

Analisis Efisiensi Hidrogen Peroksida Sebagai Bahan Tambahan Dalam Aerasi Untuk Mengurangi Pertumbuhan Filamentous Pada Air Limbah

Oris Hatpa Aditya Azhar¹, Naniek Ratni Juliardi A.R²

¹Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

²Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

*Koresponden email: nanik_rjar@upnjatim.ac.id

Diterima: 28 April 2024

Disetujui: 3 Mei 2024

Abstract

Overgrowth, also known as filamentous bacteria, is the abnormal growth of certain types of bacteria, such as *Escherichia coli*. The overgrowth of filamentous bacteria in activated sludge wastewater treatment plants has caused serious operational problems over the years. In addition, foaming problems caused by some filamentous bacteria can be a serious problem in all types of plants. The objectives of this study are to analyse the effective dose of hydrogen peroxide in aeration to suppress the growth of filamentous bacteria, to analyse the optimum length of time in which hydrogen peroxide is used in aeration to suppress the growth of filamentous bacteria, and to analyse the effect of the addition of hydrogen peroxide in aeration to suppress the growth of filamentous bacteria. The results of the study for the dose of hydrogen peroxide which is an effective dose is 3 ppm, because at a dose of 3 ppm can reduce MLSS levels by 59%, MLVSS by 64%, COD by 64% and BOD by 54%. The optimum period is 6 days with results of MLSS = 1764 mg/L, MLVSS = 910 mg/L, COD = 187 mg/L, BOD = 105 mg/L.

Keywords: *filamentous bacteria, hydrogen peroxide, escherichia coli*

Abstrak

Bakteri yang berbentuk filament atau disebut juga bakteri filamen adalah pertumbuhan tidak normal dari jenis bakteri tertentu, seperti *Escherichia coli*. Kelebihan pertumbuhan bakteri filamen dalam IPAL telah menimbulkan masalah operasional yang signifikan sejak dahulu. Selain itu, masalah pembusaan yang disebabkan oleh beberapa bakteri berfilamen dapat menjadi masalah yang parah pada semua jenis tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis besar dosis hidrogen peroksida yang efektif pada aerasi untuk menekan pertumbuhan bakteri filamentous, menganalisis lama waktu yang optimal dalam menggunakan hidrogen peroksida pada aerasi untuk menekan pertumbuhan bakteri filamentous, menganalisis pengaruh penambahan hidrogen peroksida pada aerasi untuk menekan pertumbuhan bakteri filamentous. Hasil penelitian untuk dosis hidrogen peroksida yang menjadi dosis efektif adalah 3 ppm, dikarenakan pada dosis 3 ppm dapat menurunkan kadar MLSS sebesar 59%, MLVSS sebesar 64%, COD sebesar 64%, dan BOD sebesar 54%. Untuk lama waktu yang paling optimal yaitu dengan waktu 6 hari dengan hasil MLSS = 1764 mg/L, MLVSS = 910 mg/L, COD = 187 mg/L, BOD = 105 mg/L.

Kata Kunci: *bakteri filamentous, hidrogen peroksida, escherichia coli*

1. Pendahuluan

Air limbah domestik merujuk pada air yang berasal dari aktivitas pemukiman seperti rumah tangga, restoran, kantor, bisnis, apartemen, dan perumahan. Contoh-contoh dari jenis air limbah ini termasuk tinja, urine, air limbah dari kamar mandi, serta sisa-sisa dari kegiatan memasak di rumah. Masyarakat di Indonesia masih menggunakan sistem pengolahan limbah domestik lokal yang menggunakan tangki septik. Limbah akan diubah menjadi lumpur tinja oleh mikroorganisme dalam waktu tertentu. Di sepanjang sungai yang dilalui oleh permukiman penduduk, sebagian warga masih membuang limbah cair tanpa proses pengolahan langsung ke sungai. Situasi ini menyebabkan terjadinya pencemaran sungai yang berpotensi merugikan kondisi ekologis perairan tersebut.

Keterbatasan kapasitas tangki septik mengharuskan proses pengurusan lumpur tinja secara berkala agar tangki tersebut dapat berfungsi dengan optimal kembali. Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) dibangun untuk menerima dan mengolah lumpur tinja yang diangkut oleh truk tinja. Tangki septik rumah tangga ini kemudian diolah di IPLT. Dimaksudkan untuk meningkatkan proses pengolahan dan

pembuangan lumpur secara ramah lingkungan, salah satu langkah yang akan diambil adalah pengembangan IPLT.

Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Keputih adalah fasilitas pengolahan limbah tinja Kota Surabaya dan didirikan pada 1991 dengan kapasitas 400 meter kubik per hari. Prinsip dasar pengolahan yang diterapkan di IPLT Keputih meliputi proses fisik dan biologi. Saat ini, hasil pengolahan limbah cair (effluent) dari IPLT Keputih hanya memenuhi standar kualitas yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2004. Selama bertahun-tahun, pertumbuhan bakteri filament yang meningkat di instalasi pengolahan air limbah lumpur (IPAL) telah menyebabkan masalah operasional yang signifikan. Pertumbuhan berlebih dari beberapa filamen, suatu peristiwa yang disebut bulking. Selain itu, masalah pembusaan yang disebabkan oleh beberapa bakteri berfilamen dapat menjadi masalah yang parah pada semua jenis tanaman [1].

Pada penelitian sebelumnya, penekanan bakteri filamentous dengan menambahkan bahan kimia hidrogen peroksida pada bak aerasi masih menggunakan variabel yang kurang [2]. Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menekan pertumbuhan bakteri filamentous agar lebih optimal. Upaya percobaan untuk menghambat pertumbuhan bakteri Filamentous secara kimia dapat dilakukan dengan menggunakan larutan hidrogen peroksida dan klorin. Kendala-kendala seperti menggumpalnya dan keluarnya busa berhasil diselesaikan. Caranya adalah menambahkan bahan kimia beracun seperti hidrogen peroksida atau klorin ke dalam saluran lumpur atau tangki aerasi [3]. Dengan demikian, penelitian ini dilaksanakan dengan memperluas variabel dosis dan waktu untuk mendapatkan perbandingan hasil yang optimal.

2. Metode Penelitian

Sistem Aerasi

Sistem aerasi mengurangi ruang lantai dan meningkatkan laju pemrosesan sambil menghilangkan bau dari oksidasi yang tidak sempurna. Aerator digunakan sebagai sumber oksigen dalam proses aerasi aerobik untuk menurunkan tingkat kebutuhan oksigen biologi dan kimiawi (BOD dan COD). Ini dilakukan dengan menghubungkan aerator ke oksigen di dalam kolam aerasi [4]. Tujuan dari proses aerasi adalah untuk memaksimalkan kontak antara cairan dengan udara, dengan tujuan menaikkan nilai oksigen terlarut pada air limbah sehingga mendukung kehidupan. Hal ini memungkinkan perpindahan zat atau komponen dari satu medium ke medium lainnya berlangsung lebih efisien.

Bakteri Filamentous

Bakteri Filamentous, juga dikenal sebagai bakteri filamen, adalah pertumbuhan tak normal dari jenis bakteri tertentu, seperti *Escherichia coli*. Dimana sel terus memanjang tetapi tidak membelah, sel-sel yang dihasilkan dari pemanjangan tanpa pembelahan memiliki banyak Salinan kromosom. Kehadiran jumlah berlebihan dari mikroorganisme bentuk filamen dalam populasi mikroba dapat menyebabkan masalah lumpur aktif, di mana kumpulan filamen yang ada dalam pengolahan limbah sulit untuk mengendap (sludge bulking). Lebih dari dua puluh enam jenis mikroba bentuk filamen dapat mengganggu pengendapan lumpur aktif [5]. Selama bertahun-tahun, peningkatan pertumbuhan bakteri berbentuk filamen di IPAL telah menimbulkan masalah operasional yang signifikan. Pertumbuhan berlebih dari beberapa filamen, suatu peristiwa yang disebut bulking, Selain itu, masalah pembusaan yang disebabkan oleh beberapa bakteri berfilamen dapat menjadi masalah yang parah pada semua jenis tanaman.

Karakteristik Awal Limbah Tinja

Dalam penelitian ini, limbah tinja yang dimanfaatkan berasal dari fasilitas pengolahan limbah tinja di IPLT Keputih, Surabaya yang menerima limbah dari seluruh wilayah Surabaya dan sekitarnya. Air sampel diambil dari sumur pengumpul lalu dipindahkan menggunakan galon untuk diletakkan pada reactor aerasi. Sebelum dilakukan pengolahan tentunya dilakukan pengecekan karakteristik awal limbah tinja terlebih dahulu untuk mengetahui beban pencemar yang ada pada tinja berdasarkan PERMEN LH No. 68 tahun 2016 untuk pH, BOD, COD [6]. Berikut **Tabel 1** adalah hasil analisis awal pada limbah tinja.

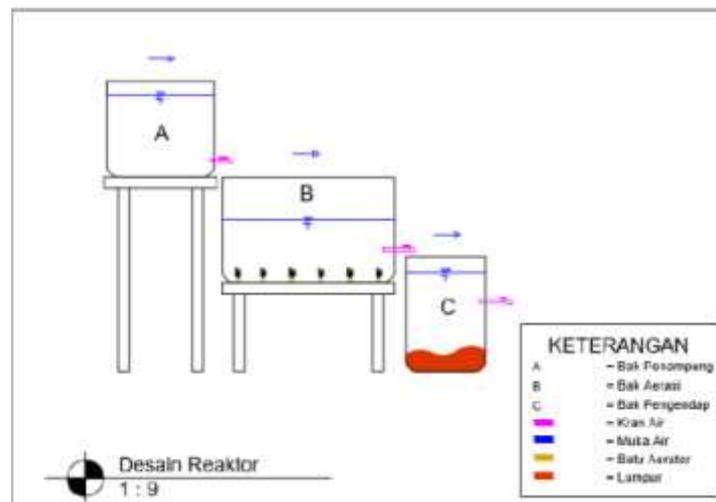
Tabel 1. Hasil Uji Kondisi Awal Air Limbah Tinja

Parameter	Hasil Analisis	Baku Mutu
pH	7,2	6-9
COD	515	100 mg/L
BOD	226	30 mg/L
DO	6,2	-
MLSS	4268	-
MLVSS	923,58	-

Sumber: Hasil Analisa, 2024

Desain Reaktor

Reaktor yang digunakan terdiri dari bak aerasi dengan kapasitas 60 L, bak penampung H_2O_2 kapasitas 30 L, bak pengendap kapasitas 30 L, aerator Yamano ACO 001, selang bening 10 m, 6 batu aerator, 1 cabang aerator, dan keran. Limbah pada penelitian ini adalah limbah recycle/return sludge IPLT Keputih sebanyak 30 L. Pada penelitian ini air limbah akan diolah dengan sistem aliran *batch*. Data parameter akan diamati pada setiap pengambilan sampel dalam setiap variasi percobaan yang dilakukan untuk mengetahui efektivitas penambahan H_2O_2 (Hidrogen Peroksida) adalah MLSS, MLVSS, COD, dan BOD.



Gambar 1. Desain Reaktor Aerasi Dengan Penambahan Bahan Kimia
Sumber : Hasil Analisa, 2024

3. Hasil dan Pembahasan

Efisiensi Dosis Hidrogen Peroksida terhadap % Penyisihan MLSS

Mixed Liquor Suspended Solid adalah tes yang digunakan untuk mengidentifikasi jumlah padatan organik dan mikroorganisme yang ada di dalam reaktor. MLSS bertujuan untuk mengetahui larutan dalam tangka aerasi dan digunakan sebagai indikator yang menunjukkan kuantitas mikroorganisme dalam lumpur aktif. Nilai mikroorganisme dalam lumpur aktif meningkat dengan MLSS [7]. Dengan dosis 3 PPM berhasil menurunkan MLSS dengan kadar awal 4268 mg/L menjadi 1764 mg/L. Sehingga dosis hidrogen peroksida yang paling efisien adalah 3 ppm. Hidrogen peroksida memiliki sifat oksidator yang sangat kuat yang sering digunakan untuk disinfektan yang dapat membunuh bakteri [8]. Karena MLSS digunakan sebagai pengukur jumlah mikroorganisme pada lumpur aktif, hidrogen peroksida dapat berfungsi untuk mengurangi kandungan mikroorganisme yang ada sehingga nilai MLSS tersebut dapat berkurang. Hidrogen peroksida sudah sering digunakan untuk membunuh bakteri filamentous dengan selektif [9].

Efisiensi Dosis Hidrogen Peroksida terhadap % Penyisihan MLVSS

Mixed Liquor Suspended Solid merupakan pendekatan untuk jumlah populasi bakteri, di mana sampel MLSS dipanaskan hingga mencapai suhu $550^{\circ}C$ dalam tungku. Mayoritas padatan volatil dalam sampel terdiri dari mikroorganisme dan bahan organik. [7]. Hasil penyisihan MLVSS menggunakan dosis 3 ppm dengan persentasi removal sebesar 64% dapat menurunkan kadar MLVSS dari 2560 mg/L ke 910 mg/L. Sehingga dosis hidrogen peroksida yang paling efisien adalah 3 ppm. Sama halnya dengan MLSS, MLVSS merupakan Konsentrasi padatan volatil ini setara dengan jumlah mikroorganisme dalam air dan dapat menjadi indikator untuk menilai apakah jumlah mikroorganisme yang cukup ada untuk mengurai

lumpur dalam reaktori [7]. Nilai MLVSS dapat menurun dikarenakan bahan kimia hidrogen peroksida merupakan disinfektan yang dapat membunuh bakteri [8].

Efisiensi Dosis Hidrogen Peroksida terhadap % Penyisihan COD

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah indikator untuk mengukur kebutuhan oksigen dalam proses penguraian bahan organik dalam air secara kimia. Semakin tinggi kandungan bahan organik, semakin besar kebutuhan oksigen yang diperlukan, yang dapat mempengaruhi kualitas air. Jika kandungan senyawa organik dan anorganik dalam air cukup tinggi, tingkat oksigen terlarut dalam air dapat mencapai nol [10]. Hasil penyisihan COD menggunakan dosis 3 ppm dapat menurunkan kadar COD dari 515 mg/L ke 187 mg/L. Hidrogen peroksida dengan dosis 3 PPM memiliki persentase removal sebesar 64%. Penambahan bahan kimia dengan dosis yang tinggi pada reaktor menyebabkan kenaikan nilai COD. Efisiensi penyisihan COD memiliki nilai removal atau penyisihan lebih tinggi jika dibandingkan dengan BOD. Hal ini karena bakteri tidak dapat menguraikan semua zat organik karena penguraian biologi [11]. Kenaikan nilai COD terjadi dikarenakan perlakuan bahan kimia dalam limbah yang menyebabkan pengendapan lumpur yang buruk [12]. Dikarenakan hidrogen peroksida juga termasuk senyawa kimia organik, maka semakin banyak dosis hidrogen peroksida yang masuk ke reaktor, semakin besar juga bahan organik yang terdapat pada reaktor. Konsentrasi COD yang besar pada limbah disebabkan oleh bahan organik tidak terurai dalam limbah yang diolah [13].

Efisien Dosis Hidrogen Peroksida terhadap % Penyisihan BOD

Jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi zat organik dalam air limbah disebut sebagai kebutuhan oksigen biokimia (BOD). BOD dalam periode 5 hari menunjukkan seberapa aktif mikroorganisme dalam menguraikan bahan-bahan organik; semakin tinggi nilainya, semakin tinggi aktivitas mikroorganisme [14]. Hasil penyisihan BOD menggunakan dosis 3 ppm dapat menurunkan kadar BOD dari 226 mg/L ke 105 mg/L. Hidrogen peroksida dengan dosis 3 PPM memiliki persentase removal sebesar 54%. Sama halnya dengan COD, penambahan bahan kimia dengan dosis yang tinggi pada reaktor menyebabkan kenaikan nilai BOD. Kenaikan nilai BOD terjadi dikarenakan perlakuan bahan kimia dalam limbah yang menyebabkan pengendapan lumpur yang buruk [15].

4. Kesimpulan

Studi ini mengevaluasi seberapa efektifnya penggunaan hidrogen peroksida dengan dosis 3 PPM dalam mengurangi MLSS, MLVSS, COD, dan BOD dalam air limbah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan bahan kimia hidrogen peroksida pada aerasi dengan dosis 3 ppm dapat menurunkan kadar MLSS sebesar 59%, MLVSS sebesar 64%, COD sebesar 64%, dan BOD sebesar 54%. Penelitian ini menunjukkan bahwa hidrogen peroksida 3 PPM dapat menjadi metode pengolahan air limbah yang efisien dan ekonomis.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada rekan-rekan dari Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur atas kontribusi wawasan dan keahliannya yang sangat berharga dalam penelitian ini.

6. Referensi

- [1] Eikelboom, D. H., & Geurkink, B. (2002). Filamentous micro-organisms observed in industrial activated sludge plants. *Water Science and Technology*, 46(1-2), 535-542.
- [2] Mayangsari, D. I. E., & Novembrianto, R. (2023). Penggunaan Hidrogen Peroksida pada Kolam Lumpur Aktif Upaya Menghilangkan Filamentous dan Meningkatkan Nilai Index Pengendapan Bio Sludge di PT. X Industri.
- [3] Caravelli, A., Giannuzzi, L., & Zaritzky, N. (2004). Effect of chlorine on filamentous microorganisms present in activated sludge as evaluated by respirometry and INT-dehydrogenase activity. *Water Research*, 38(9), 2395-2405.
- [4] Kim, C. W., Koopman, B., & Bitton, G. (1994). INT-dehydrogenase activity test for assessing chlorine and hydrogen peroxide inhibition of filamentous pure cultures and activated sludge. *Water Research*, 28(5), 1117-1121.
- [5] Kämpfer, P. (1997). Detection and cultivation of filamentous bacteria from activated sludge. *FEMS microbiology ecology*, 23(3), 169-181.
- [6] Permen, L. H. K. "No. 68 Tahun 2016, 2016." Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- [7] Sari, Suci Fitria, and Joko Sutrisno. "Penurunan total Coliform pada air tanah menggunakan membran keramik." *Waktu: Jurnal Teknik UNIPA* 16.1 (2018): 30-38.

- [8] Putra, F. P., Soedjono, E. S., & Wahyuningsih, I. (2021). Study of Treatment Process Improvement of Fecal Sludge in Surabaya City and Optimization for The Retribution Management. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, (1), 207-212.
- [9] Pagilla, K. R., Jenkins, D., & Kido, W. (1998). *Nocardia* effects in waste activated sludge. *Water science and technology*, 38(2), 49-54.
- [10] Ramothokang, T. R., Drysdale, G. D., & Bux, F. (2003). Isolation and cultivation of filamentous bacteria implicated in activated sludge bulking. *Water Sa*, 29(4), 405-410.
- [11] Milhazes-Cunha, H., & Otero, A. (2017). Valorisation of aquaculture effluents with microalgae: the integrated multi-trophic aquaculture concept. *Algal Res* 24: 416–424.
- [12] Pal P., Khairnar K., Paunikar W.N. (2014). Causes And Remedies For Filamentous Foaming In Activated Sludge Treatment Plant: 1School of Environment and Earth Science North Maharashtra University, Jalgaon, Maharashtra, India
- [13] Fadzry, N., Hidayat, H., & Eniati, E. (2020). Analisis COD, BOD dan DO pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Balai Pengelolaan Infrastruktur Air Limbah dan Air Minum Perkotaan Dinas PUP-ESDM Yogyakarta. *Indonesian Journal Of Chemical Research (IJCR)*, 80-89.
- [14] Y.F. Tsang *, S.N. Sin, H. Chua (2007). *Nocardia* foaming control in activated sludge process treating domestic wastewater: Department of Civil and Structural Engineering, The Hong Kong Polytechnic University, Hung Hom, Kowloon, Hong Kong
- [15] Salama, Y., Salama, O., Chennaoui, M., & Mountadar, M. (2020). Study of dysfunction into activated sludge basins in sewage treatment plant of the City of Khouribga (Morocco). *Journal of Materials and Environmental Science*, 11(6), 922-942.