

PERBEDAAN VARIASI WAKTU KONTAK *BUBBLE AERATOR* TERHADAP PENURUNAN KADAR MANGAN (Mn) PADA AIR MINUM DI PT. X

Baharudin Lutfi, Teguh Budi Prijanto, Dindin Wahyudin, Elanda Fikri

Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Bandung
E-mail: baharudinluthfi98@gmail.com

ABSTRAK

Air bersih adalah air yang dapat digunakan untuk keperluan minum setelah proses pengolahan yang tepat. juga dapat digunakan untuk keperluan sehari - hari. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui efektivitas dari *bubble aerator* dalam menurunkan kadar mangan pada air minum di PT. X dengan menggunakan variasi waktu kontak *bubble aerator* 65 menit, 70 menit, dan 75 menit. Jenis penelitian ini adalah *pretest - posttest without control* dengan menggunakan variasi waktu kontak *bubble aerator* 65 menit, 70 menit, dan 75 menit terhadap penurunan kadar mangan pada air minum yang dilaksanakan di PT. X. Teknik pengambilan sampel yang digunakan yaitu *grab sampling*, Hasil penurunan kadar mangan pada air minum dengan variasi waktu kontak *bubble aerator* 65 menit dapat menurunkan rata - rata 0,40 mg/L dengan persentase 57%, variasi waktu kontak *bubble aerator* 70 menit dapat menurunkan rata - rata 0,52 mg/L dengan persentase 73%, dan variasi waktu kontak *bubble aerator* 75 menit dapat menurunkan rata - rata 0,61 mg/L dengan persentase 86%. Saran dalam penelitian yaitu kepada pihak industri untuk menambahkan pengolahan pada air minum menggunakan metode aerasi dengan *bubble aerator* untuk menurunkan kadar mangan (Mn) pada air minum dengan waktu kontak 75 menit supaya kadar mangan air minum dibawah standar baku mutu.

Kata Kunci: Mangan, *Bubble Aerator*, Variasi Waktu Kontak

ABSTRACT

Clean water is water that can be used for drinking purposes after the proper treatment process. It can also be used for daily purposes. The purpose of this study is to determine the effectiveness of bubble aerator in reducing manganese levels in drinking water at PT. X by using variations of bubble aerator contact time of 65 minutes, 70 minutes, and 75 minutes. This type of study is a pretest - posttest without control using variations in bubble aerator contact time of 65 minutes, 70 minutes, and 75 minutes on the reduction of manganese levels in drinking water carried out at PT. X. The sampling technique used is grab sampling, the results of reducing manganese levels in drinking water with variations in bubble aerator contact time 65 minutes can reduce an average of 0.40 mg/L with a percentage of 57%, a 70-minute bubble aerator contact time variation can reduce an average of 0.52 mg/L with a percentage of 73%, and a 75-minute bubble aerator contact time variation can reduce an average of 0.61 mg/L with a percentage of 86%. The suggestion in the study is to the industry to add treatment to drinking water using the aeration method with a bubble aerator to reduce the manganese (Mn) level in drinking water with a contact time of 75 minutes so that the manganese level of drinking water is below the quality standard.

Keyword: Manganese, *Bubble Aerator*, Variation In Contact Time

PENDAHULUAN

Air merupakan aspek paling penting dalam kehidupan karena setiap makhluk hidup di dunia ini memerlukan air. Air yang bersih menjadi salah satu kebutuhan pokok manusia, dimana air bersih itu dimanfaatkan untuk keperluan domestik maupun keperluan non domestik. Air bersih digunakan untuk keperluan domestik digunakan dalam kehidupan sehari - hari seperti untuk toilet, mencuci peralatan makan dan pakaian, serta penyiraman tanaman. Air bersih untuk kebutuhan non domestik dimanfaatkan untuk kebutuhan perkantoran, kebutuhan industri dan kebutuhan fasilitas umum (Damayanti, 2018). Air bersih adalah air yang setelah melalui proses pengolahan yang tepat dapat digunakan untuk minum. Air yang memenuhi standar air bersih untuk digunakan sebagai air minum juga dapat digunakan untuk kebutuhan sehari - hari. Standar ini mencakup kualitas air secara fisik, kimia, biologi, dan radiologis sehingga aman untuk dikonsumsi tanpa adanya efek samping.

Dampak dari pencemaran logam berat sangatlah serius, karena dapat menyebabkan kematian massal biota perairan, gangguan pada ekosistem, dan berpotensi meracuni manusia yang mengonsumsi biota tersebut. Oleh karena itu, sangat penting sekali untuk mengambil suatu tindakan preventif dan restoratif yang tepat guna mengatasi masalah ini, termasuk pengelolaan limbah yang lebih baik, pengawasan ketat terhadap aktivitas manusia di sekitar perairan, dan upaya restorasi ekosistem yang tercemar (Indra S, 2020).

Ketika jumlah mangan di dalam air melebihi standar baku mutu, itu dapat menyebabkan efek yang merugikan bagi manusia, seperti menimbulkan rasa dan bau logam yang amis pada air minum, membuat pakaian berwarna putih menjadi berwarna kecoklatan, dan dampak untuk Kesehatan. Kelebihan konsentrasi mangan dalam tubuh manusia dapat mengakibatkan terjadinya kondisi yang dikenal sebagai "*manganism*" yang merupakan suatu penyakit neurodegeneratif dengan gejala serupa dengan

penyakit parkinson. Selain itu, kelebihan mangan juga dapat menyebabkan gangguan pada sistem tulang, seperti osteoporosis, serta mempengaruhi kesehatan kardiovaskular, hati, reproduksi, dan perkembangan mental. Selain itu, kadar mangan yang berlebihan juga dapat menjadi pemicu serangan epilepsi (Firra, 2016).

PT. X bergerak di bidang tekstil dalam pertununan, perajutan, pencelupan dan penyempurnaan kain, yang mempunyai karyawan sebanyak 300 orang. Penyediaan air minum di PT. X ini berasal dari sumur artesis dengan kedalaman ± 100 m, air bersih yang berasal dari air sumur di alirkan ke proses pengolahan air sebelum di distribusikan. Air minum yang digunakan di PT. X berasal dari air bersih dan hanya melakukan pengolahan sederhana yaitu dipanaskan. Air minum ini digunakan untuk keperluan minum pegawai, dan staf yang ada di PT. X. Berdasarkan hasil uji laboratorium yang dilakukan terhadap air minum di PT. X pada tanggal 18 maret 2024, didapatkan hasil pemeriksaan kadar mangan (Mn) pada sampel air minum yaitu 0,72 mg/L. Menurut Permenkes No 2 Tahun 2023 yang seharusnya kadar mangan pada air minum tidak lebih dari 0,1 mg/L.

Pengendalian kadar mangan didalam air minum dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya adalah metode aerasi. Metode aerasi adalah proses pengenalan udara ke dalam air untuk mengoksidasi senyawa mangan yang terlarut menjadi endapan yang dapat diendapkan atau difiltrasi. Proses aerasi memanfaatkan oksigen dalam udara untuk mengoksidasi senyawa mangan, sehingga senyawa tersebut dapat dihilangkan atau diendapkan yang tidak memenuhi syarat (Betariana, 2018).

Fokus utama dari proses aerasi adalah transfer gas oksigen atau penambahan oksigen ke dalam air. Berbagai faktor yang mempengaruhi proses ini termasuk suhu, kejenuhan oksigen, karakteristik air, dan turbulensi air. Ada beberapa jenis aerator yang biasa digunakan untuk pengolahan air minum. Ini termasuk *cascade aerator*, *sumberged aerator*, *waterfall aerator*, *spray aerator*, *bubble aerator* dan *multiple tray aerator*. *Bubble aerator* digunakan untuk menambah konsentrasi permukaan kontak antara dua medium (air dan udara) untuk menaikkan konsentrasi oksigen yang terlarut di dalam air (Zairinayati, 2019).

Hasil penelitian sebelumnya oleh nugraha (2023) penelitian sebelumnya menggunakan variabel waktu 15 menit, 30 menit, 60 menit dengan volume 6 liter, dengan dilakukan proses aerasi dengan waktu kontak 15 menit terjadi penurunan kadar sebesar 31,1%, pada waktu kontak 30 menit terjadi penurunan rata - rata sebesar 32,8%, pada waktu kontak 60 menit terjadi penurunan sebesar 46,8%. Peneliti sebelumnya menyarankan kepada peneliti selanjutnya, meningkatkan debit udara dan waktu kontak aerasi karena penggunaan *bubble aerator* dapat menurunkan konsentrasi mangan terlarut pada air. Akibatnya, Fe²⁺ dan Mn²⁺ yang terlarut diubah menjadi

Fe³⁺ dan Mn⁴⁺ yang tak larut dalam air. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui efektivitas *bubble aerator* dalam menurunkan kadar mangan pada air minum di PT. X dengan menggunakan variasi waktu kontak 65 menit, 70 menit, dan 75 menit.

TINJAUAN PUSTAKA

Air adalah suatu zat cair yang tidak mempunyai rasa, bau dan warna, dan terdiri dari hidrogen dan oksigen dengan rumus kimia H₂O. Karena air mempunyai sifat yang hampir bisa digunakan untuk apa saja, maka air merupakan zat yang paling penting bagi semua bentuk kehidupan (tumbuhan, hewan, dan manusia) sampai saat ini selain matahari yang merupakan sumber energi. Air dapat berupa air tawar dan air asin (air laut) yang merupakan bagian terbesar dari bumi ini. Di dalam lingkungan alam proses, perubahan wujud, gerakan aliran air (di permukaan tanah, di dalam tanah, dan di udara) dan jenis air mengikuti suatu siklus keseimbangan dan dikenal dengan istilah siklus hidrologi (Syarief, 2016).

Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum". Air minum yang dikonsumsi oleh manusia, dapat diolah dengan berbagai macam cara. Ada yang mengkonsumsi air dengan memasaknya terlebih dahulu. Ada yang lebih memilih untuk membeli air minum dalam kemasan yang sudah memiliki standar nasional indonesia agar lebih aman, adapula yang membeli air produksi di Depot Air Minum (DAM).

Salah satu cara untuk menghilangkan zat besi dan mangan dalam air yakni dengan oksidasi dengan udara atau aerasi ada beberapa jenis aerator yang biasa digunakan untuk pengolahan air minum antara lain *cascade aerator*, *multiple plat form aerator*, *spray aerator*, *bubble aerator* dan *multiple tray aerator*. Aerasi adalah memaksimalkan kontak antara air dengan udara yang bertujuan menambah oksigen, sehingga semakin bertambahnya waktu injeksi udara ke dalam air baku akan semakin memaksimalkan terjadinya kontak air dengan udara sehingga oksigen terlarut akan semakin banyak. Aerasi merupakan salah satu proses dari transfer gas yang lebih dikhususkan transfer oksigen dari fase gas ke fase cair fungsi utama aerasi dalam pengolahan air adalah melarutkan oksigen ke dalam air untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air dan melepaskan kandungan gas - gas yang terlarut dalam air, serta membantu pengadukan air. *Bubble aerator* jumlah udara yang diperlukan untuk *aerasi bubble* (aerasi gelembung udara) tidak banyak, tidak lebih dari 0,3 - 0,5 m³ udara/m³ air dan volume ini dengan mudah bisa dinaikan melalui suatu penyedotan udara. Udara disemprotkan melalui dasar dari air yang akan diaerasi.

Mangan merupakan salah satu mineral yang digunakan oleh beberapa orang untuk membantu mencegah keropos tulang dan mengurangi gejala yang mengganggu terkait

dengan sindrom pramenstruasi (PMS) *Methylcyclopentadienyl* mangan *tricarboonyl* digunakan sebagai adiktif dalam bensin bebas timbel bensin untuk meningkatkan oktan dan mengurangi ketukan mesin. Mangan dalam senyawa organologam yang tidak biasa ini adalah dalam bilangan oksidasi (Mohd, E. H. A. 1991).

METODOLOGI PENELITIAN

Desain dari penelitian ini adalah *pretest - posttest without control* dengan menggunakan variasi waktu kontak *bubble aerator*, yaitu 65 menit, 70 menit, dan 75 menit terhadap penurunan kadar mangan pada air minum yang dilaksanakan di PT. X. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penelitian *eksperimen*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penggunaan variasi waktu kontak *bubble aerator*, yaitu 65 menit, 70 menit, dan 75 menit terhadap penurunan kadar mangan pada air minum yang dilaksanakan di PT. X.

Populasi dari penelitian ini yaitu air minum yang berada di kantin PT. X. Sedangkan sampel yang digunakan dalam penelitian ini dari sebagian badan air yang berada di PT. X. Besar sampel yang diambil dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan banyaknya perlakuan dan pengulangan yang dilakukan. Perlakuan yang dilakukan dalam penelitian ini sebanyak (3) kali perlakuan dan (6) kali pengulangan dan banyak nya sampel yaitu 36 sampel.

Instrumen pengumpul data yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa tabel pengukuran yang difungsikan untuk mencatat hasil pengujian dan analisis terhadap konsentrasi mangan (Mn) pada air minum sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan. Dalam penelitian ini, berikut metode yang digunakan untuk mengumpulkan data :

1. Melakukan penelitian berupa pemeriksaan kadar mangan (Mn) pada air minum sebelum dilakukan perlakuan (dikontakan dengan *bubble aerator*) dengan perbedaan waktu kontak (65 menit, 70 menit, 75 menit).
2. Melakukan pemeriksaan menggunakan spektrofometer serapan atom (SAA) untuk membaca hasil uji air yang sudah melalui proses aerasi dengan variasi waktu kontak yang berbeda (65 menit, 70 menit,75 menit).
3. Analisis Univariat
 Analisis univariat yang dilakukan dalam penelitian ini adalah variabel bebas yaitu proses aerasi air minum dengan variasi waktu kontak 65 menit, 70 menit, 75 menit.

Dan variabel terikat berupa air minum yang mengandung kadar mangan di PT. X.

4. Analisis Bivariat

Analisis bivariat yang dilakukan dalam penelitian digunakan untuk mengetahui efektifitas dari variasi waktu kontak 65 menit, 70 menit, 75 menit terhadap penurunan kadar mangan pada air minum di PT. X.

5. Uji Normalitas Data
6. Uji Homogenitas
7. Uji *One-Way Anova*
8. Uji *Post Hoc*

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data hasil penelitian didapatkan hasil pengukuran suhu, pH, TDS, salinitas, *dissolved oxygen* dan kadar mangan (Mn) sebelum dan sesudah dilakukan aerasi menggunakan *bubble aerator* dengan waktu kontak 65 menit, 70 menit, dan 75 menit. Pemeriksaan sampel kualitas kimia parameter mangan (Mn) pada air minum dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Jawa Barat.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Pada Suhu Air Minum

Pengulangan	Suhu Air Minum (°C)					
	65 Menit		70 Menit		75 Menit	
	<i>Pret est</i>	<i>Post est</i>	<i>Pret est</i>	<i>Post est</i>	<i>Pret est</i>	<i>Post est</i>
1	26,5	26,5	26,5	26,4	26,3	26,2
2	26,5	26,5	26,8	26,6	26,4	26,3
3	26,6	26,5	26,9	26,7	26,3	26,1
4	26,7	26,5	26,8	26,4	26,2	26,1
5	26,7	26,4	27	26,8	26,1	26
6	26,8	26,7	26,9	26,6	26	26
Rata - rata	26,6	26,5	26,8	26,6	26,2	26,1
Minimum	26,5	26,4	26,5	26,4	26	26
Maksimum	26,8	26,7	27,0	26,8	26,4	26,3

Berdasarkan **Tabel 1** diketahui hasil pengukuran suhu air minum sebelum diberi perlakuan (*pretest*) dan sesudah di beri perlakuan (*posttest*) menggunakan *bubble aerator* dengan variasi waktu kontak *bubble aerator* 65 menit, 70 menit, 75 menit. Data menunjukkan bahwa hasil rentang pengukuran suhu sebelum diberi perlakuan (*pretest*) dengan waktu kontak *bubble aerator* 65 menit adalah 26,5 – 26,8°C, untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 70 menit adalah 26,5 – 27°C, dan untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 75 menit adalah 26 – 26,4°C. Pada hasil rentang pengukuran suhu air minum setelah diberikan perlakuan (*posttest*) untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 65 menit adalah 26,4 – 26,7°C, untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 70 menit adalah 26,4 – 26,8°C, dan untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 75 menit adalah 26 – 26,3°C.

Tabel 2. Hasil Pengukuran pH Pada Air Minum

Pengula ngan	pH Air Minum					
	65 Menit		70 Menit		75 Menit	
	<i>Pret est</i>	<i>Post est</i>	<i>Pret est</i>	<i>Post est</i>	<i>Pret est</i>	<i>Post est</i>
1	7,7	7,6	7,7	7,5	7,5	7,3
2	7,7	7,6	7,5	7,3	7,6	7,5
3	7,6	7,6	7,8	7,5	7,7	7,6
4	7,7	7,5	7,6	7,3	7,5	7,4
5	7,6	7,4	7,8	7,5	7,6	7,3
6	7,6	7,4	7,5	7,2	7,8	7,5
Rata - rata	7,6	7,5	7,7	7,4	7,6	7,4
Minimu m	7,6	7,4	7,5	7,2	7,5	7,3
Maksim um	7,7	7,6	7,8	7,5	7,8	7,6

Berdasarkan **Tabel 2** diketahui hasil pengukuran pH air minum sebelum diberi perlakuan (*pretest*) dan sesudah di beri perlakuan (*posttest*) menggunakan *bubble aerator* dengan variasi waktu kontak *bubble aerator* 65 menit, 70 menit, 75 menit. Data menunjukkan bahwa hasil rentang pengukuran pH sebelum diberi perlakuan (*pretest*) dengan waktu kontak *bubble aerator* 65 menit adalah 7,6 – 7,7, untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 70 menit adalah 7,5 – 7,8, dan untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 75 menit adalah 7,5 – 7,8. Pada hasil rentang pengukuran pH air minum setelah diberikan perlakuan (*posttest*) untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 65 menit adalah 7,4 – 7,6, untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 70 menit adalah 7,2 – 7,5, dan untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 75 menit adalah 7,3 – 7,6.

Tabel 3. Hasil Pengukuran TDS Pada Air Minum

Pengula ngan	TDS Air Minum					
	65 Menit		70 Menit		75 Menit	
	<i>Pret est</i>	<i>Post est</i>	<i>Pret est</i>	<i>Post est</i>	<i>Pret est</i>	<i>Post est</i>
1	267	264	268	267	264	262
2	269	267	267	265	265	264
3	268	266	267	266	263	261
4	268	265	268	266	263	263
5	269	266	267	265	265	264
6	267	266	266	264	265	263
Rata - rata	268	266	267	266	264	263
Minimu m	267	264	266	264	263	261
Maksim um	269	267	268	267	265	264

Berdasarkan **Tabel 3** diketahui hasil pengukuran TDS air minum sebelum diberi perlakuan (*pretest*) dan sesudah di beri perlakuan (*posttest*) menggunakan *bubble aerator* dengan variasi waktu kontak *bubble aerator* 65 menit, 70 menit, 75 menit. Data menunjukkan bahwa hasil rentang pengukuran TDS sebelum diberi perlakuan (*pretest*) dengan waktu kontak *bubble aerator* 65 menit adalah 267 – 269 ppm, untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 70 menit adalah 266 – 268 ppm, dan untuk variasi waktu kontak

bubble aerator 75 menit adalah 263 – 265 ppm. Pada hasil rentang pengukuran TDS air minum setelah diberikan perlakuan (*posttest*) untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 65 menit adalah 264 – 267 ppm, untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 70 menit adalah 264 – 267 ppm, dan untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 75 menit adalah 261 – 264 ppm.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Salinitas Pada Air Minum

Pengula ngan	Salinitas Air Minum					
	65 Menit		70 Menit		75 Menit	
	<i>Pret est</i>	<i>Post est</i>	<i>Pret est</i>	<i>Post est</i>	<i>Pret est</i>	<i>Post est</i>
1	463	467	463	464	459	464
2	446	455	443	447	440	444
3	442	445	438	441	440	442
4	456	466	453	459	455	458
5	442	453	440	452	442	449
6	449	456	449	456	451	455
Rata - rata	450	457	448	453	448	452
Minimu m	442	445	438	441	440	442
Maksim um	463	467	463	464	459	464

Berdasarkan **Tabel 4** diketahui hasil pengukuran salinitas air minum sebelum diberi perlakuan (*pretest*) dan sesudah di beri perlakuan (*posttest*) menggunakan *bubble aerator* dengan variasi waktu kontak *bubble aerator* 65 menit, 70 menit, 75 menit. Data menunjukkan bahwa hasil rentang pengukuran salinitas sebelum diberi perlakuan (*pretest*) dengan waktu kontak *bubble aerator* 65 menit adalah 442 – 463 ppm, untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 70 menit adalah 438 – 463 ppm, dan untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 75 menit adalah 440 – 459 ppm. Pada hasil rentang pengukuran salinitas air minum setelah diberikan perlakuan (*posttest*) untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 65 menit adalah 445 – 467 ppm, untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 70 menit adalah 461 – 464 ppm, dan untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 75 menit adalah 442 – 464 ppm.

Tabel 5. Hasil Pengukuran *Dissolved Oxygen* Pada Air Minum

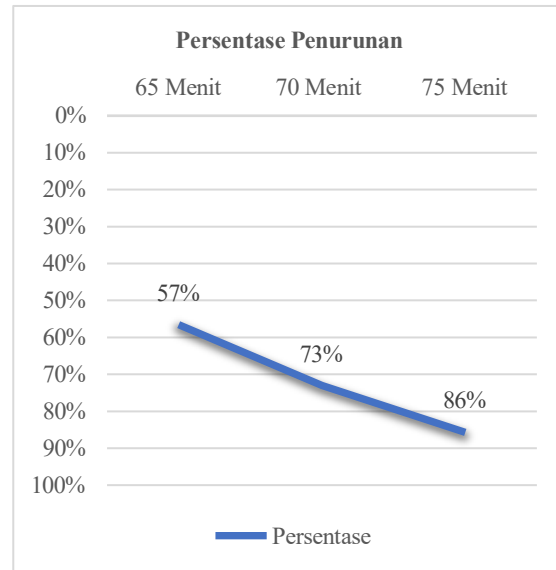
Pengula ngan	<i>Dissolved Oxygen</i> Air Minum					
	65 Menit		70 Menit		75 Menit	
	<i>Pret est</i>	<i>Post est</i>	<i>Pret est</i>	<i>Post est</i>	<i>Pret est</i>	<i>Post est</i>
1	6,5	7,6	6,2	7,4	6,5	7,8
2	6,6	7,5	6,4	7,6	6,7	7,9
3	6,7	7,8	6,3	7,7	6,8	7,9
4	6,4	7,6	6,5	7,6	6,6	7,8
5	6,6	7,7	6,4	7,4	6,7	7,7
6	6,4	7,5	6,4	7,7	6,6	7,8
Rata - rata	6,5	7,6	6,4	7,6	6,7	7,8
Minimu m	6,4	7,5	6,2	7,4	6,5	7,7
Maksim um	6,7	7,8	6,5	7,7	6,8	7,9

Berdasarkan **Tabel 5** diketahui hasil pengukuran *dissolved oxygen* air minum sebelum diberi perlakuan (*pretest*) dan sesudah di beri perlakuan (*posttest*) menggunakan *bubble aerator* dengan variasi waktu kontak *bubble aerator* 65 menit, 70 menit, 75 menit. Data menunjukkan bahwa hasil rentang pengukuran *dissolved oxygen* sebelum diberi perlakuan (*pretest*) dengan waktu kontak *bubble aerator* 65 menit adalah 6,4 – 6,7 mg/L, untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 70 menit adalah 6,2 – 6,5 mg/L, dan untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 75 menit adalah 6,5 – 6,8 mg/L. Pada hasil rentang pengukuran *dissolved oxygen* air minum setelah diberikan perlakuan (*posttest*) untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 65 menit adalah 7,5 – 7,8 mg/L, untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 70 menit adalah 7,4 – 7,7 mg/L, dan untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 75 menit adalah 7,7 – 7,7 mg/L.

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Kadar Mangan (Mn) Pada Air Minum

Pengulangan	Hasil Pemeriksaan Kadar Mangan (Mn) Pada Air Minum					
	65 Menit		70 Menit		75 Menit	
	<i>Pret est</i>	<i>Post est</i>	<i>Pret est</i>	<i>Post est</i>	<i>Pret est</i>	<i>Post est</i>
1	0,71	0,3	0,72	0,2	0,71	0,11
2	0,72	0,29	0,7	0,21	0,72	0,12
3	0,73	0,33	0,71	0,19	0,7	0,1
4	0,72	0,31	0,71	0,19	0,71	0,09
5	0,69	0,32	0,72	0,18	0,71	0,1
6	0,69	0,3	0,71	0,19	0,72	0,09
Rata - rata	0,71	0,31	0,71	0,19	0,71	0,1
Minimum	0,69	0,29	0,7	0,18	0,70	0,09
Maksimum	0,73	0,33	0,72	0,21	0,72	0,12

Berdasarkan **Tabel 6** diketahui hasil pemeriksaan kadar mangan (Mn) air minum sebelum diberi perlakuan (*pretest*) dan sesudah di beri perlakuan (*posttest*) menggunakan *bubble aerator* dengan variasi waktu kontak *bubble aerator* 65 menit, 70 menit, 75 menit. Data menunjukkan bahwa hasil rata – rata pemeriksaan kadar mangan (Mn) sebelum diberi perlakuan (*pretest*) dengan waktu kontak *bubble aerator* 65 menit adalah 0,71 mg/L, untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 70 menit adalah 0,71 mg/L, dan untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 75 menit adalah 0,71 mg/L. Pada hasil rata – rata pemeriksaan kadar mangan (Mn) air minum setelah diberikan perlakuan (*posttest*) untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 65 menit adalah 0,31 mg/L, untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 70 menit adalah 0,19 mg/L, dan untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 75 menit adalah 0,1 mg/L.



Gambar 1 Grafik Rata – Rata Persentase Penurunan Kadar Mangan (Mn) Pada Air Minum

Pada **Gambar 1** hasil penelitian yang telah dilakukan, pada alat *bubble aerator* dengan variasi waktu kontak 65 menit dapat menurunkan rata – rata penurunan kadar mangan (Mn) sebesar 0,40 mg/L. Dengan persentase penurunan sebesar 57 %. Pada alat *bubble aerator* dengan variasi waktu kontak 70 menit dapat menurunkan rata - rata penurunan kadar mangan (Mn) sebesar 0,52 mg/L. Dengan persentase penurunan sebesar 73 %. Dan *bubble aerator* dengan variasi waktu kontak 75 menit dapat menurunkan rata – rata penurunan kadar mangan (Mn) sebesar 0,61 mg/L. Dengan persentase penurunan sebesar 86 %.

Kadar mangan (Mn) pada air minum yang belum memenuhi standar baku mutu di PT. X berasal dari sumur artesis yang pengolahannya belum maksimal. Kelarutan mangan (Mn) dan besi (Fe) meningkat di dalam air tanah dan air permukaan yang terkena sedikit oksigen (Indra, 2020). Kadar mangan (Mn) yang tinggi dalam air yang melebihi standar baku mutu dapat menyebabkan rasa dan bau logam pada air minum ataupun air bersih, membuat pakaian berwarna putih menjadi berwarna kecoklatan, dan dampak untuk Kesehatan. Kelebihan konsentrasi mangan dalam tubuh manusia dapat mengakibatkan terjadinya kondisi yang dikenal sebagai "*manganism*" yang merupakan suatu penyakit neurodegeneratif dengan gejala serupa dengan penyakit parkinson. Selain itu, kelebihan mangan juga dapat menyebabkan gangguan pada sistem tulang, seperti osteoporosis, serta mempengaruhi kesehatan kardiovaskular, hati, reproduksi, dan perkembangan mental. Selain itu, kadar mangan yang berlebihan juga dapat menjadi pemicu serangan epilepsi (Firra, 2016).

Selain itu, dilakukan pengukuran suhu air pada proses aerasi sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) diberikan perlakuan dengan hasil pengukuran suhu berada pada rentang nilai 26 - 27°C. Menurut Wulandari et al. (2019),

temperatur yang baik untuk proses reaksi kimia pada air minum berkisar antara 20 - 30°C maka proses reaksi kimia antara air dengan media aerasi dapat berjalan dengan baik tanpa terganggu oleh variabel suhu air. Pengukuran pH air minum pada proses aerasi sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) diberikan perlakuan diketahui hasil pengukuran berada pada rentang 7,2 - 7,8. Pengukuran TDS air minum pada proses aerasi sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) diberikan perlakuan diketahui hasil pengukuran berada pada rentang 261ppm – 269ppm. Pengukuran salinitas air minum pada proses aerasi sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) diberikan perlakuan diketahui hasil pengukuran berada pada rentang 441ppm – 467ppm. Pengukuran *dissolved oxygen* air minum pada proses aerasi sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) diberikan perlakuan diketahui hasil pengukuran berada pada rentang 6,2 mg/L – 7,9 mg/L. Dimana hasil pengukuran tersebut masih memenuhi persyaratan nilai baku mutu pada air minum menurut PERMENKES RI Nomor 2 Tahun 2023.

Berdasarkan uji normalitas data didapatkan *p value* (sig). Hasil uji normalitas data menggunakan *shapiro-wilk*. Pada variabel variasi waktu kontak *bubble aerator* 65 menit diketahui nilai *p value* adalah 0.926. Pada variabel variasi waktu kontak *bubble aerator* 70 menit diketahui nilai *p value* adalah 0.066. Sedangkan pada variabel variasi waktu kontak *bubble aerator* 75 menit diketahui nilai *p value* adalah 0.110, maka asumsi varians terpenuhi yang berarti hasil uji normalitas data *p value* > α (0.05). Berdasarkan uji homogenitas didapatkan nilai *p value* (sig) 0.605 yang berarti hasil tes uji homogenitas varians mempunyai varians yang sama karena nilai *p value* > α (0.05) maka asumsi varians terpenuhi atau *homogeny*, karena memenuhi persyaratan maka dapat dilanjutkan ke uji *one-way anova*.

Hasil uji *one-way anova* untuk mengurangi kadar mangan dalam air minum. Bahwa ada perbedaan variasi waktu kontak *bubble aerator* terhadap penurunan kadar mangan pada air minum dengan nilai *p value* (0.000) < α (0,05). Untuk mengetahui perbedaan yang signifikan pada penurunan kadar mangan pada air minum berdasarkan perbedaan variasi waktu kontak *bubble aerator*, maka dilakukan uji *post hoc*. Berdasarkan hasil uji *post hoc*, pada variasi waktu kontak *bubble aerator* 65 menit, 70 menit, dan 75 menit didapatkan nilai *p.value* sebesar (0,000) < 0,05 maka pada variasi waktu kontak *bubble aerator* 65 menit, 70 menit, dan 75 menit terdapat nilai yang signifikan.

Hasil penelitian diketahui bahwa kadar mangan sebelum dilakukan perlakuan (*pretest*) dengan variasi waktu kontak *bubble aerator* 75 menit yaitu dengan rata – rata sebesar 0,71 mg/L dan setelah diberikan perlakuan (*posttest*) rata - rata kadar mangan (Mn) pada air minum menjadi sebesar 0,1 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 86%. Hasil tersebut memenuhi syarat dikarenakan kadar mangan (Mn) setelah diberikan perlakuan diketahui tidak melebihi standar mutu yang telah ditetapkan, yaitu 0,1 mg/L. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang

Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di atas, dapat disimpulkan bahwa variasi waktu kontak *bubble aerator* dalam menurunkan kadar mangan (Mn) pada air minum di PT.X adalah sebagai berikut :

1. Kadar mangan (Mn) pada air minum di PT. X sebelum dilakukan pengujian pada alat *bubble aerator* yaitu sebesar 0,72 mg/L.
2. Kadar mangan (Mn) air minum sebelum diberi perlakuan (*pretest*) dengan variasi waktu kontak *bubble aerator* 65 menit rata - rata sebesar 0,71 mg/L, untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 70 menit rata - rata sebesar 0,71 mg/L, dan untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 75 menit rata - rata sebesar 0,71 mg/L. Pada hasil rata - rata pemeriksaan kadar mangan (Mn) air minum setelah diberikan perlakuan (*posttest*) untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 65 menit rata - rata sebesar 0,31 mg/L, untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 70 menit rata - rata sebesar 0,19 mg/L, dan untuk variasi waktu kontak *bubble aerator* 75 menit rata - rata sebesar 0,1 mg/L.
3. Kadar mangan (Mn) pada variasi waktu kontak *bubble aerator* 65 menit terjadi selisih penurunan kadar mangan rata - rata sebesar 0,40 mg/L dengan persentase penurunan 57 %. Pada variasi waktu kontak *bubble aerator* 70 menit terjadi selisih penurunan kadar mangan rata - rata sebesar 0,52 mg/L dengan persentase penurunan 73 %. Dan pada variasi waktu kontak *bubble aerator* 75 menit terjadi selisih penurunan kadar mangan rata – rata sebesar 0,61 mg/L dengan persentase penurunan 86 %.
4. Variasi waktu kontak yang paling efektif dalam menurunkan kadar mangan (Mn) ada pada variasi waktu kontak *bubble aerator* 75 menit yang dapat menghasilkan penurunan rata - rata sebesar 0,61 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 86%.

DAFTAR PUSTAKA

- Awliahasanah, R., Sari, D. N. S. N., Yanti, D., Azrinindita, E. D., Ghassani, D., Maulidia, N. S., & Sulistiyorini, D. (2021). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Kandungan Mangan
- Betariana (2018). Pengaruh Pertambangan Mangan Kliripan Bagi Masyarakat Kulonprogo 1953-1983. *Prodi Ilmu Sejarah*, 3(5), 557-571.
- Damayanti, H.R. (2018). Pemetaan Wilayah Persebaran Fe, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, Pp. 9-29.
- Firaa, R.W. I., & Agung Rachmanto, T. (2016). Peningkatan Efektifitas Aerasi Dengan Menggunakan Micro Bubble Generator (MBG). *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 8(2), 88-97.
- Indra, S., Armid., A., & Takwir, A., (2020). Distribusi Logam Mangan (Mn) Pada Air Laut Permukaan Di Perairan Teluk Staring Sulawesi Tenggara. *Sapa Laut*, 5(1), 89-98.

- Kementerian Kesehatan (2023). Permenkes No. 2. Kemenkes Republik Indonesia, 151 (2), 10-17.
- Mohd, E. H. A. (1991). Portable Water Treatment Plant. Infrastructure, Environment, Water, and People: Proceedings of The 17th WEDC Conference, 6(1), 163-165
- Nugraha, A. (2023). Variasi Waktu Kontak Aerotor Terhadap Penurunan Kadar Mangan (Mn) Pada Air Minum Di Balai Besar Standardisasi Dan Pelayanan Jasa Industri Selulosa. Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Bandung, 75
- Syarif, K. dkk (2011). Definisi Air.
- Zairinayati, Z., & Maftukhah, N.A. (2019). Efektifitas Pengolahan Air BERSih Menggunakan Tray Aerator Dalam Menurunkan Konsentrasi Fe, Mn, pH Pada Air Sumur Gali. Jurnal Aisyiah Medika, 3(1), 19-32.