oksigen terlarut di laboratorium.
5. Uji kadar besi (Fe) menggunakan spektrofotometri serapan atom (SSA) SNI 06-6989.4-2004. Dan uji Mangan (Mn) dengan SNI 06-6989.5-2004.
6. Pengambilan sampel air dilakukan sebanyak 2 (dua) kali sebelum dan sesudah perlakuan pada masing-masing sumur menggunakan botol plastik.
7. Pengawetan sampel parameter kimia dilakukan dengan mendinginkan sampel pada suhu $4^{\circ}\text{C} - 2^{\circ}\text{C}$ dan menutup rapat wadah sampel sehingga tidak ada pengaruh udara luar.

I. Teknik Analisis Data

Pemasukan data dan analisa statistik dilakukan secara komputerisasi dengan menggunakan perangkat lunak pengolah statistik. Uji yang dilakukan terlebih dahulu yaitu uji normalitas data, uji ini untuk mengetahui apakah data tersebut normal atau tidak. Apabila data tersebut normal, maka dilanjutkan dengan Uji T paired test. Uji T peired test merupakan uji untuk mengetahui perbedaan rata-rata data sebelum dan sesudah. Apabila data tersebut tidak normal, maka uji yang digunakan yaitu Uji Wilcoxon. Uji Wilcoxon digunakan untuk menganalisis dua data berpasangan apakah berbeda atau tidak.

1. Membandingkan nilai sebelum dan sesudah penyaringan air sumur bor dengan menggunakan metode bak aerator bertingkat di Kelurahan sambutan Rt.17 menggunakan uji statistik Uji T Dependen dengan tingkat derajat kesalahannya $\alpha=0,05$

H_0 :Tidak ada pengaruh bak aerator bertingkat terhadap peningkatan oksigen terlarut, pH, penurunan kadar besi (Fe), dan mangan (Mn) pada air sumur bor di Kelurahan Sambutan RT. 17

H_a : Ada pengaruh bak aerator bertingkat terhadap peningkatan oksigen terlarut (DO), pH, penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air sumur bor di Kelurahan Bontang Sambutan RT. 17.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Rukaesi. 2004. Kimia Lingkungan. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta
- Badriani, Ririn Indah. 2012 “Desain Modifikasi Tray Aerator Dalam Menurunkan Kadar Besi Air Tanah Berskala Rumah Tangga”. Jember : Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Jember
- Arifin. 2007. Tinjauan dan Evaluasi Proses Kimia (Koagulasi, Netralisasi, Desinfeksi) di Instalasi Pengolahan Air Minum Cikokol, Tangerang. Tangerang : PT. Tirta Kencana Cahaya Mandiri.
- Chandra, Dr. Budiman. 2007. Pengantar Kesehatan Lingkungan. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran.
- Departemen Kesehatan RI. Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 907/MenKes/SK/VII/2002. Persyaratan Kualitas Air Minum. Jakarta: Departemen Kesehatan RI, 2002.
- Departemen Kesehatan RI. Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MenKes/Per/IX/1990. Persyaratan Kualitas Air Bersih. Jakarta: Departemen Kesehatan RI, 1990.
- Dinas Kesehatan Kota Samarinda. Data Kualitas Kimia Sumur di Samarinda. 2012
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Cetakan Kelima. Yogyakarta : Kanisius.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.
- Ghani, 2010, Mangan, [online] <http://bilangapax.blogspot.com/2011/02/mangan.html>, [13 Mei 2013].
- Hadi, Anwar. 2007. Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan Gramedia Pustaka Utama : Jakarta
- Jusoh, Ahmad bin. Et. al. 2005. Study on the Removal of Iron and Manganese in Groundwater by Granular Activated Carbon. Santa Margherita – Italia : Elsevier.
- Kusnaedi, MM. 2010. Mengolah Air Kotor untuk Air Minum. Penebar Swadaya : Bandung.
- Kementerian Lingkungan Hidup, 2004, Pengendalian Pencemaran Air, Jakarta
- Kordi, K. 2004. Penanggulangan Hama dan Penyakit Ikan. PT Rineka Cipta dan PT Bina Aksara. Jakarta.

- Kusnaedi. 1995. Mengolah air gambut dan air kotor untuk air minum. Penebar Swadaya. Jakarta
- [KLH] Kementrian Lingkungan Hidup. 2004. Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta : Kementrian Lingkungan Hidup.
- [KLH] Kementerian Lingkungan Hidup. 2004. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta: KLH.
- Lestari, Ika Ayu, Andik Setiyono. 2012. "Perbedaan Kandungan Mangan (Mn) Dalam Air Sumur Gali Berdasarkan Syarat Fisik Sumur Gali Di Dusun Karang Sari Desa Karangnunggal Kecamatan Karangnunggal Kabupaten Tasikmalaya" Tasikmalaya : Kesehatan masyarakat Universitas Siliwangi
- Masduqi, Ali dan E. Apriliani.2008. Estimation of Surabaya River Water Quality Using Kalman Filter Algoritm.IPTEK.The Journal For Technology And Science.Vol 19 Agustus Surabaya ITS.
- Notoatmodjo, Soekidjo. 2002. Metodologi Penelitian Kesehatan. Rineka Cipta:Jakarta.
- Puspitasari. S.T. 2006, Studi Literatur Aerasi Untuk Pengolahan Air Minum, Tugas Akhir, Surabaya:Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Purwanto, Siti Hani, Istiqomah, Ganefati SP. 2005. Pengolahan Air Minum Sumur Gali Untuk Rumah Tangga secara Aerasi, Filtrasi dan Desinfeksi. Yogyakarta: Teknik Lingkungan Politeknik Kesehatan
- Rahayu, Tuti. 2004. Karakteristik Air Sumur Dangkal Di Wilayah Kartasura Dan Upaya Penjernihannya. Surakarta : FKIP – Universitas Muhammadiyah.
- Ririn, Endah Badriani. 2012. Desain Modifikasi Tray Aerator Dalam Menurunkan Kadar Besi Air Tanah Berskala Rumah Tangga. Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik - Sistem : Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Jember
- Rumapea, Nurmida. 2009. Penggunaan Kitosan dan Polyaluminium Chlorida (PAC) Untuk Menurunkan Kadar Logam Besi (Fe) dan Seng (Zn) Dalam Air Gambut. Medan : Pascasarjana – USU.
- Saifudin, M. Ridwan, Dwi Astuti. 2007. "Kombinasi Media Filter Untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe)". Surakarta : Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah
- Said, Nusa Idaman. 2005. Metode penghilangan zat besi dan mangan di dalam penyediaan air minum domestik nusa idaman said 2005
- Said, Nusa Idaman. 2003. Metoda Praktis penghilangan Zat besi dan Mangan Di Dalam Air Minum. Jakarta : Kelair – BPPT

- Said, N.S dan Wahjono, H.D. 1999. Pembuatan Filter Untuk Menghilangkan Zat Besi dan Mangan Di Dalam Air. Jakarta : BPPT
- Saifudin, M.R. dkk. 2004. Efektivitas Kombinasi Filter Pasir-Zeolit, Pasir-Karbon Aktif dan Zeolit-Karbon Aktif Terhadap Penurunan Kadar Mangan (Mn) Di Desa Danyung Kecamatan Grogol Kabupaten Sukoharjo Tahun 2004. Di Dalam Jurnal Infokes Vol 8 No.1 Maret – September 2004.
- Sanropi. 2010. “Membran Kitosan Padat Dari Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*) dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Ion Mangan (II) dan Besi (II)”. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Setiadi, Tjandra http://siakad.untirta.ac.id/portal/module/e_materi/fil_upload/245600250310Diktat_Kuliah_TK-2206_SU-I_Pengolahan_dan_Penyediaan_Air.pdf
- Slamet, Susanto ,Christina Ningsih. 2009. manajemen Aset Berbasis Risiko Pada Perusahaan Air Minum
- Sutrisno dan Suciastuti. 1987. Teknologi Penyediaan Air Bersih. Jakarta: Rineka Cipta.
- Pahlevi, M.R. 2009. Analisis Kadar (Fe) dan Mangan Dari Air Gambut Setelah Dijernihkan Dengan Penambahan Tulang Ayam. Medan : Pascasarjana – Universitas Sumatera Utara (USU).
- Parulian, Alwin. 2009. Monitoring dan Analisis Kadar Aluminium (Al) dan Besi (Fe) Pada Pengolahan Air Minum PDAM Tirtanadi Sunggal. Medan: Pascasarjana – Universitas Sumatera Utara (USU).
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 Tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air
- Said. 2003. ”Makalah Lokakarya Pengelolaan Limbah Cair Rumah Sakit”. Jakarta. Tchobanoglous. 1991. Wastewater Engineering”. 3rd ed. New York : Mc Graw Hill International.
- Said, Nusa Idaman (2008).:”Teknologi pengolahan air minum : Teknologi pengolahan air gambut
- Siregar, M. 2009. Pengaruh Berat Molekul Kitosan Nanopartikel Untuk Menurunkan Kadar Logam Besi (Fe) dan Zat Warna Pada Limbah Industri Tekstil Jeans. Medan : Pascasarjana – Universitas Sumatera Utara.
- Wardhana, Wisnu Aria, 1995, Dampak Pencemaran Lingkungan, Penerbit Andi Offset Jogjakarta, Jogjakarta.
- Wardhana WA. 1995. Dampak Pencemaran Lingkungan. Yogyakarta : Penerbit Andi Offset Jogjakarta.

Warlina L. 2004. Pencemaran air : sumber, dampak, dan penanggulangannya.
(Makalah pribadi). Bogor : Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.

Oktiawan, W dan Krisbiantoro. 2007. Efektifitas Penurunan Fe²⁺ Dengan Unit sederhana." BPPT Press

Masduqi, Ali. 2011. Unit Aerasi; Disain dan Karakteristik Operasi Aerator

LAMPIRAN GAMBAR



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Gambaran Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Kelurahan Sambutan yang terletak di Kecamatan Sambutan yang merupakan salah satu daerah di Samarinda yang tidak terlalu padat penduduk, khususnya di Pelita 6 RT. 17 Kelurahan Sambutan. Jumlah kepala keluarga RT 17 adalah 46 KK dengan kepemilikan sumber air. 17 sumur gali dan 25 sumur bor, Kelurahan Sambutan memiliki kondisi geografis yang berbukit-bukit dan berlembah dengan cukup banyak lahan hijau yang masih merupakan daerah pembangunan dan pertambangan. Dengan keadaan geografis yang demikian, menyebabkan pemukiman daerah Sambutan kesulitan memperoleh kebutuhan air bersih dari PDAM. Walaupun distribusi air PDAM telah mencapai daerah pelosok Sambutan, namun dalam intensitas aliran air dari PDAM masih jarang mengalir dan terkadang air yang dialirkan tidak cukup bersih. Oleh karena itu masyarakat daerah Sambutan khususnya daerah RT. 17 harus menggunakan sumber air lain yaitu sumur. Dalam hal ini masyarakat lebih banyak menggunakan air sumur bor yang cenderung memiliki cadangan air yang banyak untuk memenuhi kebutuhan air bersih disamping sumber air PDAM.

2. Karakteristik Sumur Bor

Keberadaan sumur bor di RT 17 cukup menjadi kebutuhan penting masyarakat setempat. Sehingga sehari-hari masyarakat pasti menggunakan air sumur bor untuk kebutuhan sehari-hari seperti mandi, cuci, kakus, dan mencuci makanan dan juga sebagian untuk air minum. Sebagai sumber air utama setelah PDAM, maka kondisi kualitas air sumur bor haruslah sehat dan layak untuk digunakan sesuai standar air bersih. Kualitas air sumur bor di RT. 17 dapat dikatakan tidak memenuhi standar air bersih. Karena memiliki kandungan besi (Fe) yang melebihi ambang

batas dan derajat keasaman rendah. Keadaan sumur warga RT 17 cukup berdekatan antara sumur bor satu dan yang lainnya dengan kondisi tanah dan demografi yang sama maka kandungan zat-zat kimia dan parameter lainnya pada sumur bor tidak jauh berbeda pada setiap sumur oksigen terlarut yang cukup sedikit, dan beberapa sumur mengalami kekeruhan akibat endapan partikel dari dalam tanah yang larut di air.

3. Analisis Penggunaan Multiple Tray Aerator

Aerator yang dapat digunakan dalam menurunkan kadar besi air tanah adalah cascade aerator, tray aerator, forced draft aerator dan lain-lain. Faktor yang harus diperhatikan dalam penurunan kadar besi dengan aerasi adalah besarnya konsentrasi oksigen yang diperlukan untuk oksidasi besi (Benefield, 1982) dan konsentrasi jenuh oksigen terlarut yang tersedia dalam air (Popel, 1974). Dengan kata lain kedua faktor tersebut yang berpengaruh dalam penentuan jumlah tray dan cascade pada aerator. Begitu pula pada modifikasi tray aerator.

Kandungan besi (Fe), Mangan, pH rendah akan selalu di jumpai pada air alami khususnya air tanah dengan kadar oksigen yang rendah seperti pada air tanah dan pada daerah danau yang tanpa udara. keberadaan besi (Fe), mangan (Fe) dapat dihilangkan dan meningkatkan pH dan oksigen terlarut dari dalam air dengan melakukan oksidasi menjadi $\text{Fe}(\text{OH})_3$ yang tidak larut dalam air. Proses oksidasi dilakukan dengan menggunakan udara biasa di sebut aerasi yaitu dengan cara mengkontakkan udara pada air.

Aerasi merupakan proses penjernihan dengan cara membuat kontak oksigen dengan kandungan zat kimia dalam air. Dengan diisikannya oksigen ke dalam air maka zat-zat seperti karbon dioksida serta hidrogen sulfida dan metana yang mempengaruhi rasa dan bau dari air dapat dikurangi atau dihilangkan. Selain itu partikel mineral yang terlarut dalam air seperti besi dan mangan akan teroksidasi dan secara cepat akan membentuk lapisan endapan yang dapat dihilangkan melalui proses sedimentasi atau filtrasi.

Metode Aerasi Yang Digunakan adalah metode Multiple Tray aerator, yaitu aerator yang terdiri 5 penampang atau tray yang susunannya sangat sederhana dan tidak mahal serta memerlukan ruang yang kecil. Dasar penampang dilubangi dengan diameter 5 mm pada jarak 3 cm menembus deretan 4 penampang yang berlubang-lubang, dan 1 penampang sebagai penampungan air terakhir. dari sini percikan-percikan air turun kebawah dengan kecepatan 0,02 m³/detik. Tray dibangun bersusun ke atas antara dengan 5 susun tray dengan jarak antara tray 30 cm dan ketinggian total 2 meter . Adapun tujuan aerasi untuk penambahan jumlah oksigen, penurunan jumlah karbon dioksida (CO₂), menghilangkan hidrogen sulfida (H₂S), Methan (CH₄) dan berbagai senyawa-senyawa organik yang bersifat volatile (menguap) yang berkaitan untuk rasa dan bau

Aerasi secara luas telah digunakan untuk pengolahan air yang mempunyai kandungan jumlah besi dan mangan terlalu tinggi Multiple tray aerator terdiri dari suatu rangkaian baki yang disusun seperti rak (tray) dan dilubangi pada bagian dasarnya. Air dialirkan dari suatu puncak tertentu berupa air terjun kecil yang kemudian didistribusikan secara merata pada masing-masing bidang tray. Air kemudian dikumpulkan pada suatu bak

dibagian dasarnya (collecting pans).. Tetesan kecil menyebar dan dikumpulkan kembali pada setiap nampan (*tray*) berikutnya. Untuk penyebaran air yang lebih halus. Untuk setiap tahap percikan air antara nampan (*tray*) satu dengan nampan (*tray*) berikutnya terjadi reaksi antara besi dalam air dengan udara yang ada disekitarnya.

4. Analisis Data

a. Analisis Univariat

1. Kandungan Mangan (Mn)

Berikut adalah distribusi hasil kandungan mangan (Mn) pada air sumur bor berdasarkan hasil uji T-paired. Kandungan mangan (Mn) diuji laboratorium sebelum dan sesudah perlakuan multiple tray aerator pada keempat sampel. Adapun hasil pengukuran sebagai berikut.

Tabel 4.1 Distribusi Frekuensi Kandungan Mangan (Mn) Pada Air Sumur bor di RT 17 Kelurahan Sambutan

No	Kandungan mangan (Mn)	Standar baku mutu (mg/l)	Sebelum Perlakuan (mg/l)	Setelah perlakuan (mg/l)	Persentase penurunan (%)
1	Sumur A	0.1	-	-	
2	Sumur B		-	-	
3	Sumur C		0.007	0.004	57
4	Sumur D		-	-	

Tabel 4.1 menunjukkan kadar kandungan mangan (Mn) pada ke empat sampel sumur bor. Pada sumur A, B dan D kadar mangan (Mn) sangat rendah dan tidak terbaca oleh alat spektrofotometri.

Sedangkan pada sumur C terdapat kandungan mangan sebesar 0,007 mg/l sebelum perlakuan. Dan mengalami penurunan menjadi 0.004 mg/l setelah perlakuan. Penurunan kandungan mangan pada sumur C sebesar 57,1% dengan p-value $0,391 > \alpha=0.05$

2. Kandungan Besi (Fe)

Berikut adalah distribusi hasil kandungan besi (Fe) pada air sumur bor berdasarkan hasil uji T-paired. Kandungan besi (Fe) diuji laboratorium sebelum dan sesudah perlakuan multiple tray aerator pada keempat sampel. Adapun hasil pengukuran sebagai berikut.

Tabel 4.2 Distribusi Frekuensi Kandungan Besi (Fe) Pada Air Sumur bor di RT 17 Kelurahan Sambutan

No	Kandungan Besi (Fe)	Standar baku mutu (mg/l)	Sebelum Perlakuan (mg/l)	Setelah perlakuan (mg/l)	Persentase penurunan (%)
1	Sumur A	0,3	1,5	0,5	67
2	Sumur B		3,1	2,4	23
3	Sumur C		3,2	1,7	47
4	Sumur D		1,5	0,5	67

Tabel 4.2 menunjukkan kandungan besi (Fe) pada air sumur bor. Pada sumur A kandungan besi (Fe) sebesar 1,5 mg/l sebelum perlakuan dan mengalami penurunan menjadi 0,5 mg/l setelah perlakuan dengan persentase penurunan 67%. Sumur B kandungan besi (Fe) sebesar 3,1 mg/l sebelum perlakuan dan mengalami penurunan menjadi 2,4 mg/l setelah perlakuan dengan persentase 23%. Sumur C kandungan besi (Fe) sebesar 3,2 mg/l sebelum

perlakuan dan mengalami penurunan menjadi 1,7 mg/l setelah perlakuan dengan persentase 47%. sumur D kandungan besi (Fe) sebesar 1,5 mg/l sebelum perlakuan dan mengalami penurunan menjadi 0,5 mg/l setelah perlakuan dengan persentase 67%. Nilai p-value $0.008 < \alpha = 0,05$

3. Kandungan Oksigen Terlarut (DO)

Berikut adalah distribusi hasil kandungan oksigen terlarut (DO) pada air sumur bor berdasarkan hasil uji T-paired. Kandungan oksigen terlarut (DO) hasil uji laboratorium sebelum dan sesudah perlakuan multiple tray aerator pada keempat sampel. Adapun hasil pengukuran sebagai berikut.

Tabel 4.2 Distribusi Frekuensi Kandungan Oksigen Terlarut (DO)

Pada Air Sumur bor di RT 17 Kelurahan Sambutan

No	Kandungan oksigen terlarut (DO)	Standar baku mutu (ppm)	Sebelum Perlakuan (ppm)	Setelah perlakuan (ppm)	Persentase penurunan (%)
1	Sumur A	2 ppm	0,20	2,45	92
2	Sumur B		1,56	2,53	39%
3	Sumur C		1,46	2.56	43%
4	Sumur D		0.75	2.06	72%

Tabel diatas menunjukkan kadar kandungan oksigen terlarut (DO) pada air sumur bor. Pada sumur A kandungan oksigen terlarut (DO) sebesar 0.20 ppm sebelum perlakuan dan mengalami peningkatan menjadi 2,45 ppm setelah perlakuan dengan persentase 92%. Sumur B kandungan oksigen terlarut (DO) sebesar 1,56 ppm sebelum perlakuan

dan mengalami peningkatan menjadi 2,53 ppm setelah perlakuan dengan persentase 39%. Sumur C kandungan oksigen terlarut (DO) sebesar 2,46 ppm sebelum perlakuan dan mengalami peningkatan menjadi 2,56 ppm setelah perlakuan dengan persentase 43%. sumur D kandungan oksigen terlarut (DO) sebesar 0,75 ppm sebelum perlakuan dan mengalami peningkatan menjadi 2,06 ppm setelah perlakuan dengan persentase 72%. Dan nilai p-value $0.009 < \alpha = 0.05$.

4. Kandungan pH (derajat keasaman)

Berikut adalah distribusi hasil kandungan pH pada air sumur bor berdasarkan hasil uji T-paired. Kandungan pH hasil uji laboratorium sebelum dan sesudah perlakuan multiple tray aerator pada keempat sampel. Adapun hasil pengukuran sebagai berikut.

Tabel 4.2 Distribusi Frekuensi Kandungan pH Pada Air Sumur bor di RT 17 Kelurahan Sambutan

No	Kandungan pH	Standar baku mutu	Sebelum Perlakuan	Setelah perlakuan	Persentase penurunan
1	Sumur A	7 - 8,5	7,4	7,9	7%
2	Sumur B		7,0	7,5	7%
3	Sumur C		6,0	7,1	16%
4	Sumur D		6,0	7,0	15%

Tabel diatas menunjukkan kadar kandungan pH pada ke empat sampel air sumur bor. Pada sumur A kandungan oksigen pH sebesar 7,4 sebelum perlakuan dan mengalami peningkatan menjadi 7,9 setelah perlakuan dengan persentase 7%. Sumur B kandungan pH sebesar 7,0 sebelum perlakuan dan

mengalami peningkatan menjadi 7.5 setelah perlakuan dengan persentase 7%. Sumur C kandungan pH sebesar 6.0 sebelum perlakuan dan mengalami peningkatan menjadi 7,1 setelah perlakuan dengan persentase 16%. Sumur D kandungan pH sebesar 6,0 sebelum perlakuan dan mengalami peningkatan menjadi 7,0 setelah perlakuan dengan persentase 16%. Dengan $p\text{-value } 0.017 < \alpha = 0.05$.

b. Analisis Data Bivariat

1. Distribusi Rata-Rata Hasil Pretest Dan Posttest Kandungan Mangan Dengan Perlakuan Multiple Tray Aerator Di Kelurahan Sambutan.

Perbandingan nilai rata-rata Kandungan mangan (Mn) pada ke empat sampel air sumur bor saat pretest dan posttest dilakukan dengan uji statistik T-paired test dengan tingkat kepercayaan 95%. Perbandingan rata-rata disajikan dalam tabel berikut ini:

Tabel 4.8 Distribusi Rata-rata Penurunan Kandungan Mangan (Mn) Air Sumur Bor Menurut Hasil Pre-test Dan Post-test

No	Variabel	Mean	P-value (sig 2-tailed)
1	Kandungan mangan pretest	0.00175	0.391
2	Kandungan mangan posttest	0.00100	

Nilai rata-rata kandungan mangan (Mn) pada saat pretest adalah 0.00175 dan nilai rata-rata hasil posttest setelah dilakukan perlakuan adalah 0.00100 Pada taraf kepercayaan 95% dan $\alpha = 0.05$ pada uji T-

independent Sample T-test. penurunan kandungan mangan (Mn). Hasil uji statistik didapatkan nilai $p = 0,391$ maka $\alpha = 5\%$ terlihat tidak ada pengaruh yang signifikan nilai kandungan mangan (Mn) pada air sumur bor di RT 17 Kelurahan Sambutan sebelum dan sesudah perlakuan dengan multiple tray aerator dengan diperoleh nilai $p\text{-value } 0,391 > \alpha = 0.05$.

2. Distribusi Rata-Rata Hasil Pretest Dan Posttest Kandungan Besi (Fe) Dengan Perlakuan Multiple Tray Aerator di Kelurahan Sambutan.

Perbandingan nilai rata-rata Kandungan besi (Fe) pada ke empat sampel air sumur bor saat pretest dan posttest dilakukan dengan uji statistik T-paired test dengan tingkat kepercayaan 95%. Perbandingan rata-rata disajikan dalam tabel berikut ini:

Tabel 4.8 Distribusi Rata-rata Penurunan Kandungan Besi (Fe) Air Sumur Bor Menurut Hasil Pre-test Dan Post-test

No	Variabel	Mean	P-value (sig-2 tailed)
1	Kandungan besi (Fe) pretest	2.3250	0.008
2	Kandungan besi (Fe) posttest	1.2750	

Nilai rata-rata kandungan besi (Fe) pada saat pretest adalah 2.3250 dan nilai rata-rata hasil posttest setelah dilakukan perlakuan adalah 1.2750. Pada taraf kepercayaan 95% dan $\alpha = 0.05$ pada uji T-independent Sample T-test. Hasil uji statistik didapatkan nilai $p = 0,0008$ maka $\alpha = 5\%$ terlihat ada pengaruh yang signifikan nilai kandungan besi (Fe) pada air sumur bor di

RT 17 Kelurahan Sambutan sebelum dan sesudah perlakuan dengan multiple tray aerator dengan diperoleh nilai p.value $0,0008 > \alpha 0.05$.

3. Distribusi Rata-Rata Hasil Pretest Dan Posttest Kandungan Oksigen Terlarut (DO) Dengan Perlakuan Multiple Tray Aerator Di Kelurahan Sambutan.

Perbandingan nilai rata-rata kandungan oksigen terlarut (DO) pada ke empat sampel air sumur bor saat pretest dan posttest dilakukan dengan uji statistik T-paired test dengan tingkat kepercayaan 95%.

Perbandingan rata-rata disajikan dalam tabel berikut ini:

Tabel 4.8 Distribusi Rata-rata Penurunan Kandungan Oksigen (DO) Air Sumur Bor Menurut Hasil Pre-test Dan Post-test

No	Variabel	Mean	P-value (sig-2 tailed)
1	Kandungan oksigen terlarut (DO) pretest	0.6900	0.009
2	Kandungan oksigen terlarut (DO) posttest	2.4000	

Nilai rata-rata kandungan oksigen terlarut (DO) pada saat pretest adalah 0.6900 dan nilai rata-rata hasil posttest setelah dilakukan perlakuan adalah 2.4000 Pada taraf kepercayaan 95% dan $\alpha = 0.05$ pada uji T-independent Sample T-test. Hasil uji statistik didapatkan nilai $p = 0,009$ maka $\alpha = 5\%$ terlihat ada pengaruh nilai kandungan oksigen terlarut (DO) pada air sumur bor di RT 17 Kelurahan Sambutan sebelum dan sesudah perlakuan dengan multiple tray aerator dengan diperoleh nilai p.value $0,009 > \alpha 0.05$.

4. Distribusi Rata-Rata Pengaruh Hasil Pretest Dan Posttest Kandungan pH Dengan Perlakuan Multiple Tray Aerator Di Kelurahan Sambutan.

Perbandingan nilai rata-rata kandungan derajat keasaman pH pada ke empat sampel air sumur bor saat pretest dan posttest dilakukan dengan uji statistik T-paired test dengan tingkat kepercayaan 95%.

Perbandingan rata-rata disajikan dalam tabel berikut ini:

Tabel 4.8 Distribusi Rata-rata Peningkatan Kandungan pH Air Sumur Bor Menurut Hasil Pre-test Dan Post-test

No	Variabel	Mean	P-value (sig-2 tailed)
1	Kandungan pH pretest	6.6000	0.017
2	Kandungan pH posttest	7.3750	

Nilai rata-rata kandungan pH pada saat pretest adalah 6.6000 dan nilai rata-rata hasil posttest setelah dilakukan perlakuan adalah 7.3750 Pada taraf kepercayaan 95% dan $\alpha = 0.05$ pada uji T-independent Sample T-test. Hasil uji statistik didapatkan nilai $p = 0,017$ maka $\alpha = 5\%$ terlihat ada pengaruh nilai kandungan pH pada air sumur bor di RT 17 Kelurahan Sambutan sebelum dan sesudah perlakuan dengan multiple tray aerator dengan diperoleh nilai $p.value 0,017 > \alpha 0.05$.

B. PEMBAHASAN

1. Penurunan Kandungan Mangan (Mn) Dengan Multiple Tray Aerator

Hasil pemeriksaan di laboratorium diketahui Kandungan Mangan (Mn) sebelum aerasi pada keempat sampel air sumur bor di RT 17 kelurahan sambutan sangat rendah, dari keempat sampel tiga sampel sumur memiliki kandungan mangan <0.001 dan hanya 1 sampel sumur yang kandungan mangan tertinggi hanya sebesar 0,007 mg/l. setelah proses aerasi kandungan mangan penurunan yang sebesar 0.004 mg/l dengan persentase 57%. Kandungan Mangan (Mn) dalam air sumur bor Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian air sumur bor yang ada di RT 17 aman dan memenuhi syarat kualitas air bersih Permenkes No. 416/MENKES/PER/ IX/1990 bahwa kadar Mangan maksimum yang diperbolehkan yaitu 0,1 mg/l.

Said (2005) melakukan aerasi dan khlorisasi dengan penurunan kandungan besi dari 2,94mg/l sampai 0.02 mg/l. Penelitian Winda (2003) studi penurunan Mangan (Mn) menggunakan cascade aerator dan Rapid Sand Filter pada air sumur gali dengan variasi konsentrasi Mn 2,00 mg/l. Penyisihan Mangan (Mn) paling tinggi pada cascade aerator 97,1% untuk Mn pada 5 mg/l sampel buatan menggunakan zeolit untuk air sumur gali 93,5% penurunan Mn.

Perlakuan metode aerasi dengan multiple tray aerator bertujuan untuk oksidasi mangan (Mn) sehingga kandungan mangan (Mn) menjadi terikat dengan oksigen dan tidak terlarut dalam air. Penurunan kadar mangan (Mn) setelah aerasi dengan multiple tray aerator dilakukan dengan mengalirkan air dari tray utama menuju tray berikutnya dengan satu kali aliran hingga tray penampung. sehingga memaksimalkan kontak air dengan udara dan menimbulkan reaksi

mangan (Mn) dengan oksigen. Kandungan mangan pada air sumur bor dapat diturunkan dengan perlakuan multiple tray aerator namun untuk kadar mangan melebihi ambang batas maka diperlukan waktu kontak yang lebih lama agar menghasilkan penurunan yang lebih optimal. Kadar Mangan (Mn) di lingkungan meningkat sejalan dengan meningkatnya aktivitas manusia dan industri, Mangan yang bersumber dari aktivitas manusia dapat masuk ke lingkungan air, tanah, udara dan lingkungan misalnya penambangan manga. Namun untuk daerah sambutan tidak ada aktifitas penambangan mangan oleh karena itu untuk kadar mangan dari sebagian besar sumur masih dalam batas yang aman.

Hasil penurunan kandungan mangan (Mn) setelah perlakuan dari hasil di atas menunjukkan bahwa penurunan kandungan mangan (Mn) berdasarkan hasil perhitungan spss dengan uji T-independent Sample T-test didapatkan bahwa p value (sig 2 tailed) 0.391 lebih besar dari $\alpha=0,05$ dengan derajat kepercayaan 95%. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa H_a ditolak: tidak Ada Pengaruh multiple tray aerator terhadap penurunan kandungan mangan (Mn) sebelum dan setelah perlakuan.

2. Penurunan Kandungan Besi (Fe) dengan Multiple Tray Aerator

Dari hasil pemeriksaan kandungan besi pada keempat sampel air sumur bor di RT. 17 berada di atas ambang batas berkisar antara 1,5 mg/l sampai dengan 3,2 mg/l. kelarutan besi (Fe) dalam air sumur bor di

RT. 17 dapat dipengaruhi oleh korosi pipa besi di dalam saluran sumur bor dan juga kelarutan besi (Fe) dari dalam lapisan tanah karena semakin dalam air yang meresap ke dalam tanah semakin tinggi juga kelarutan besi karbonat dalam air tersebut sehingga besi terlarut dalam sumber air sumur bor. Kadar besi (Fe) pada air sumur bor ini telah melebihi standar air bersih yang ditetapkan yaitu 0,3 mg/l.

Perlakuan metode aerasi dengan multiple tray aerator bertujuan untuk oksidasi besi (Fe) dengan oksigen sehingga kandungan besi (Fe) menjadi terikat dengan oksigen dan tidak terlarut dalam air. Penurunan kadar besi setelah aerasi dengan multiple tray aerator dilakukan dengan mengalirkan air dari tray utama menuju tray berikutnya dengan satu kali aliran hingga tray penampung. Dengan luas diameter lubang tray 5mm dengan tujuan agar air yang melewati lubang tray menjadi lebih sedikit. Dengan kecilnya aliran air melewati lubang tray maka akan air akan lebih banyak kontak dengan udara.

Jenis aerasi yang digunakan adalah tray aerator bertingkat karena penggunaan aerasi dengan tray aerator bertingkat dapat menambahkan oksigen terlarut lebih banyak dalam air dan tray aerator memiliki efisiensi penyisihan CO_2 lebih dari 90%. dan jarak antara kelima tray setinggi 30 cm. sehingga memaksimalkan kontak air dengan udara dan menimbulkan reaksi besi (Fe) dengan oksigen.

Penelitian Winda (2003) studi penurunan besi (Fe) menggunakan cascade aerator dan Rapid Sand Filter pada air sumur gali dengan konsentrasi Fe 1,16 mg/l. Penyisihan besi (Fe) paling tinggi pada cascade aerator 39,4% untuk Fe pada 5 mg/l sampel buatan

menggunakan zeolit untuk air sumur gali 91,1% untuk Fe. Rahayu (2010) Penurunan yang efektif atau yang tertinggi didapatkan pada penggunaan pertama yaitu sebesar 0,40 mg/l (91,69%) dengan menggunakan arang tempurung kelapa. Said (2005) melakukan aerasi dan khlorisasi dengan penurunan kandungan besi dari 10.06 mg/l sampai 0.14 mg/l.

Kandungan besi di alam banyak dijumpai pada lapisan bawah tanah. Menurut Kawamura (2000) kandungan besi dalam air tanah dapat mencapai 10 mg/l pada air beralkalinitas rendah. Unsur besi di dalam air pada konsentrasi tinggi dapat menyebabkan gangguan estetika yaitu air berwarna merah kekuningan serta menimbulkan noda pada peralatan dan bahan-bahan yang berwarna putih. Air tersebut tidak layak minum karena menimbulkan rasa yang tidak nyaman.

Dalam Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907/KepMen/2002, konsentrasi besi maksimum yang dianjurkan dalam air minum adalah 0,3 mg/l dan Mn 0.1 mg/l. Unsur Mn mempunyai sifat-sifat yang sangat mirip dengan besi

Kandungan besi mengalami penurunan paling signifikan pada sumur A dan D sebesar 67% dan kadar besi terendah setelah perlakuan adalah 0.5 mg/l. Dengan adanya kontak dengan udara kadar besi akan terikat dan teroksidasi sehingga kadar besi pada air setelah perlakuan berkurang dalam waktu yang singkat. Dengan waktu kontak lebih lama maka akan didapatkan penurunan kadar besi (Fe) yang lebih optimal sehingga memenuhi syarat batas aman air bersih dari Permenkes yaitu 0,3 mg/l.

Kandungan parameter kimia air yang melebihi standar yang ditentukan akan menimbulkan gangguan, baik gangguan terhadap kesehatan, gangguan teknis, ekonomis dan estetika. Adanya kandungan besi terlarut yang melebihi standart dapat menimbulkan gangguan yang berupa rasa tidak enak pada air minum, air berwarna kuning keruh dan berbau amis. Sehingga perlu diturunkan dengan aerasi.

Hasil penurunan kandungan besi (Fe) setelah perlakuan cukup signifikan dari hasil di atas menunjukkan bahwa penurunan kandungan besi (Fe) berdasarkan hasil perhitungan spss dengan uji T-independent Sample T-test didapatkan bahwa p value (sig 2 tailed) 0.008 lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ dengan derajat kepercayaan 95%. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa H_a diterima: Ada Pengaruh multiple tray aerator terhadap penurunan kandungan besi (Fe) sebelum dan setelah perlakuan.

3. Peningkatan Kadar pH Dengan Multiple Tray Aerator

Dari hasil pemeriksaan pH pada keempat sampel air sumur bor di RT. 17 derajat keasaman (pH) rerata berkisar antara 6,0-7,4 dengan rerata 6,6. pH ini tidak sesuai dengan kriteria yang ditetapkan oleh KMNLH yakni 7,0-8,5. Kadar pH pada air sumur bor di RT. 17 dapat dipengaruhi oleh suasana oleh karena itu perlu dilakukan perlakuan agar keasaman air sumur menurun. Asam akibat tingginya kadar besi pada air sumur bor. perlakuan metode aerasi dengan muliple tray aerator bertujuan untuk meningkatkan pH pada air sumur bor.

Peningkatan pH setelah aerasi dengan multiple tray aerator dilakukan dengan mengalirkan air dari tray utama menuju tray berikutnya dengan satu kali aliran hingga tray penampung.. sehingga memaksimalkan kontak air dengan udara dan menimbulkan reaksi ikatan air dengan oksigen dan menurunkan kadar asam pada air.

Derajat keasaman ini (pH) sangat penting sebagai parameter kualitas air karena pH mengontrol tipe kandungan keasaman dan kondisi di dalam air. Selain itu kebutuhan makhluk hidup akan air bersih sangat penting. Dengan pengukuran pH pada air maka akan dapat diketahui apakah air tersebut sesuai atau tidak untuk memenuhi kehidupan air bersih sehari-hari mereka. Fluktuasi pH air sangat ditentukan oleh alkalinitas air tersebut. Apabila alkalinitasnya tinggi maka air tersebut akan mudah mengembalikan pH-nya ke nilai semula normal. Dengan demikian kondisi pH yang asam perlu diturunkan agar kualitas air tanah menjadi baik dan nyaman untuk digunakan. Penggunaan metode aerasi khususnya dengan multiple tray aerator akan dapat meningkatkan pH dari asam ke pH normal dengan adanya penambahan oksigen ke dalam air sehingga akan menurunkan kadar derajat keasaman pH pada air..

Berdasarkan persyaratan kualitas air bersih menurut Permenkes No.416/MENKES/PER/IX/1990 pH yang diperbolehkan berkisar antara 6.5 – 9.0 Hasil peningkatan pH setelah perlakuan cukup signifikan dari hasil di atas menunjukkan bahwa penurunan kandungan pH berdasarkan hasil perhitungan spss dengan uji T-independent Sample T-test didapatkan bahwa p value (sig 2 tailed) 0.017 lebih kecil dari $\alpha=$

0,05 dengan derajat kepercayaan 95%. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa H_0 diterima: Ada Pengaruh multiple tray aerator terhadap peningkatan pH sebelum dan setelah perlakuan.

4. Peningkatan Oksigen Terlarut (DO) Dengan Multiple Tray Aerator

Dari hasil pemeriksaan kandungan besi pada keempat sampel air sumur bor di RT. 17 berada di atas ambang batas berkisar antara 1,5 mg/l sampai dengan 3,2 mg/l. Dari hasil pemeriksaan oksigen terlarut pada keempat sampel air sumur bor di RT. 17 kadar oksigen terlarut (DO) rerata berkisar antara 0,20-2,46 ppm dengan rerata 1,24 ppm. Kandungan oksigen terlarut (DO) minimum adalah 2 ppm dalam keadaan normal dan tidak tercemar oleh senyawa beracun (toksik). Kandungan oksigen terlarut minimum ini sudah cukup mendukung kehidupan organisme. Kadar pH pada air sumur bor di RT. 17 dapat dipengaruhi oleh suasana oleh karena itu perlu dilakukan perlakuan agar keasaman air sumur menurun.

Penelitian Al-Ahmady (2005) menggunakan diffuser aerator. Hasil penelitian bahwa kedalaman air dan luas area permukaan pada diffuser berpengaruh signifikan. Nilai kapasitas transfer oksigen (OC) dan efisiensi (E) berada dalam rentang dari 18-170gr/m³ dan 2-17 gr/ m. Suarni (2012) Nilai konsentrasi oksigen terlarut (C) mengalami peningkatan dari 5,9 mg/L menjadi 6,39 mg/L selama waktu percobaan (4 menit).

Metode multiple tray aerator meningkatkan terjadinya proses transfer gas secara difusi selama aerasi, sesuai dengan pernyataan

Benefield (1980) bahwa terjadi difusi antara udara dan air saat butiran air jatuh dari lubang-lubang tray. Rendahnya kadar oksigen terlarut pada air sumur bor disebabkan karena tidak adanya kontak air dengan oksigen bebas di udara.. Perlakuan metode aerasi dengan multiple tray aerator bertujuan untuk meningkatkan volume oksigen terlarut pada air sumur bor. Peningkatan oksigen terlarut setelah aerasi dengan multiple tray aerator cukup signifikan dari hasil perhitungan spss dengan uji T-independent Sample T-test didapatkan bahwa p value (sig 2 tailed) 0.009 lebih kecil dari $\alpha=0,05$ dengan derajat kepercayaan 95%. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa H_a diterima: Ada Pengaruh multiple tray aerator terhadap peningkatan oksigen terlarut sebelum dan setelah perlakuan.

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh penggunaan metode bak aerator bertingkat (multiple tray aerator) dalam penurunan kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) serta peningkatan kadar oksigen terlarut (DO) dan pH (derajat keasaman) pada air sumur bor di RT.17 Kelurahan Sambutan, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Ada pengaruh multiple tray aerator terhadap penurunan kandungan besi pada air sumur bor sebelum dan setelah perlakuan di RT 17 Kelurahan Sambutan. (Hasil Uji T-independent Sample T-test diperoleh nilai p value $0.008 < \alpha 0.05$)
2. Tidak ada pengaruh multiple tray aerator terhadap penurunan kandungan mangan (Mn) pada air sumur bor sebelum dan setelah perlakuan. (Hasil Uji T-independent Sample T-test diperoleh nilai p value $0.391 > \alpha 0.05$)
3. Ada pengaruh multiple tray aerator terhadap peningkatan oksigen terlarut (DO) pada air sumur sebelum dan setelah perlakuan. (Hasil Uji T-independent Sample T-test diperoleh nilai p value $0.009 < \alpha 0.05$)
4. Ada pengaruh multiple tray aerator terhadap peningkatan derajat kesaman pH pada air sumur sebelum dan setelah perlakuan. (Hasil Uji T-independent Sample T-test diperoleh nilai p value $0.017 < \alpha 0.05$)

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah dijelaskan sebelumnya, maka saran yang diajukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Perlunya perhatian dari pihak pejabat desa atau kelurahan untuk dapat memantau kebutuhan air bersih masyarakat sambutan.
2. Perlunya pelaporan dan perhatian dari pihak perusahaan air minum agar distribusi air dapat berjalan lancar.
3. Adanya sosialisasi dari pihak ketua RT kepada warga untuk dapat menggunakan alat aerasi untuk meningkatkan kualitas air sumur bor di kelurahan sambutan.

Lampiran Hasil Uji T

Hasil Uji T Paired Test Parameter Besi (Fe), Mangan (Mn),
pH dan Oksigen Terlarut (DO)

Paired Samples Test oksigen terlarut (DO)

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	sebelum_perlakuan - setelah_perlakuan	-1.71000	.57277	.28639	-2.62141	-.79859	-5.971	3	.009

Paired Samples Test Besi (Fe)

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	sebelum_perlakuan - setelah_perlakuan	1.05000	.33166	.16583	.52225	1.57775	6.332	3	.008

Paired Samples Test kadar pH

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	sebelum_perlakuan - sesudah_perlakuan	-.77500	.32016	.16008	-1.28444	-.26556	-4.841	3	.017

Paired Samples Test Mangan (Mn)

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	sebelum_perlakuan - setelah_perlakuan	.000750	.001500	.000750	-.001637	.003137	1.000	3	.391

LAMPIRAN GAMBAR







