

Pengaruh Jumlah *Step* pada Aerator *Cascade* terhadap Penyisihan *Organic Matter* dalam Proses Pengolahan Air

Arlini Dyah Radityaningrum^{1*}, Amirul Aziz Ichwan¹, Rachmanu Eko Handriyono¹, dan Taty Alfiah¹

¹Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya; e-mail: dyah@itats.ac.id

ABSTRAK

Pencemaran *organic matter* (OM) pada sungai sebagai sumber air baku berpotensi menimbulkan trihalometana (THM) pada air produksi. Aerasi dengan aerator *cascade* merupakan salah satu proses untuk penyisihan OM dalam air. Penelitian ini dilakukan dengan skala laboratorium menggunakan aerator *cascade* 4 dan 7 *step*. Tujuan penelitian adalah untuk (1) menentukan konsentrasi *Dissolved Oxygen* (DO) dan OM efluen pada aerator *cascade*, (2) menentukan korelasi antara DO dan OM pada penyisihan OM dengan aerator *cascade*, (3) menentukan efisiensi penyisihan OM dalam proses aerasi dengan aerator *cascade*, (4) menentukan pengaruh jumlah *step* pada *cascade* terhadap efisiensi penyisihan OM. Penelitian ini menggunakan sampel artifisial. Standar baku mutu yang digunakan sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Uji korelasi dilakukan dengan *Pearson Correlation*, sedangkan uji pengaruh dilakukan dengan ANOVA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi rata-rata DO yang tertinggi adalah 8,03 mg/L, pada waktu jam ke-2, menggunakan aerator *cascade* 7-*step*. Adapun konsentrasi rata-rata OM yang terendah adalah 7,08 mg/L, yang terjadi pada waktu jam ke-2 menggunakan aerator *cascade* 7-*step*. Uji signifikansi menunjukkan bahwa nilai *Sig.* (2-tailed) antara DO dan OM sebesar $0,000 < 0,05$. Hal ini berarti bahwa terdapat korelasi yang signifikan antara konsentrasi DO dan OM. Efisiensi rata-rata penyisihan OM tertinggi (34%) dihasilkan pada aerator *cascade* 7-*step* pada jam ke-2. Namun, jumlah *step* di *cascade aerator* tidak berpengaruh signifikan dalam efisiensi penyisihan OM pada sampel artifisial (*Sig.* ANOVA $0,879 > 0,05$).

Kata kunci: *Cascade aerator, Dissolved oxygen, Organic matter, Sampel artifisial*

ABSTRACT

Organic matter pollution in rivers which were used as raw water sources has the potential to cause trihalomethane (THM) in produced water. Aeration with a cascade aerator is a process of removing organic matter in water. This study was conducted in laboratory scale using 4 and 7 step cascade aeration. Research aims were to (1) determine concentration of Dissolved Oxygen (DO) in the effluent of cascade aeration, (2) determine concentration of Organic Matter (OM) in the effluent of cascade aeration, (3) determine the correlation between DO and OM on OM removal using a cascade aeration, (4) determine the OM removal efficiency of aeration process using cascade aerator, (5) determine the significance of step number to OM removal efficiency. The research used artificial samples. The correlation test was carried out with *Pearson Correlation*, while significant test was done with ANOVA. The results showed that the highest average DO concentration was 8.03 mg/L at the 2nd hour-time of the 7-step cascade aeration. Meanwhile, the lowest average OM concentration was 7.08 mg/L. This condition occurred in the 2nd hour-time of the 7-step cascade aeration. The significance test showed that the *Sig.* (2-tailed) value between DO and OM was $0.000 < 0.05$. This meant that there was a significant correlation between DO and OM. The highest average OM removal efficiency (34%) was achieved by 7-step cascade aeration at the 2nd hour-time. However, the ANOVA test showed the *Sig.* value of $0.879 > 0.05$. The step number in cascade aerator had no significant effect on the OM removal efficiency in the artificial samples (*Sig.* ANOVA $0,879 > 0,05$).

Keywords: Artificial sample, Cascade aerator, Dissolved oxygen, Organic matter

Citation: Radityaningrum, A.D., Ichwan, A.A., Handriyono, R.E., dan Alfiah, T. (2024). Pengaruh Jumlah *Step* pada Aerator *Cascade* terhadap Penyisihan *Organic Matter* dalam Proses Pengolahan Air. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(4), 845-851, doi:10.14710/jil.22.4.845-851

1. PENDAHULUAN

Organic matter (OM) merupakan salah satu pencemar utama pada air sungai (Utomo *et al.*, 2010).

Tingginya konsentrasi OM pada sungai yang digunakan sebagai sumber air baku, berpotensi terhadap munculnya polutan trihalometana (THM)

dalam air produksi (Tanukusuma, 2017). THM terbentuk akibat reaksi antara OM dalam air baku dengan klor yang umumnya digunakan dalam proses desinfeksi melalui klorinasi pada proses pengolahan air (Tifany, 2019; Tanukusuma, 2017). THM bersifat karsinogenik dan berpotensi pada peningkatan resiko *cardiovascular* (Said, 2007), serta dapat mengakibatkan perubahan genetik (mutagenik) (Susanto *et al.*, 2022).

Salah satu proses penyisihan OM dalam pengolahan air adalah melalui aerasi, baik secara hidrolis maupun mekanis (Istingani *et al.*, 2017; Mardiah, 2019). Aerator *cascade* merupakan salah satu teknologi aerasi yang mampu meningkatkan konsentrasi *Dissolved Oxygen* (DO) hingga 60-80% dalam air (Hartini, 2012). Hal ini dikarenakan aerator *cascade* menghasilkan turbulensi aliran serta waktu kontak air dan udara yang lama (Roy *et al.*, 2022; Laksana *et al.*, 2020).

Penelitian terdahulu menggunakan aerator *cascade* telah dilakukan untuk penyisihan konsentrasi besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam sampel non-artifisial, yaitu air sumur (Hastutiningrum *et al.*, 2015). Penelitian skala laboratorium dengan aerator *cascade* untuk penyisihan OM menggunakan sampel air artifisial belum pernah dilakukan di Indonesia. Sampel artifisial digunakan agar efektifitas kinerja aerator *cascade* dalam penyisihan OM dapat dikaji tanpa adanya pengaruh dari polutan lain. Konsentrasi polutan lain dalam sampel air berpotensi mempengaruhi kinerja penyisihan OM dalam proses aerasi (Hasibuan *et al.*, 2021). Penelitian ini dapat mengisi kesenjangan terkait penelitian aerator *cascade* di Indonesia, yang umumnya masih dilakukan untuk penyisihan Fe dan Mn dalam air sumur (sampel non-artifisial). Selain itu, sebagian besar Instalasi Pengolahan Air (IPA) pada PDAM di Indonesia masih menggunakan proses aerasi, salah satunya dengan aerator *cascade* untuk menyisihkan OM dalam air bakunya. Aerasi umumnya diaplikasikan pada awal proses dalam IPA, agar keberadaan OM dalam air baku tidak mengurangi efektifitas kinerja unit pengolahan selanjutnya dalam IPA (Widyaningrum, 2016). Oleh karenanya, kinerja unit aerasi menjadi penting dalam IPA. Di samping itu, proses penyisihan OM dalam aerator *cascade* perlu untuk diteliti guna mencegah munculnya polutan THM dalam air produksi.

Proses aerasi pada aerator *cascade* dilakukan dengan membentuk *step* vertikal, dimana semakin banyak *step* vertikal, maka kontak air dengan udara semakin luas (Azman *et al.*, 2018). Jumlah *step* dalam *cascade* mempengaruhi kenaikan konsentrasi DO dalam air, koefisien aerasi, serta waktu kontak antara air dan udara (Azman *et al.*, 2018). Nilai konsentrasi DO pada akhir proses aerator *cascade* dapat ditentukan dengan Persamaan (1) berikut:

$$K = \frac{C_e - C_o}{C_s - C_o} \dots\dots\dots (1)$$

Sumber: Mardiah (2019)

dimana:

K = Koefisien aerasi

Cs = Konsentrasi oksigen terlarut jenuh pada suhu operasi (mg/L)

Ce = Konsentrasi oksigen setelah aerasi (mg/L)

Co = Konsentrasi oksigen pada saat awal (mg/L)

Adapun waktu kontak antara air dan udara pada aerator *cascade* dipengaruhi oleh jumlah *step* dan ketinggian terjunan, yang dapat dihitung dengan Persamaan (2) berikut.

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot h \cdot n}{g}} \dots\dots\dots (2)$$

Sumber: Mardiah (2019)

dimana:

t = Waktu kontak

h = Ketinggian *step* pada *cascade*

n = Jumlah *step* pada *cascade*

g = Gravitasi (m/dt²)

Konsentrasi DO mempengaruhi efisiensi proses penyisihan OM dalam air baku, karena konsentrasi oksigen terlarut di air diperlukan dalam proses oksidasi OM (Zulya *et al.*, 2022). Aerasi perlu dilakukan secara optimal pada tahap awal proses pengolahan air untuk mencegah terjadinya reaksi antara OM dengan klor pada proses desinfeksi. Oleh karenanya, proses aerasi harus dilakukan secara efektif, dengan mempertimbangkan faktor yang berpengaruh, salah satunya adalah jumlah *step* aerator *cascade*. Penelitian ini bertujuan untuk (1) menentukan konsentrasi DO efluen pada aerator *cascade* dengan 4 dan 7 *step*, (2) menentukan konsentrasi OM efluen pada aerator *cascade* dengan 4 dan 7 *step*, (3) menentukan korelasi antara DO dan OM pada penyisihan OM dengan aerator *cascade*, (4) menentukan efisiensi penyisihan OM dalam proses aerasi dengan aerator *cascade*, (5) menentukan pengaruh jumlah *step* pada *cascade* terhadap efisiensi penyisihan OM.

2. METODE PENELITIAN

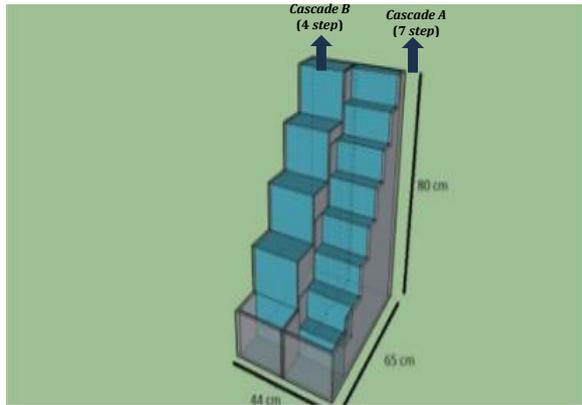
Penelitian ini dilakukan melalui tahapan berikut:

2.1. Pembuatan Sampel Artifisial

Penelitian ini menggunakan sampel artifisial yang dibuat dengan bahan tepung tapioka 450 gr, gula 30 gr, urea 30 gr, dan kalium fosfat 40 gr dalam wadah berkapasitas 20 L. Selanjutnya, bahan dicampur dengan 20 L aquades. Konsentrasi OM dalam sampel artifisial yang dihasilkan adalah 10,656 mg/L. Standar baku mutu konsentrasi OM yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, yaitu 10 mg/L (Kementerian Kesehatan RI, 2010).

2.2. Persiapan Aerator *Cascade*

Penelitian ini menggunakan aerator *cascade* dengan sketsa dalam Gambar 1.



Gambar 1. Sketsa Aerator *Cascade*

Jumlah *step* pada aerator yang digunakan adalah 4 dan 7, dengan ketinggian total aerator adalah 40 cm dan lebar 22 cm. Jumlah *step* yang berbeda menjadikan ketinggian setiap *step* pada masing-masing reaktor berbeda.

2.3. Simulasi Aerator *Cascade* Skala Laboratorium

Sampel artifisial diolah menggunakan aerator *cascade* dengan 4 dan 7 *step* secara *batch*. Parameter uji adalah pH, suhu, konsentrasi DO dan OM. Sampel uji diambil di outlet aerator *cascade* pada jam ke-2 dan ke-4, dengan 3 kali pengulangan. Nilai parameter uji merupakan nilai rata-rata dari 3 pengulangan.

Pengolahan data dilakukan dengan SPSS, menggunakan Uji Statistik Korelasi Bivariat *Pearson* untuk menentukan hubungan antara DO dan OM dalam proses penyisihan OM dengan aerasi. Selain itu, Uji Statistik Anova digunakan untuk menentukan pengaruh jumlah *step* pada aerator *cascade* terhadap tingkat efisiensi penyisihan OM.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

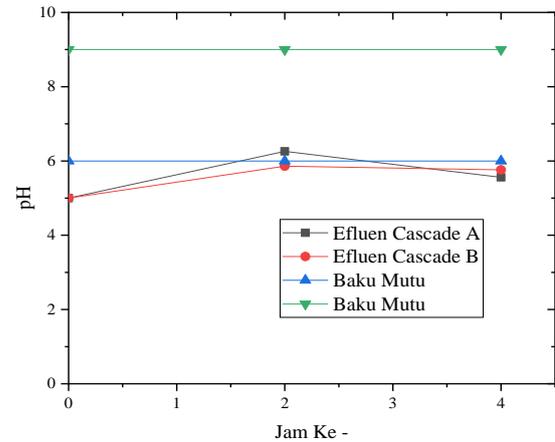
Standar baku mutu parameter uji yang digunakan adalah Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor. 492/MENKES/PER/IV/2010. Hasil pengukuran terhadap parameter uji dan efisiensi penyisihan OM pada sampel setelah proses aerasi di aerator *cascade* adalah sebagai berikut:

3.1. Nilai pH

Nilai pH awal sampel yaitu 5. Gambar 2 adalah hasil pengukuran pH rata-rata air setelah proses aerasi 2 dan 4 jam dengan 3 pengulangan.

Perbedaan nilai pH dari 2 reaktor *cascade* (Gambar 2) ini disebabkan oleh luas bidang *step* pada aerator *cascade*, yang mempengaruhi proses terjadinya transfer oksigen. Selanjutnya, perbedaan konsentrasi oksigen akan mempengaruhi nilai pH sampel pada masing-masing reaktor (Diansari *et al.*, 2022). Penelitian terdahulu menyatakan bahwa apabila pH air mengalami kenaikan, maka laju reaksi oksidasi

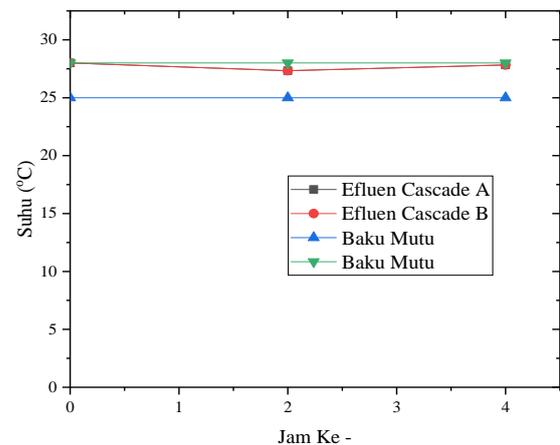
pada proses aerasi akan lebih cepat (Asfiana, 2015). Hal ini menunjukkan bahwa kinetika proses aerasi berlangsung lebih cepat (Asfiana, 2015).



Gambar 2. Grafik Nilai Rata-Rata pH Hasil Pengolahan dengan Aerator *Cascade* A dan B

3.2. Nilai Suhu

Suhu awal sampel adalah 28 °C, sedangkan hasil pengukuran suhu rata-rata sampel setelah proses aerasi pada jam ke-2 dan ke-4 dengan 3 pengulangan ditunjukkan dalam Gambar 3.

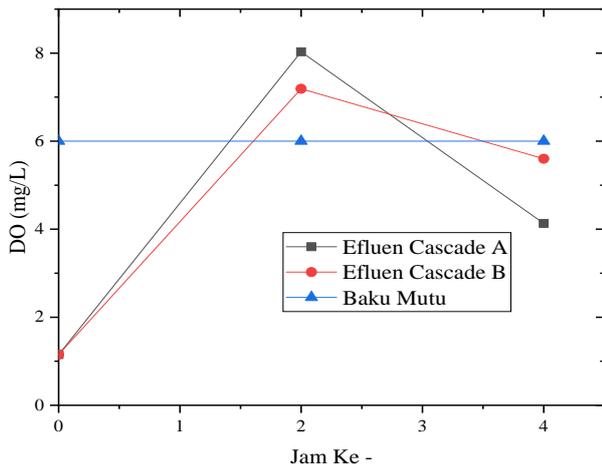


Gambar 3. Grafik Nilai Rata-Rata Suhu Hasil Pengolahan dengan Cascade Aerator A dan B

Gambar 3 menunjukkan bahwa suhu rata-rata sampel di aerator *cascade* A cenderung lebih tinggi daripada di B. Ketinggian terjunan di *cascade* A (4 *step*) lebih tinggi daripada di *cascade* B (7 *step*). Penelitian Azman *et al.* (2018) menunjukkan bahwa tinggi terjunan dalam *cascade* mempengaruhi proses transfer oksigen dan suhu dalam air.

3.3. Konsentrasi DO

Konsentrasi DO awal dalam sampel artifisial adalah 1,15 mg/L. Adapun konsentrasi rata-rata DO setelah proses aerasi 2 dan 4 jam pada masing-masing *cascade* ditunjukkan dalam Gambar 4.

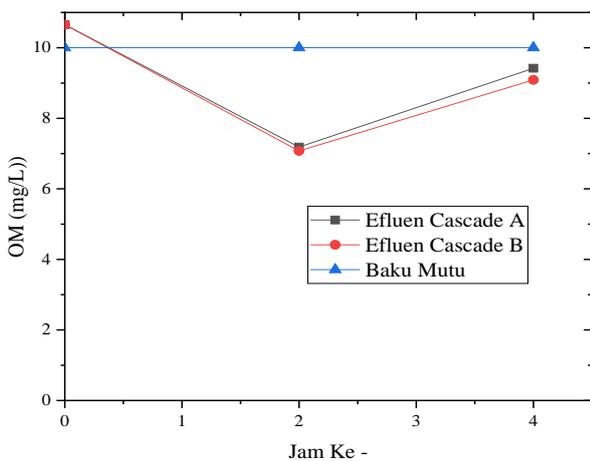


Gambar 4. Grafik Rata-Rata Konsentrasi DO Hasil Pengolahan dengan Aerator Cascade A dan B

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan konsentrasi DO dalam air hasil pengolahan di kedua aerator cascade tersebut. Hal ini dikarenakan perbedaan jumlah step menghasilkan perbedaan luas area aerator, yang diduga mempengaruhi proses transfer oksigen (Diansari *et al.*, 2022; Rachmanto dan Wibisono, 2021). Selain itu, fluktuasi konsentrasi DO dapat disebabkan oleh suhu dalam air. Konsentrasi DO turun dimungkinkan akibat suhu yang tinggi, dan sebaliknya, konsentrasi DO naik disebabkan oleh suhu yang rendah (Mardiah, 2019).

3.4. Konsentrasi Organic Matter (OM)

Sampel yang digunakan memiliki konsentrasi OM 10,66 mg/L. Konsentrasi rata-rata OM dalam air setelah melalui proses aerasi dipengaruhi oleh konsentrasi DO yang diperlukan untuk penguraian polutan OM dalam air (Megawati *et al.*, 2014). Kedua cascade menghasilkan konsentrasi OM yang berbeda dalam efluen (Gambar 5).



Gambar 5. Grafik Rata-Rata Konsentrasi OM Hasil Pengolahan dengan Cascade Aerator A dan B

Proses transfer oksigen di dalam air dan ukuran gelembung udara yang dihasilkan oleh reaktor cascade menunjukkan konsentrasi DO dalam air.

Selanjutnya, konsentrasi DO akan mempengaruhi reaksi oksidasi OM dalam air (Diansari *et al.*, 2022). Luas area yang juga ditentukan oleh jumlah step pada aerator cascade mempengaruhi kondisi transfer oksigen. Hal ini dikarenakan luas area tersebut menjadi area kontak antara OM dan oksigen dalam proses transfer oksigen. Semakin besar luas area dalam cascade, maka semakin besar konsentrasi oksigen dalam proses transfer oksigen (Diansari *et al.*, 2022).

3.5. Korelasi antara Konsentrasi DO dan OM setelah Proses Aerasi

Berdasarkan hasil uji korelasi bivariat Pearson (Tabel 1), diperoleh hubungan antara konsentrasi DO dan OM.

Tabel 1. Uji Statistik Korelasi Bivariat Pearson

Correlations			
		OM	DO
OM	Pearson Correlation	1	-.855**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	12	12
DO	Pearson Correlation	-.855**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	12	12

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Sumber data diolah dari hasil pengujian

Berdasarkan nilai signifikansi (Sig. (2-tailed)) adalah 0,000 < 0,05, menunjukkan bahwa antara konsentrasi DO dan OM terdapat korelasi yang signifikan, dengan tingkat signifikansi korelasi adalah 1% (Pearson Correlation = 1%). Korelasi antara konsentrasi DO dan OM bernilai negatif (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara keduanya tidak berbanding lurus. Kenaikan konsentrasi DO akan menurunkan konsentrasi OM. Semakin tinggi konsentrasi DO, maka konsentrasi OM semakin rendah. Hal ini berarti bahwa efisiensi penyisihan OM pada proses pengolahan tersebut semakin tinggi. Proses oksidasi OM dalam air dipengaruhi oleh konsentrasi DO di air, sehingga efisiensi penyisihan OM dalam air juga ditentukan oleh konsentrasi DO dalam air (Zulya *et al.*, 2022).

3.6. Efisiensi Penyisihan OM pada Aerator Cascade

Efisiensi rata-rata penyisihan OM dalam proses aerasi menggunakan aerator cascade dapat dilihat dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Efisiensi Rata-Rata Penyisihan OM

Pengulangan ke-	Efisiensi Penyisihan OM pada Aerator Cascade A Jam ke- (%)		Efisiensi Penyisihan OM pada Aerator Cascade B Jam ke- (%)	
	2	4	2	4
1	57	9	55	[-34]
2	25	4	9	12
3	20	22	36	66
Rata-rata	34	12	33	26

Sumber data diolah dari hasil pengujian

Tabel 2 menunjukkan bahwa pada jam ke-2 efisiensi penyisihan OM cenderung lebih tinggi daripada jam ke-4 pada masing-masing aerator *cascade*. Hal ini dimungkinkan karena konsentrasi DO telah mencapai jenuh pada jam ke-4, sehingga proses oksidasi OM pada aerator *cascade* kurang optimum.

3.7. Pengaruh Jumlah *Step* terhadap Efisiensi Penyisihan OM dengan Aerator *Cascade*

Uji Statistik Normalitas dilakukan untuk menguji normalitas distribusi data penyisihan OM dalam proses aerasi menggunakan *cascade* A maupun B (Tabel 3). Selanjutnya, Uji Statistik Anova digunakan untuk menentukan pengaruh jumlah *step* dalam aerator terhadap penyisihan OM (Tabel 4).

Tabel 3. Uji Normalitas

OM		Test of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Stat.	df	Sig.	Stat.	df	Sig.
Efisiensi Penyisihan	Aerator Cascade A	.269	6	.199	.883	6	.282
	Aerator Cascade B	.164	6	.200*	.941	6	.666

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Sumber data diolah dari hasil pengujian

Berdasarkan hasil Uji Normalitas di atas, diperoleh nilai *Shapiro-Wilk Sig.* untuk data efisiensi penyisihan OM di aerator *cascade* A dan B adalah 0,282 dan 0,666 (*Sig.* > 0,05). Hal ini menunjukkan bahwa data efisiensi penyisihan OM tersebut berdistribusi normal.

Tabel 4. Uji Statistik Anova

ANOVA					
Efisiensi					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.234	1	.234	.024	.879
Within Groups	95.721	10	9.572		
Total	95.955	11			

Sumber data diolah dari hasil pengujian

Uji *Anova* menunjukkan nilai *Sig.* sebesar 0,879 > α = 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan jumlah *step* dalam aerator *cascade* memberikan pengaruh dalam penyisihan OM pada sampel air artifisial dengan proses aerasi, namun tidak signifikan. Perbedaan jumlah *step* pada aerator *cascade* mempengaruhi konsentrasi DO dalam air, yang akan menentukan konsentrasi dan penyisihan OM dalam air. Namun, faktor utama yang mempengaruhi konsentrasi DO dan penyisihan OM dalam air adalah suhu air, tekanan parsial gas dalam fase gas, konsentrasi padatan terlarut dalam fase air, dan komposisi kimia gas lainnya dalam air (Abuzar *et al.*, 2012). Penelitian ini tidak mempertimbangkan faktor-faktor utama tersebut, yang dimungkinkan berpengaruh dominan dalam penyisihan OM.

Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan variabel-variabel tersebut dalam aerator *cascade* dengan jumlah *step* yang berbeda. Hal ini bertujuan untuk menentukan faktor yang dominan di antara jumlah *step*, suhu air, tekanan parsial gas dalam fase gas, konsentrasi padatan terlarut dalam fase air, dan komposisi kimia gas lainnya dalam air pada penyisihan OM menggunakan aerator *cascade*.

3.8. Koefisien Aerasi dengan Metode Aerator *Cascade*

Koefisien aerasi sebanding dengan konsentrasi DO pada akhir proses aerasi, dimana semakin tinggi koefisien aerasi, maka semakin tinggi peningkatan konsentrasi DO dalam proses aerasi. Penentuan koefisien aerasi pada aerator *cascade* A dan B dihitung dengan persamaan (1). Konsentrasi DO awal dan setelah proses aerasi diperoleh dari data hasil pengujian. Sedangkan konsentrasi oksigen terlarut jenuh (7,92 mg/L) adalah konsentrasi oksigen pada kondisi suhu operasional aerator (27-28 °C). Adapun koefisien aerasi pada jam ke-2 dan ke-4 di aerator *cascade* A dan B ditunjukkan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Koefisien Aerasi Aerator *Cascade* A dan B

Jumlah <i>Step</i> dalam <i>Cascade</i>	Waktu (jam)	Koefisien Aerasi Aerasi (mg/L)
4	2	1,18
4	4	1,40
7	2	1,08
7	4	1,13

Sumber data diolah dari hasil pengujian

Dari Tabel 5 koefisien aerasi tertinggi terjadi pada *cascade* A yang memiliki jumlah *step* 4, dengan waktu aerasi selama 4 jam. Ketinggian *step* di *cascade* A lebih besar daripada di *cascade* B. Hal ini memungkinkan terjadinya turbulensi yang lebih besar di *cascade* A daripada di *cascade* B (Azman *et al.*, 2018). Oleh karenanya, dalam proses aerasi di *cascade* A dimungkinkan terjadi proses transfer oksigen dengan konsentrasi yang lebih besar, sehingga nilai koefisien aerasi di *cascade* A cenderung lebih besar daripada di di *cascade* B. Selain itu, koefisien aerasi juga dipengaruhi oleh faktor lain, yaitu lamanya waktu kontak dan debit (Mardiah, 2019). Adapun waktu kontak pada aerator *cascade* A dan B, yang ditentukan menggunakan Persamaan (2), dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Waktu Kontak *Cascade* A dan B

Waktu Kontak <i>Cascade</i> A (dt)	Waktu Kontak <i>Cascade</i> B (dt)
0,38	0,36

Sumber data diolah dari hasil pengujian

Ketinggian dan jumlah *step* yang berbeda pada *cascade* menghasilkan waktu kontak yang berbeda (Aini *et al.*, 2022). Berdasarkan data dalam Tabel 5, tidak terdapat perbedaan waktu kontak yang signifikan di aerator *cascade* A dan B.

3.9. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Perbedaan jumlah *step* dalam aerator *cascade* menghasilkan perbedaan konsentrasi DO dan OM serta penyisihan OM dalam air. Semakin banyak jumlah *step* dalam aerator *cascade* akan meningkatkan konsentrasi DO (Aini *et al.*, 2022). Hal ini akan mempengaruhi proses transfer oksigen dalam aerasi, yang memberikan perbedaan efisiensi penyisihan polutan dalam air, seperti konsentrasi OM, besi (Fe), dan Mangan (Mn). Penelitian Aini *et al.* (2022) menggunakan jumlah *step* 10 dalam aerator *cascade* memberikan efisiensi penyisihan Fe dan Mn masing-masing adalah 39,4 dan 40%. Sedangkan penelitian sebelumnya oleh Sari dan Karnaningroem (2011) menggunakan jumlah *step* 4 dalam aerator *cascade* menghasilkan efisiensi penyisihan Fe 21,27% dan Mn 31,58%. Hasil penelitian tersebut juga didukung oleh konsep yang diteliti oleh Thakre dan Hedao (2018), bahwa penyisihan polutan melalui proses aerasi dalam aerator *cascade* dipengaruhi oleh faktor-faktor desain aerator yang meliputi debit aliran, waktu kontak, jumlah *step* aerator *cascade*, total luas area *cascade*, dan ketinggian *step*. Hal-hal tersebut juga perlu dipertimbangkan dalam desain aerator *cascade* pada proses aerasi.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan temuan bahwa jumlah *step* aerator *cascade* mempengaruhi konsentrasi DO dan OM, serta penyisihan OM dalam air. Namun pengaruh yang diberikan tidak signifikan. Hal ini dikarenakan penyisihan OM juga dipengaruhi oleh faktor utama lain, diantaranya suhu air, tekanan parsial gas dalam fase gas, konsentrasi padatan terlarut dalam fase air, dan komposisi kimia gas lainnya dalam air. Keterbatasan penelitian ini adalah tidak mempertimbangkan faktor utama lainnya yang kemungkinan berkorelasi dengan jumlah *step* pada aerator *cascade* dan berpengaruh terhadap proses penyisihan OM dalam air. Pengembangan penelitian dapat dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor utama tersebut dalam proses aerasi menggunakan aerator *cascade* dengan variasi jumlah *step*.

DAFTAR PUSTAKA

Abuzar, S.S., Putra, Y.D., Emargi, R.E. 2012. Koefisien Transfer Gas ($K_L a$) pada Proses Aerasi Menggunakan Tray Aerator Bertingkat 5 (Lima). Jurnal Teknik Lingkungan (UNAND) 9(2) 132-140.

Aini, F.N., Narto, N., Haryanti, S. 2022. Penggunaan Metode Cascade Aerator untuk Penurunan Kadar Besi dan Mangan Air Sumur Gali. Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan 15(2) 97-104. <https://doi.org/10.29238/sanitasi.v15i2.1315>.

Asfiana, A. 2015. Penurunan Kadar Kontaminan Mangan (Mn) dalam Air secara Bubble Aerator dan Cascade Aerator. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Lingkungan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Azman, A., Zawawi, M.H., Hassan, N.H., Abas, A., Razak, N.A.,

Mazlan, A.Z.A., Rozaini, M.R.M.AZ. 2018. Effect of Step Height on the Aeration Efficiency of Cascade Aerator System Using Particle Image Velocimetry, Prosiding MATEC Web of Conferences 217 04005 ICVSSD.

Diansari, U., Purnaini, R., Asbanu, C. 2022. Perbandingan Efisiensi Cascade Aerator dan Bubble Aerator dalam Menurunkan Kadar Besi Air Sumur Bor. Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah 10(1) 11-21.

Hartini, E. 2012. Cascade Aerator dan Bubble Aerator dalam Menurunkan Kadar Mangan Air Sumur Gali. Jurnal Kesehatan Masyarakat 8(1) 41-50.

Hasibuan, E.S.F., Supriyanti, E., Sunaryo, S. 2021. Pengukuran Parameter Bahan Organik di Perairan Sungai Silugonggo, Kecamatan Juwana, Kabupaten Pati. Buletin Oseanografi Marina 10(3) 299-306. <https://doi.org/10.14710/buloma.v10i3.32345>.

Hastutiningrum, S., Purnawan, Nurmaidawati, E. 2015. Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah dengan Metode Aerasi Conventional Cascade dan Aerasi Vertical Buffle Channel Cascade. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan 1-7.

Istingani, Noor, E., Suprihatin. 2017. Peningkatan Kualitas Pengolahan Air Bersih dengan Perbaikan Proses Oksidasi. Journal of Engineering & Waste Management 2(2) 91-100.

Laksana, I., Mahmud, M., Prihatini, N.S. 2020. Peningkatan Transfer Oksigen pada Cascade Aerator dengan Inovasi Bak Terjunan. Jernih: Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa 3(1) 49-60. <https://doi.org/10.20527/jernih.v3i1.482>.

Mardiah, R. 2019. Aplikasi Cascade Aerator untuk Penghilangan Fe dan Mn dalam Air Sumur Gali: Pengaruh Variasi Debit, Tinggi, dan Jumlah Bidang Kontak Cascade. Skripsi 1-119. Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Sumatera Utara.

Megawati, C., Yusuf, M., Maslukah, L. 2014. Sebaran Kualitas Perairan Ditinjau dari Zat Hara, Oksigen Terlarut dan pH Di Perairan Selat Bali Bagian Selatan. Jurnal Oseanografi 3(2) 142-150.

Kementerian Kesehatan R.I. 2010. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

Rachmanto, T.A., Wibisono, F.S. 2021. Kombinasi Cascade Aerator dan Adsorpsi Zeolite dalam Menurunkan Kadar Fe Terlarut di Air Sumur. Envirous 2(1) 1-8. <https://doi.org/10.33005/envirous.v2i1.51>.

Roy, S.M., Tanveer, M., Machavaram, R. 2022. Applications of gravity aeration system in aquaculture-a systematic review. Aquaculture International 30 1593-1621.

Said, N.I. 2007. Disinfeksi untuk Proses Pengolahan Air Minum. JAI 3(1) 15-28.

Sari, W., Karnaningroem, N. 2011. Studi Penurunan Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dengan Menggunakan Cascade Aerator dan Rapid Sand Filter pada Air Sumur Gali. <https://www.academia.edu/download/16684661/its-undergraduate-14052-3306100037-paperpdf.pdf>.

Susanto, A., Riyanto, A., Putro, E.K., Umrina, A., Wilmor, J.C., Quds, S.M. 2022. Analisis Kualitas Air Berdasarkan Konsentrasi Ozon (O₃) pada Penyediaan Air Minum (PAM) di gedung Perkantoran. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia 21(2) 122-130.

Tanukusuma, G. 2017. Produk Samping Klorinasi pada Proses Desalinasi Air Laut. Research Gate 1 1-5.

Tiffany, A. 2019. Karakterisasi Natural Organic Matter (NOM) pada PDAM Kabupaten Sleman Unit Kregan II (Instalasi Baru), Yogyakarta. Tugas Akhir. Program

Radityaningrum, A.D., Ichwan, A.A., Handriyono, R.E., dan Alfiah, T. (2024). Pengaruh Jumlah *Step* pada Aerator *Cascade* terhadap Penyisihan *Organic Matter* dalam Proses Pengolahan Air. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(4), 845-851, doi:10.14710/jil.22.4.845-851

Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Utomo, A.D., Ridho, M.R., Saleh, E., Putranto, D.D.A. 2010. Pollution in The Bengawan Solo River Between Solo and Sragen, Central Java. *Bawal Widya Riset Perikanan Tangkap* 3(1) 25-32.

Widyaningrum, C. R. 2016. Analisis Penurunan Kinerja Unit Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) Karang Pilang I Menggunakan *Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Tugas Akhir 1-113. Program Studi

Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Zulya, F., Adnan, F., Dewi, Y.P., Nugroho, S., Manik, I.M., Tirana, Y., Rahui, R., Zidan, M.D., Febry, R.W., Indah, M.N.F., Waryati. 2022. Perancangan *Cascade Aerator* untuk Menurunkan Parameter Besi dan Mangan dalam Pengolahan Air Sumur. *Jurnal Teknologi Lingkungan* 6(2) 17-22.