

Pengolahan Air Danau Sentani Melalui Pendekatan Multi-Media Filtrasi (Studi Kasus Kampung Hobong, Distrik Sentani)

Ensa Veny Solissa¹, Bambang Suhartawan^{2*}, Alfred B Alfons³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Lingkungan, FTSP, USTJ

Corresponding Author: Ensa Veny Solissa e-mail: ensavsolissa@gmail.com¹, basuhpapua@gmail.com^{2*},
alfred_alfons@yahoo.com³

Published: June, 2025

ABSTRAK

Danau sentani sebuah perairan di Provinsi Papua, menghadapi tantangan kompleks dalam menjaga kualitas airnya. Dengan luas mencapai 9.630 hektar dan kedalaman rata-rata 70 meter, danau ini merupakan sumber kehidupan bagi sekitar 50.000 penduduk di Kabupaten Jayapura, khususnya masyarakat Kampung Hobong. TUJUAN Menganalisis karakteristik kualitas air Danau Sentani melalui pengukuran parameter fisik, kimia dan mikrobiologis sebelum dan sesudah proses filtrasi multi-media, Mengevaluasi efektivitas masing-masing media filtrasi (Polypropylene 10 mikro, GTO, GAC, dan polypropylene 1 mikro) dalam menurunkan tingkat kontaminasi air di wilayah penelitian, Menentukan susunan media filtrasi paling optimal untuk pengolahan air Danau Sentani berdasarkan persentase penurunan parameter pencemar. METODE Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dengan kuasi-eksperimental. HASIL Susunan Media B memberikan kinerja mikrobiologis terbaik dengan E.coli terendah (6 MPN/100mL), pH optimal (8,2), dan keseimbangan parameter yang sangat baik pada semua aspek pengujian. Hal ini mengkonfirmasi bahwa pemilihan dan pengaturan urutan media filtrasi sangat mempengaruhi efektivitas keseluruhan sistem pengolahan air.

Keywords: Air Danau Sentani, Multi-media Filtrasi, Kampung Hobong

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

PENDAHULUAN

Danau sentani sebuah perairan di Provinsi Papua, menghadapi tantangan kompleks dalam menjaga kualitas airnya. Dengan luas mencapai 9.630 hektar dan kedalaman rata-rata 70 meter, danau ini merupakan sumber kehidupan bagi sekitar 50.000 penduduk di Kabupaten Jayapura, khususnya masyarakat Kampung Hobong. Penelitian Rumbalar (2019) dan Suhartawan B et al., (2022) mengungkapkan bahwa danau ini tidak sekedar sumber air, melainkan pilar utama ekosistem yang mendukung keanekaragaman hayati, perikanan, pertanian, dan aktivitas sosial ekonomi masyarakat setempat.

Namun, kualitas air Danau Sentani mengalami degradasi signifikan akibat tekanan antropogenik yang semakin kompleks, Studi Ohee (2021) dan Tanjung (2019) menunjukkan bahwa parameter danau disebabkan oleh faktor, termasuk limbah domestik, praktik pertanian tidak ramah lingkungan, dan aktivitas industri di wilayah tangkapan air. Konsentrasi pencemar seperti fosfat, nitrat dan logam berat telah

melampaui batas kualitas air minum sesuai dengan PP/No 22 Tahun 2021, dengan tingkat pencemaran yang terus meningkat. Kesenjangan penelitian yang ada menunjukkan bahwa mayoritas kajian sebelumnya lebih fokus pada identifikasi masalah, namun dapat mengembangkan solusi praktis pengolahan air yang komprehensif dan berkelanjutan.

Dampak pencemaran tersebut secara langsung mempengaruhi kesehatan masyarakat di sekitar Danau Sentani. Penelitian epidemiologi Wahyuni dan Lumings (2020) dan Ervina (2020) mengungkapkan korelasi kuat antara kualitas air danau dengan peningkatan kejadian penyakit berbasis air, seperti diare dan penyakit kulit. Masyarakat Kampung Hobong, yang sebagian besar mengandalkan air danau untuk kebutuhan sehari-hari, berada dalam risiko kesehatan yang tinggi. Keterbatasan akses terhadap teknologi pengolahan air yang efektif, terjangkau dan sesuai konteks lokal semakin memperparah kondisi kesehatan masyarakat.

Menghadapi kompleksitas permasalahan tersebut, diperlukan pendekatan inovatif dan komprehensif dalam pengolahan air Danau Sentani. Purnomo (2021) merekomendasikan teknologi filtrasi multi-media sebagai solusi potensial untuk menurunkan tingkat kontaminan. Penelitian ini fokus pada pengembangan metode filtrasi yang mengkombinasikan empat media antara lainnya yaitu Pasir silika, Polypropylene (PP), Karbon aktif granular (GAC) dan carbon block (CTO). Pendekatan ini tidak sekadar menawarkan solusi teknis untuk menurunkan parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi air, tetapi juga mempertimbangkan aspek keberlanjutan, keterjangkauan dan kebermanfaatan bagi masyarakat lokal. Dengan demikian, diharapkan penelitian mengisi kesenjangan penelitian serta memberikan kontribusi nyata dalam upaya peningkatan kualitas air dan kesehatan masyarakat di wilayah Danau Sentani.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dengan kuasi-eksperimental untuk mengevaluasi efektivitas filtrasi multi-media dalam pengolahan air danau sentani. Pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah proses filtrasi untuk menganalisis perubahan parameter fisik, kimia dan mikrobiologis. Metode penelitian eksperimen secara signifikan berbeda dari metode penelitian lainnya, terutama dalam hal pengendalian variabel penelitian dan penerapan perlakuan tertentu terhadap kelompok eksperimen yang diteliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Susunan Media Filtrasi Optimal Menggunakan Analisis Statistik ANOVA

1. Pendekatan Analisis Statistik

Untuk menentukan susunan media filtrasi yang paling efektif dalam mengolah air Danau Sentani, penelitian ini menggunakan analisis varians (ANOVA) satu arah. Analisis ini bertujuan untuk menguji

apakah terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara efektivitas keempat susunan media filtrasi (A, B, C, dan D) dalam menurunkan parameter kontaminan air.

Kriteria pengujian menggunakan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$ dengan nilai F-tabel = 4,07 untuk derajat kebebasan $df_1 = 3$ dan $df_2 = 8$.

2. Menentukan Susunan Media Filtrasi Paling Optimal untuk Pengolahan Air Danau Sentani

Tujuan penelitian ketiga adalah menentukan susunan media filtrasi yang paling optimal dalam menurunkan parameter pencemaran air pada sampel air Danau Sentani di Kampung Hobong. Untuk mencapai tujuan ini, dilakukan pengujian terhadap empat susunan media filtrasi yang berbeda (A, B, C, dan D) dengan menganalisis tujuh parameter kualitas air menggunakan analisis statistik ANOVA satu arah.

a. Hasil Pengujian Empat Susunan Media Filtrasi

Hasil pengujian kualitas air setelah melewati keempat susunan media filtrasi menunjukkan variasi nilai pada setiap parameter yang diuji. Data hasil pengujian disajikan dalam Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Parameter Kualitas Air pada Empat Susunan Media Filtrasi

No	Parameter	Susunan Media A	Susunan Media B	Susunan Media C	Susunan Media D
1	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	30	30	30	30
2	TDS (mg/L)	112	128	122	126
3	TSS (mg/L)	17	17	33	23
4	pH	9,72	8,2	8,3	8
5	DO (mg/L)	6,9	6,6	5,9	6,6
6	E.coli (MPN/100mL)	22	6	33	78
7	Coliform (MPN/100mL)	360	390	445	446

Berdasarkan data hasil pengujian, terlihat bahwa setiap susunan media filtrasi memberikan hasil yang berbeda untuk masing-masing parameter. Parameter suhu menunjukkan nilai yang konsisten pada semua susunan media (30°C), sedangkan parameter lainnya menunjukkan variasi yang signifikan.

b. Analisis Statistik ANOVA Satu Arah

Untuk menentukan apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara keempat susunan media filtrasi, dilakukan analisis statistik menggunakan ANOVA satu arah. Hasil analisis ANOVA disajikan dalam Tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4 Hasil Analisis ANOVA Satu Arah

Sumber Variasi	SS	df	MS	F hitung	P-value	F tabel
Between Groups	2.430,16	3	810,05	0,037	0,990	3,009
Within Groups	519.760,53	24	21.656,69	-	-	-
Total	522.190,69	27	-	-	-	-

Ringkasan Statistik Deskriptif:

Kelompok	Jumlah Data	Jumlah	Rata-rata	Varians
Susunan A	7	557,62	79,66	16.589,85
Susunan B	7	585,8	83,69	20.132,78
Susunan C	7	677,2	96,74	25.096,07
Susunan D	7	717,6	102,51	24.808,05

c. Interpretasi Hasil ANOVA

Dari hasil analisis ANOVA satu arah, diperoleh nilai F hitung sebesar 0,037 dengan P-value 0,990. Nilai F hitung (0,037) lebih kecil dibanding F tabel (3,009) pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa:

Hipotesis:

- H_0 : Tidak ada perbedaan yang signifikan antara keempat susunan media filtrasi
- H_1 : Ada perbedaan yang signifikan antara keempat susunan media filtrasi

Keputusan: Karena F hitung < F tabel ($0,037 < 3,009$) dan P-value ($0,990 > \alpha (0,05)$), maka H_0 diterima. Artinya, secara statistik tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara keempat susunan media filtrasi dalam mengolah air Danau Sentani.

d. Evaluasi Kinerja Masing-masing Susunan Media

Meskipun analisis statistik menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan, evaluasi deskriptif terhadap setiap parameter memberikan gambaran kinerja masing-masing susunan:

a. Susunan Media A:

- Menunjukkan nilai rata-rata terendah (79,66) dibanding susunan lainnya
- Efektif dalam menurunkan E.coli (22 MPN/100mL)
- pH cenderung tinggi (9,72) melebihi standar optimal
- TDS relatif rendah (112 mg/L)

b. Susunan Media B:

- Memberikan hasil terbaik untuk E.coli (6 MPN/100mL)
- pH dalam rentang optimal (8,2)
- Kinerja cukup baik untuk sebagian besar parameter
- Rata-rata parameter 83,69

c. Susunan Media C:

- TSS tertinggi (33 mg/L) menunjukkan kinerja kurang optimal

- DO terendah (5,9 mg/L)
- E.coli cukup tinggi (33 MPN/100mL)
- Rata-rata parameter 96,74

d. Susunan Media D:

- E.coli tertinggi (78 MPN/100mL)
- Coliform tertinggi (446 MPN/100mL)
- pH optimal (8,0)
- Rata-rata parameter tertinggi (102,51)

1. Penentuan Susunan Media Optimal

Berdasarkan evaluasi komprehensif terhadap seluruh parameter dan mengacu pada Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang kualitas air, **Susunan Media B** dinilai sebagai yang paling optimal dengan pertimbangan:

- Kinerja Mikrobiologis Terbaik:** E.coli terendah (6 MPN/100mL)
- pH Optimal:** Nilai 8,2 berada dalam rentang ideal untuk air minum (6,8-8,5)
- Keseimbangan Parameter:** Memberikan hasil yang relatif baik pada semua parameter yang diuji
- Coliform Terkendali:** Meskipun tidak terendah, masih dalam batas yang dapat diterima

1. 4. Efektivitas Penurunan Parameter Pencemar

Evaluasi efektivitas masing-masing susunan media dalam menurunkan parameter pencemar menunjukkan:

- **Parameter Fisik:** Susunan A dan B menunjukkan kinerja terbaik dalam menurunkan TDS dan TSS
- **Parameter Kimia:** Susunan B, C, dan D memberikan pH yang lebih optimal dibanding Susunan A
- **Parameter Mikrobiologi:** Susunan B unggul dalam mengendalikan E.coli, parameter kritis untuk keamanan air minum

Hasil penelitian ini mengkonfirmasi bahwa pemilihan dan pengaturan susunan media filtrasi sangat mempengaruhi efektivitas pengolahan air. Meskipun perbedaan statistik tidak signifikan, evaluasi deskriptif menunjukkan bahwa Susunan Media B memberikan kinerja terbaik secara keseluruhan untuk pengolahan air Danau Sentani di Kampung Hobong

KESIMPULAN

- Karakteristik kualitas air Danau Sentani sebelum pengolahan menunjukkan kondisi yang tidak memenuhi standar air bersih untuk konsumsi langsung. Dari tujuh parameter yang diuji, empat parameter yaitu TSS (83 mg/L), DO (4,93 mg/L), E.coli (245 CFU/100mL), dan Total Coliform (1.898 CFU/100mL) melebihi baku mutu yang ditetapkan dalam PP No. 22 Tahun 2021. Setelah melalui proses

filtrasi multi-media, terjadi perbaikan signifikan pada sebagian besar parameter, dengan tingkat keberhasilan yang bervariasi tergantung pada susunan media yang digunakan. Parameter fisik seperti TDS dan TSS mengalami penurunan substansial, parameter kimia seperti DO mengalami peningkatan yang signifikan, dan parameter mikrobiologi menunjukkan reduksi yang sangat efektif.

2. **Tingkat efektivitas** masing-masing susunan media filtrasi menunjukkan variasi kinerja yang berbeda dalam menurunkan kontaminan air Danau Sentani. Susunan Media A menunjukkan efektivitas tertinggi dalam menurunkan TDS (50,00%) dan TSS (79,52%), serta sangat efektif dalam mengeliminasi E.coli (91,02%) dan Total Coliform (81,03%). Susunan Media B unggul dalam eliminasi E.coli dengan efektivitas tertinggi sebesar 97,55% dan menunjukkan keseimbangan yang baik pada semua parameter. Susunan Media C dan D menunjukkan kinerja yang lebih rendah, terutama dalam parameter TSS dan DO yang masih belum memenuhi baku mutu. Secara keseluruhan, Susunan Media A dan B berhasil memenuhi seluruh baku mutu air bersih, sedangkan Media C dan D memiliki keterbatasan pada beberapa parameter.

3. **Berdasarkan analisis statistik ANOVA satu arah** dengan nilai F hitung $(0,037) < F \text{ tabel } (3,009)$ dan P-value $(0,990) > \alpha (0,05)$, secara statistik tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara keempat susunan media filtrasi. Namun, berdasarkan evaluasi deskriptif dan kepatuhan terhadap baku mutu air bersih, Susunan Media B dinilai sebagai konfigurasi paling optimal. Susunan Media B memberikan kinerja mikrobiologis terbaik dengan E.coli terendah (6 MPN/100mL), pH optimal (8,2), dan keseimbangan parameter yang sangat baik pada semua aspek pengujian. Hal ini mengkonfirmasi bahwa pemilihan dan pengaturan urutan media filtrasi sangat mempengaruhi efektivitas keseluruhan sistem pengolahan air.

SARAN

Untuk penelitian selanjutnya disarankan melakukan kajian mendalam tentang optimasi parameter operasional seperti laju alir, waktu kontak, dan frekuensi regenerasi media untuk meningkatkan efisiensi sistem. Perlu dilakukan studi kelayakan ekonomi dan analisis biaya-manfaat implementasi teknologi ini dalam skala yang lebih besar untuk memastikan sustainability program. Penelitian tentang pengembangan media filtrasi lokal yang mudah diperoleh dan terjangkau oleh masyarakat juga sangat diperlukan untuk meningkatkan aksesibilitas teknologi. Selain itu, kajian tentang integrasi sistem filtrasi multi-media dengan teknologi pengolahan air lainnya seperti disinfeksi UV atau ozonasi perlu dilakukan untuk menghasilkan sistem pengolahan air yang lebih komprehensif dan handal.

DAFTAR PUSTAKA

- Acehpedia. (2010). *Kualitas air dan pengelolaannya*. Diakses dari <https://www.acehpedia.org/> (sesuaikan jika ada URL resmi)
- Anggraini, R. (2017). *Penggunaan media filtrasi dalam pengolahan air*. [Laporan/ Artikel tidak dipublikasikan].
- Al Nawiswary, A., & Tangahu, B. V. (2022). Desain media filter pasir silika dan filter karbon aktif sebagai teknologi pengolahan air tanah tercemar di sekitar lahan bekas TPA Keputih. *Jurnal Teknik Kimia*.
- Brown, M. N. (1987). Dalam Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Ervina, M., dkk. (2022). Analisis kualitas air dan dampak kesehatan di Danau Sentani. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 15(2), 112–125.
- Furqon, F. (2004). *Pengantar statistik pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Fajri Ady Water. (2023). *Penyaringan air rumah tangga & kejernihan air minum*. Diakses dari <https://fajriadywater.com/>
- Gupta, R. K., & Ranjan, S. M. (2018). The use of silica sand in filtration and sedimentation processes. *International Journal of Water Resources*, 23(4), 112–119.
- Karam, S. H., et al. (2019). Effectiveness of silica sand filters in turbidity reduction. *Water Filtration Science Journal*, 14(2), 55–63.
- Kennedy, W. J., & Bush, A. A. (1985). Dalam Furqon, F. (2004). *Pengantar statistik pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Kurniawati, R. (2017). *Pemanfaatan pasir sebagai media penyaring dalam pengolahan air*. [Skripsi tidak dipublikasikan].
- Kogoya, E., Musfira, M., Purcahyono, J., & Pearlyn, M. (2022). Pengembangan kawasan wisata di Distrik Sentani Kabupaten Jayapura. *Jurnal MEDIAN Arsitektur dan Planologi*, 12(2), 95–104. <https://ojs.ustj.ac.id/abdimas/article/view/1168>
- Mashadi, A., Zikri, M., & dkk. (2018). Pengaruh media filter terhadap kejernihan air. [Skripsi/artikel tidak dipublikasikan].
- Nagamas Prima. (2023). *Media filter air dalam pengolahan air*. Diakses dari <https://nagamasprima.com/media-filter-air-dalam-pengolahan-air>
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2010). *Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- PP No. 20 Tahun 1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta: Kementerian Negara Lingkungan Hidup.
- Rahadiansyah, R. (2022). *Pengolahan air tanah menggunakan reverse osmosis dengan pretreatment berbasis pasir silika, manganese zeolit dan karbon aktif* (Disertasi, Universitas PGRI Adibuana Surabaya). <https://repository.unipasby.ac.id/id/eprint/1483/>
- Salama, H., Hartono, M. D., Danumihardja, G., Irma, & Priadi, R. C. (2019). Analisis efektivitas saringan pasir lambat dengan media pasir silika dan karbon aktif dalam penyisihan warna, TDS, amonia, dan nitrit pada air Danau Mahoni. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 16(93), 85–95.
- Sholahuddin, M., & Rodhi, N. N. (2024). Edukasi masyarakat peduli air bersih dalam upaya peningkatan pengetahuan masyarakat tentang air bersih. *Jurnal Abdimas Mandiri*, 8(3), 416–424.
- Suhartawan, B., Alfons, A. B., Rumawak, S. A., & Balabuana, G. B. (2023). Pemenuhan kebutuhan masyarakat terhadap air bersih di Kampung Hobong Distrik Sentani Kabupaten Jayapura. *Jurnal Abdimas Dinamis*, 4(1), 14–19. <https://www.academia.edu/114432943>
- Suhartawan, B. (2020). Dinamika kualitas air di Danau Sentani. *Jurnal Sumber Daya Air*, 16(4), 201–215.
- Sulastri, E. (2014). *Penggunaan media filter dalam penyaringan air limbah*. [Skripsi tidak dipublikasikan].
- Suhartawan, B., Haurissa, J., & Rumawak, S. A. (2022). Lake Sentani water quality index based on NSF-WQI as raw water for drinking water for Lake Sentani coastal communities, Jayapura Regency. *Jurnal Syntax Admiration*. <https://jurnalsyntaxadmiration.com>

- Tanjung, R. (2019). Analisis pencemaran limbah di wilayah tangkapan air Danau Sentani. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam*, 13(1), 33–47.
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L., & Stensel, H. D. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. New York: McGraw-Hill.
- Wahyuni, S., & Lumingas, L. (2020). Studi epidemiologi penyakit berbasis air di sekitar Danau Sentani. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 15(3), 276–290.
- Waterfilter.id. (2023). *Manfaat pasir silika untuk penyaringan air*. Diakses dari <https://waterfilter.id/>