

Pengolahan Air Sungai Musi Menggunakan Nanopartikel Perak dari Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) dengan Alat Filtrasi Sederhana

Prayoga Yudesta*, Anerasari Meidinariasty, Muhammad Yerizam

Jurusan Teknik Kimia, Program Studi Teknologi Kimia Industri, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang

*Koresponden email: prayogayudesta141203@gmail.com

Diterima: 8 September 2025

Disetujui: 11 September 2025

Abstract

Water pollution is a significant global environmental challenge caused by domestic, industrial, and agricultural waste containing hazardous pollutants such as heavy metals and pathogenic microorganisms. Conventional water treatment methods often have limitations and produce hazardous byproducts. Therefore, this study proposes an innovative approach using silver nanoparticles (AgNPs) synthesized in an environmentally friendly manner from water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) as a more environmentally friendly and sustainable alternative. The best AgNPs were found at a ratio of 2:8 with an incubation time of 120 hours, producing a wavelength of 439 nm, which indicates the optimal particle size for water treatment. The application of these optimal AgNPs in Musi River water treatment was evaluated based on BOD, COD, TSS, pH, and TDS parameters with varying operating times (10, 15, 20, 25, and 30 minutes). The results showed that a contact time of 30 minutes provided optimal water treatment efficiency, meeting the drinking water quality standards in accordance with Government Regulation No. 22 of 2021. The BOD value decreased to 1.9 mg/L (from 6.3 mg/L), COD to 8 mg/L (from 35 mg/L), TSS to 37 mg/L (from 78 mg/L), pH stabilized at 7.1 (from 6.3), and TDS to 561 mg/L (from 1230 mg/L).

Keywords: silver nanoparticles, water hyacinth, green synthesis, water treatment, musi river

Abstrak

Pencemaran air merupakan tantangan lingkungan global yang signifikan, disebabkan oleh limbah domestik, industri, dan pertanian yang mengandung polutan berbahaya seperti logam berat dan mikroorganisme patogen. Metode pengolahan air konvensional seringkali memiliki keterbatasan dan menghasilkan produk sampingan berbahaya. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pendekatan inovatif menggunakan nanopartikel perak (AgNPs) yang disintesis secara hijau dari eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. AgNPs terbaik ditemukan pada rasio 2:8 dengan waktu inkubasi 120 jam, menghasilkan panjang gelombang 439 nm, yang mengindikasikan ukuran partikel optimal untuk pengolahan air. Aplikasi AgNPs terbaik ini pada pengolahan air Sungai Musi dievaluasi berdasarkan parameter BOD, COD, TSS, pH, dan TDS dengan variasi waktu operasi (10, 15, 20, 25, dan 30 menit). Hasil menunjukkan bahwa waktu kontak 30 menit memberikan efisiensi pengolahan air yang optimal, memenuhi standar baku mutu air minum sesuai Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021. Nilai BOD turun menjadi 1,9 mg/L (dari 6,3 mg/L), COD menjadi 8 mg/L (dari 35 mg/L), TSS menjadi 37 mg/L (dari 78 mg/L), pH stabil pada 7,1 (dari 6,3), dan TDS menjadi 561 mg/L (dari 1230 mg/L).

Kata Kunci: nanopartikel perak, eceng gondok, sintesis hijau, pengolahan air, sungai musi

1. Pendahuluan

Pencemaran air merupakan salah satu tantangan lingkungan paling signifikan di dunia saat ini, yang disebabkan oleh limbah dari sektor domestik, industri, dan pertanian. Limbah-limbah ini mengandung berbagai polutan berbahaya, termasuk logam berat, mikroorganisme patogen, serta bahan organik yang sulit terurai, yang dapat membahayakan kesehatan manusia serta ekosistem perairan [1]. Meskipun teknologi pengolahan air terus mengalami perkembangan, metode konvensional seperti koagulasi, adsorpsi, dan filtrasi masih memiliki keterbatasan dalam menangani polutan kompleks, seperti logam berat dan mikroorganisme patogen [2].

Nanopartikel perak (AgNPs) telah banyak diteliti karena kemampuannya dalam menonaktifkan bakteri, mengadsorpsi polutan organik dan anorganik, serta berfungsi sebagai katalis dalam proses oksidasi berbagai kontaminan air [3]. AgNPs memiliki luas permukaan yang besar dan sifat antimikroba yang kuat, menjadikannya alternatif yang menjanjikan untuk meningkatkan kualitas air [4]. Selain itu, AgNPs yang

dihasilkan dari sintesis hijau menunjukkan stabilitas yang lebih baik dan aktivitas antimikroba yang lebih efektif dibandingkan dengan metode konvensional [5]. Metode ini memanfaatkan biomaterial alami sebagai agen pereduksi dan stabilisasi, menggantikan bahan kimia beracun [6].

Salah satu sumber biomaterial yang menarik adalah eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), yang dikenal sebagai tanaman invasif dengan pertumbuhan cepat. Kandungan fitokimia dalam eceng gondok, seperti flavonoid dan tanin, berperan dalam mereduksi ion perak menjadi AgNPs secara alami [7]. Penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa pemanfaatan eceng gondok tidak hanya membantu mengurangi limbah tanaman invasif, tetapi juga meningkatkan efisiensi sintesis nanopartikel melalui mekanisme bio-reduksi yang lebih cepat.

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada komponen bahan baku dan tata cara perlakuan terhadap nanopartikel perak yang dibuat antara lain variasi perbandingan eceng gondok dengan perak nitrat. Dan dalam penelitian ini dilakukan pengaplikasian untuk pengolahan air sungai musi sehingga nanopartikel perak tersebut dapat membuat air sungai musi menjadi air bersih. Berbeda dengan [8] yang membuat nanopartikel perak untuk menganalisa kandungan bakteri *E. coli*, serta [9] yang menggunakan nanopartikel perak untuk dijadikan antioksidan dan [10] yang lebih berfokus pada mikroba dalam air danau.

2. Metode Penelitian

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya pada Mei – Juli 2025.

Bahan dan Alat

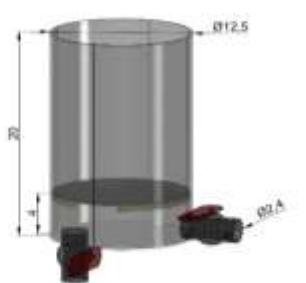
Bahan baku yang digunakan adalah eceng gondok, perak nitrat (AgNO_3) dan Aquadest. Alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 1** sebagai berikut:

Tabel 1. Alat yang Digunakan dan Fungsinya

No.	Nama Alat	Fungsi
1.	<i>Hot plate</i>	Pemanasan larutan saat ekstraksi
2.	Timbangan Analitik	Menimbang bahan
3.	<i>Magnetic stirrer</i>	Alat pengaduk pada <i>hot plate</i>
4.	Pipet ukur	Mengambil bahan dengan volume tertentu
5.	Gelas beaker	Wadah bahan
6.	Kertas saring	Untuk memisahkan larutan dan residu padatan
7.	Tabung reaksi	Untuk uji reaksi nanopartikel

Sumber : Laboratorium Politeknik Negeri Sriwijaya, (2025)

Alat operasi pengolahan air dapat diamati pada **Gambar 1** berikut:



Gambar 1. Alat Filtrasi Sederhana (2025)

Prosedur Penelitian

a. Proses Pembuatan Ekstrak Eceng Gondok

Membersihkan eceng gondok dengan air bersih lalu mengeringkan eceng gondok selama 2 hari di bawah sinar matahari. Dan menghaluskan eceng gondok dengan blender setelah itu mengayak serbuk eceng gondok dengan ukuran 20 mesh kemudian menimbang 200 gr serbuk eceng gondok dan memanaskan dengan 1000 ml aquadest pada suhu 60 °C selama 15 menit lalu menyaring dengan kertas saring filtrat ekstrak eceng gondok dan menyimpan larutan induk di tempat yang aman.

b. Proses Pembuatan Larutan AgNO_3 10 mM

Menimbang serbuk AgNO_3 sebanyak 1,70 g. dan melarukan ke dalam 1000 ml aquadest kemudian memasukkan ke dalam labu ukur dan menyimpan di tempat yang aman.

c. Proses Sintesis Nanopartikel Perak (AgNPs)

Menyiapkan larutan induk ekstrak eceng gondok dan larutan AgNO_3 lalu mencampurkan larutan ekstrak eceng gondok dengan larutan AgNO_3 dengan perbandingan (2:8; 3:7) masing – masing 5 sampel dengan volume 100 mL per sampel selanjutnya melakukan pemanasan sampel dengan *hot plate* dan diaduk menggunakan *stirrer* dengan suhu 60 °C selama 15 menit hingga berubah warna menjadi keruh kecoklatan yang menandakan bahwa AgNPs sudah terbentuk dan melakukan inkubasi sampel dengan menggunakan variasi waktu [24, 72, 120 Jam] dalam wadah kedap udara selanjutnya melakukan uji karakteristik AgNPs.

d. Proses Pengolahan Air

Menyiapkan alat pengolahan air beserta bahan – bahan seperti air sungai dan AgNPs lalu memasukkan air sungai musi ke dalam tangki penampung dan memasukkan juga AgNPs ke dalam tangki filtrasi lalu mengalirkan air dengan cara menghidupkan pompa untuk menuju ke tangki filtrasi selanjutnya mengatur waktu operasi filtrasi selama [10, 15, 20, 25, 30 menit] dan mengalirkan air yang sudah difiltrasi menuju tempat penampungan air bersih dengan membuka valvenya untuk kemudian melakukan analisa baku mutu air bersih.

3. Hasil dan Pembahasan

Data Hasil Analisa Nanopartikel Perak (AgNPs) dengan Spektrofotometri UV – VIS

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan didapatkan didapatkan hasil analisa nanopartikel perak (AgNPs) dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Data Hasil Analisa Nanopartikel Perak (AgNPs) dengan Spektrofotometri UV – VIS

No.	Sampel	Konsentrasi AgNPs		Panjang Gelombang (nm)	Keterangan
		Rasio	Waktu Inkubasi (Jam)		
1.	A1	2:8	24	418	Terbentuk
3.	A3	2:8	72	423	Terbentuk
5.	A5	2:8	120	439	Terbentuk (terbaik)
6.	B1	3:7	24	416	Terbentuk
8.	B3	3:7	72	425	Terbentuk
10.	B5	3:7	120	432	Terbentuk

Sumber: Spektrofotometri UV – VIS UNSRI, 2025

Data Hasil Analisa Parameter Air Sungai

Data hasil analisa pengolahan air sungai menggunakan nanopartikel perak (AgNPs) dengan rasio 2:8 dan waktu inkubasi 120 jam dapat dilihat pada **Tabel 3**.

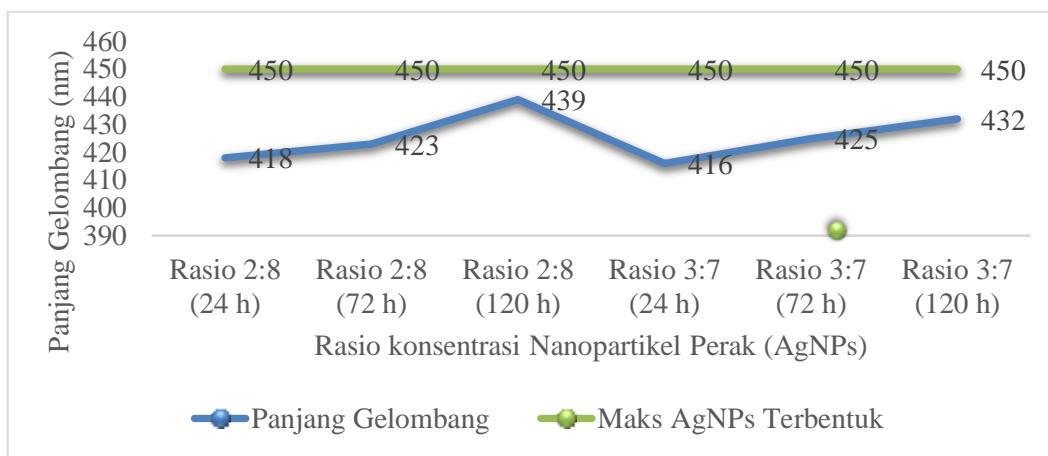
Tabel 3. Data Hasil Analisa Parameter Air Sungai

Sampel	Waktu Operasi (Menit)	BOD	COD	TSS	pH	TDS	Keterangan
C	0	6,3	35	78	6,3	1230	
	10	4,6	26	62	6,8	1087	Tidak Memenuhi
	15	3,2	23	56	7,3	1007	Tidak Memenuhi
	20	2,8	17	51	7,6	812	Tidak Memenuhi
	25	2,2	13	44	7,1	735	Tidak Memenuhi
	30	1,9	8	37	7,1	561	Memenuhi

Sumber : Balai Besar Laboratorium Kesehatan Palembang, 2025

Hasil Analisa Nanopartikel Perak (AgNPs)

Setelah dilakukan pembuatan larutan induk perak nitrat dan larutan induk eceng gondok, selanjutnya dicampurkan dengan rasio 2:8 dan 3:7 dan dilakukan pemanasan agar nanopartikel perak terbentuk lalu dilakukan inkubasi selama 24, 72, 120 jam dan dianalisa menggunakan spektrofotometri UV – VIS. Didapatkan hasil **Gambar 2** sebagai berikut.



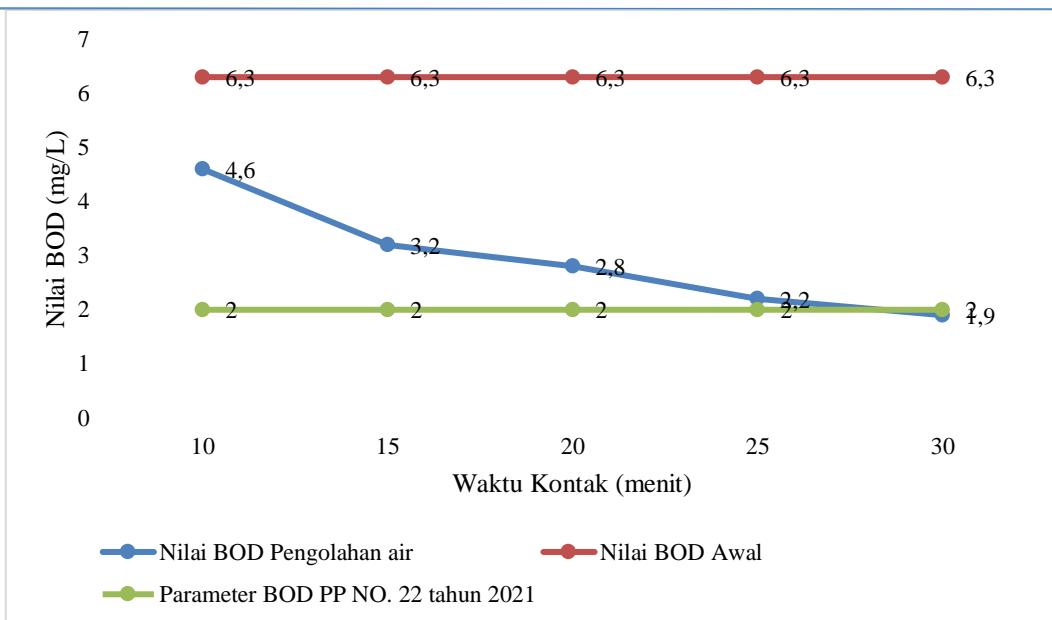
Gambar 2. Grafik Panjang Gelombang Nanopartikel Perak (AgNPs)

Setelah melihat dari data grafik pada **Gambar 2** dapat diketahui bahwa rentang panjang gelombang yang diperoleh sudah memenuhi standar pembentukan nanopartikel dimana nanopartikel terbentuk pada rentang panjang gelombang 400 – 450 nm dan hal ini membuktikan bahwa keberhasilan pada penelitian ini. Untuk nanopartikel terbaik berada pada sampel rasio 2:8 dengan waktu 120 jam dimana menunjukkan panjang gelombang 439 nm yang memiliki ukuran partikel yang dapat digunakan untuk pengolahan air. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan [11] yang menunjukkan puncak absorbansi di 420 nm, mengindikasikan pembentukan AgNPs yang stabil.

Hasil Analisa BOD

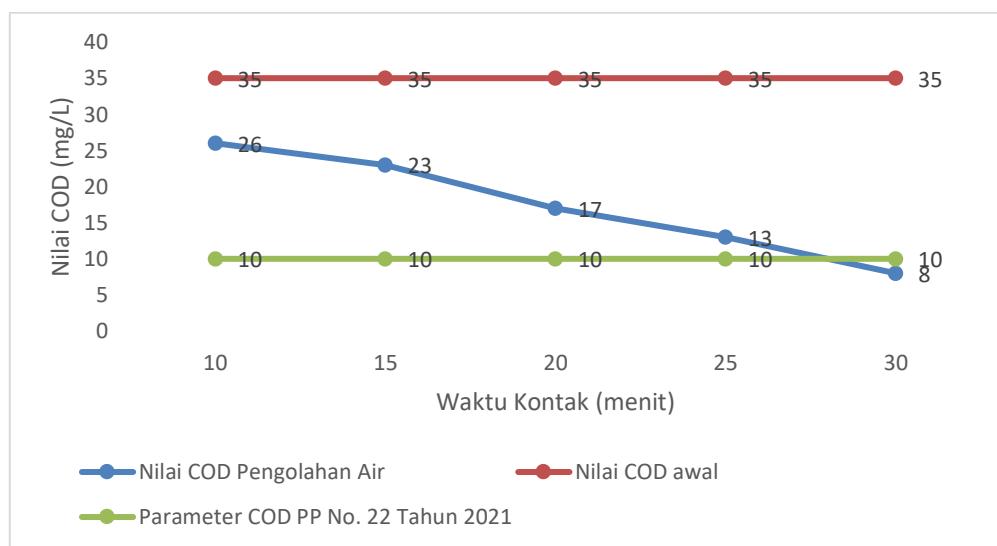
Analisa BOD dilakukan untuk mengetahui jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam air selama periode tertentu. Untuk melakukan penurunan kadar BOD dilakukan pengolahan air dengan menggunakan nanopartikel perak (AgNPs) yang dapat dilihat hasilnya melalui **Gambar 3**.

Setelah melihat dari grafik tersebut dapat kita ketahui bahwa pada waktu kontak 30 menit memiliki nilai BOD 1,9 mg/L yang memenuhi standar parameter PP NO. 22 Tahun 2021 yaitu nilai BOD maksimum 2 mg/L. Hal ini terjadi dikarenakan waktu kontak antara nanopartikel perak (AgNPs) berlangsung cukup lama yaitu selama 30 menit sehingga nanopartikel perak (AgNPs) dapat menyerap dengan sangat baik, dan karakteristik nanopartikel perak yang dihasilkan sudah bisa dikatakan baik. Sesuai dengan [12] parameter nilai BOD untuk air sungai yang diolah menjadi air minum umumnya berkisar antara 5 – 10 mg/L dan jika sudah diolah maka nilai BOD berkisar dibawah 2 mg/L.


Gambar 3. Grafik Hasil Analisa BOD

Hasil Analisa COD

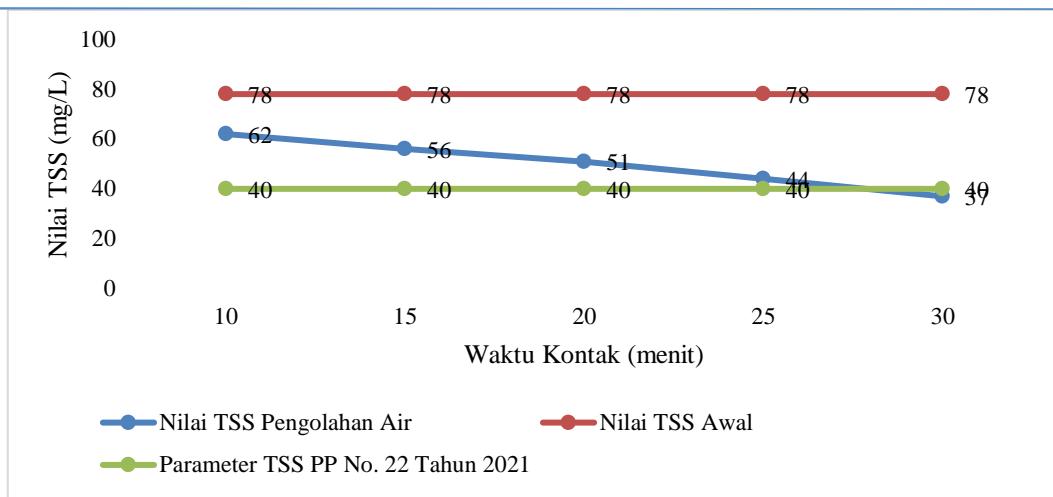
Analisa nilai COD ini bertujuan untuk mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi semua bahan organik (baik yang mudah maupun sulit terurai) dalam air. Untuk melakukan penurunan kadar COD dilakukan pengolahan air dengan menggunakan nanopartikel perak (AgNPs) yang dapat dilihat hasilnya melalui **Gambar 4** berikut.


Gambar 4. Grafik Hasil Analisa COD

Dari hasil analisa gambar grafik tersebut menunjukkan bahwa adanya penurunan yang signifikan dari nilai COD yang awalnya 45 mg/L sehingga dapat dikatakan bahwa nanopartikel perak dapat bekerja dengan efektif, dan untuk nilai COD yang memenuhi syarat terdapat pada waktu kontak 30 menit yang mana hal ini dipengaruhi waktu dan juga partikel permukaan yang dapat menyerap dengan baik. Sesuai dengan hasil penelitian [13] nanopartikel perak dapat menurunkan kadar COD hingga 30% dan menghasilkan nilai COD yang sesuai standar.

Hasil Analisa TSS

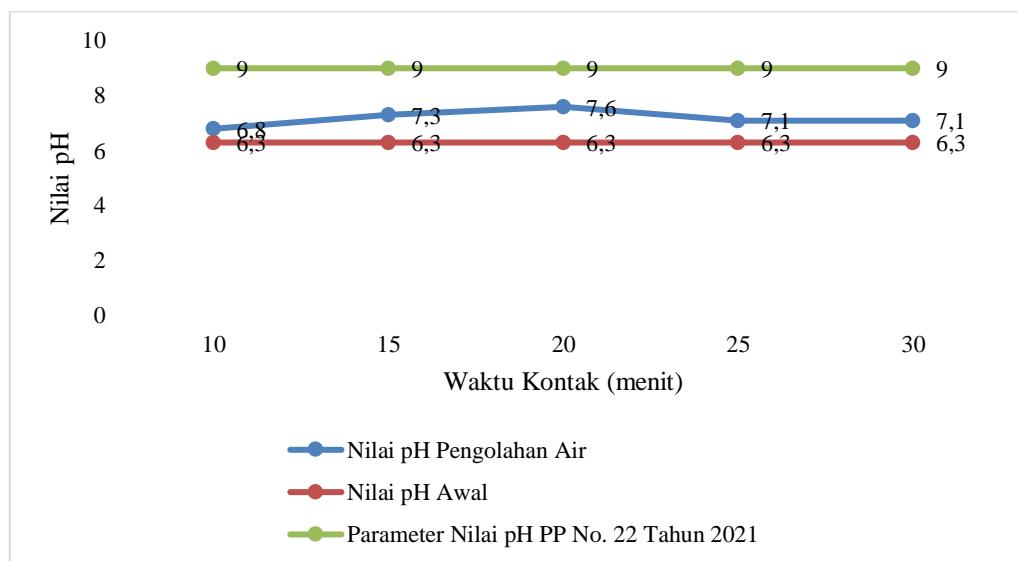
Total Suspended Solids (TSS) adalah jumlah padatan tersuspensi (baik organik maupun anorganik) yang terdapat dalam air. Padatan ini meliputi partikel lumpur, pasir halus, bahan organik, plankton, hingga mikroplastik. Sehingga untuk memenuhi standar nilai TSS maka dilakukan pengolahan air dengan nanopartikel perak (AgNPs) dan didapatkan hasil sebagai berikut.


Gambar 5. Grafik Hasil Analisa TSS

Dari gambar grafik tersebut dapat kita analisa bahwa nanopartikel perak juga sangat berpengaruh pada penurunan nilai TSS yang tinggi, permukaan partikel yang sesuai dapat menyerap suspensi yang mengganggu. Dan pada grafik dapat dilihat bahwa waktu kontak 30 menit dapat memenuhi standar penurunan nilai TSS, sehingga hal ini membuktikan lagi bahwa kontak antara nanopartikel perak dengan air sungai terjadi filtrasi dan penyerapan yang baik.

Hasil Analisa pH

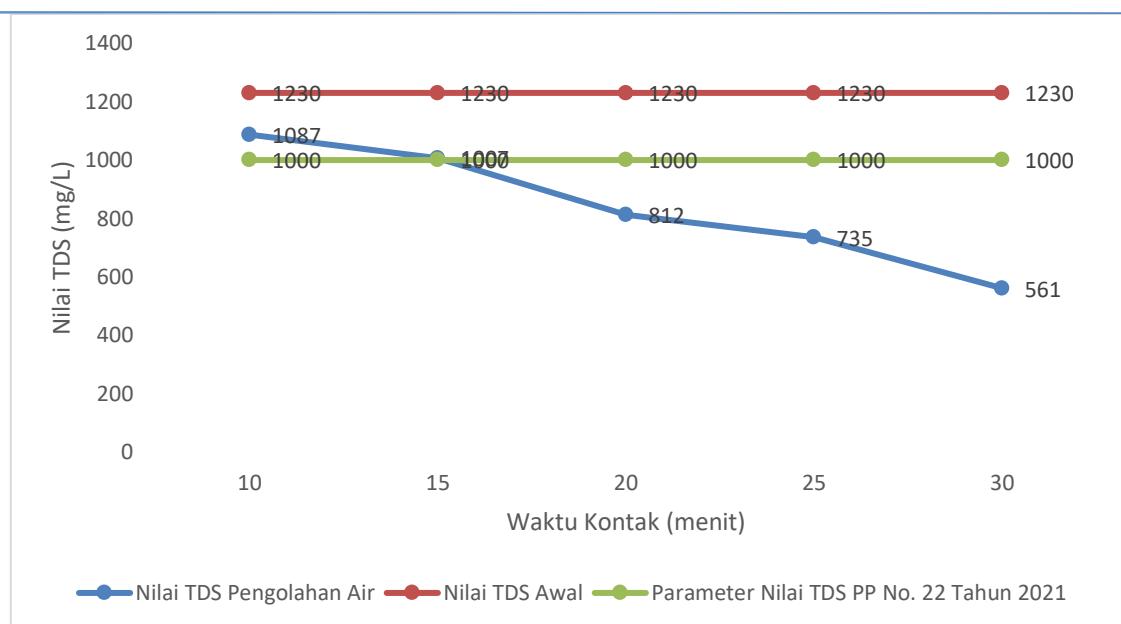
Analisa pH ini dilakukan untuk melihat tingkat keasaman dan kebasaan dari air, dalam hal ini nanopartikel perak berfungsi untuk menetralkan pH air agar dapat dimanfaatkan untuk minum. Dapat dilihat pada **Gambar 6** berikut.


Gambar 6. Grafik Hasil Analisa pH

Setelah melihat grafik tersebut diketahui bahwa pH yang dihasilkan oleh filtrasi nanopartikel perak sudah memenuhi standar PP No. 22 Tahun 2021 dimana standar pH yang masuk kategori air minum yaitu berkisar antara 6 – 9. Namun untuk mendapatkan kualitas air minum yang baik dipilihlah pH yang netral yaitu 7 sehingga dari data dapat kita ambil yang terbaik adalah waktu kontak 25 menit dan 30 menit, hal ini sejalan dengan hasil penelitian [14] yang menyatakan baku mutu untuk air minum adalah pH 7.

Hasil Analisa TDS

Analisa TDS ini untuk melihat jumlah total zat padat terlarut dalam air, termasuk ion anorganik (kalsium, magnesium, klorida, sulfat), senyawa organik, serta logam berat dalam bentuk terlarut. Setelah dilakukan pengolahan air dengan nanopartikel perak dapat dilihat hasil yang didapat pada **Gambar 7** berikut.


Gambar 4. 1 Grafik Hasil Analisa TDS

Nilai TDS yang tinggi sangat mempengaruhi kualitas dari air yang diolah, sehingga amat sangat penting untuk diperhatikan, berdasarkan PP NO. 22 Tahun 2021 batas maksimum untuk nilai TDS air adalah 1000 mg/L. Sehingga dari grafik tersebut pada waktu kontak 30 menit didapatkan hasil maksimal setelah diolah dengan nanopartikel perak. Sama dengan hasil penelitian [15] mendapatkan bahwa nilai TDS 500 sudah memenuhi standar air minum.

4. Kesimpulan

Hasil deteksi nanopartikel perak (AgNPs) yang dihasilkan pada penelitian ini membuktikan bahwa terbentuknya nanopartikel dengan melihat dari panjang gelombang didapatkan nanopartikel terbentuk yang terbaik terdapat pada konsentrasi rasio 2:8 dengan waktu inkubasi 120 jam dimana panjang gelombang yang didapat 439 nm. Sehingga nanopartikel dapat dimanfaatkan untuk pengolahan air sungai musi menjadi standar air minum.

Pengaruh konsentrasi nanopartikel perak tersebut setelah dilakukan pengolahan air sungai musi dengan meninjau parameter BOD, COD, TSS, PH dan TDS dengan memanfaatkan waktu kontak antara nanopartikel perak dengan air sungai musi selama 30 menit mendapatkan hasil yang baik yang memenuhi standar air minum sesuai PP NO. 22 Tahun 2021.

5. Referensi

- [1] Singh, Nirankar, et al. "Challenges of water contamination in urban areas." *Current directions in water scarcity research.* Vol. 6. Elsevier, 2022. 173-202.
- [2] Corbella, Clara, et al. "Operational, design and microbial aspects related to power production with microbial fuel cells implemented in constructed wetlands." *Water research* 84 (2015): 232-242.
- [3] P. P. Desai, M. J. Radha, G. Savitha, and R. Boregowda, "Versatile strategies for multifaceted nanoparticle synthesis—An overview," *Nanotechnol. Silico Tools Nat. Remedies Drug Discov.*, no. November, pp. 155–168, 2023, doi: 10.1016/B978-0-443-15457-7.00023-X.
- [4] T. Yin *et al.*, "In vitro evaluation of hypochlorous acid-silver nanoparticle waterline disinfectant for dental unit waterline disinfection," *BMC Chem.*, vol. 19, no. 1, 2025, doi: 10.1186/s13065-025-01382-9.
- [5] M. Abareethan *et al.*, "Biogenic silver nanoparticles from Solanum trilobatum leaf extract and assessing their antioxidant and antimicrobial potential," *Chem. Phys. Impact*, vol. 9, no. October, p. 100771, 2024, doi: 10.1016/j.chphi.2024.100771.
- [6] D. Hermanto, N. Ismillayli, and D. H. Fatwa, "Electrosynthesis of Silver Nanoparticle Using Green Tea Leaf Extract and Photocatalytic Methylene Blue Dye Degradation," *vol. 1, no. 1*, pp. 11–21, 2024.
- [7] A. J. Adur *et al.*, "Eco-innovative break through: Tamarind shell-derived silver nano particles for advanced wastewater bacterial purification," *Sci. Talks*, vol. 13, no. September 2024, p. 100417, 2025, doi: 10.1016/j.sctalk.2024.100417.

- [8] I. Patabang, S. Kasim, and P. Taba, "Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Kluwak Pangium edule Reinw Sebagai Bioreduktor dan Uji Aktivitasnya Sebagai Antioksidan," *J. Ilmu Alam dan Lingkung.*, vol. 10, no. 1, pp. 42–50, 2019, doi: 10.20956/jal.v10i1.6557.
- [9] Oktavia, Intan Nabilah, and Suyatno Sutoyo. "Review Artikel: Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Tumbuhan Sebagai Bahan Antioksidan." *UNESA Journal of Chemistry* 10.1 (2021): 37-54.
- [10] M. Yasser and A. . I. A. Asfar, "Karakterisasi Uji Kestabilan Nanopartikel Perak-Ekstrak Daun Sirih Hijau Menggunakan Spektroskopi Uv-Vis," *J. Tek. Kim.*, vol. 2, no. 2, p. 2021, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/but/article/view/2836>
- [11] Robinson Manalu, Efie Indrianti, and D. Muhtar, "Pembuatan Nanopartikel Perak (AgNP) Dengan Antibakteri Bioreduktor Ekstrak Ampas Jeruk Nipis (*Citrus Aurantifolia*)," *J. Teknol.*, vol. 14, no. 2, pp. 560–570, 2024, doi: 10.51132/teknologika.v14i2.431.
- [12] Didi Sangaji and Tata Sutabri, "Optimalisasi Prediksi Indeks Kualitas Air di Indonesia dengan Menggunakan Machine Learning Melalui Pendekatan Metode Prophet," *Switch J. Sains dan Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 5, pp. 01–14, 2024, doi: 10.62951/switch.v2i5.277.
- [13] Sari, Dewi Kurnia, J. Jhonny, and Isna Apriani. "Kajian Beban Pencemaran Beberapa Saluran yang Bermuara ke Sungai Kapuas di Kecamatan Pontianak Utara Kota Pontianak (Studi Kasus: Kelurahan Batulayang dan Siantan Hilir)." *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah* 2.1 (2014): 1-10.
- [14] A. Latifa and T. Indriyatmoko, "The Effect Of Giberelin And Retardant Substance To Stem Elongation Of Maize (*Zea Mays L.*)," *J. Sains Dasar*, vol. 2022, no. 2, pp. 58–62, 2022.
- [15] Muhammad Farhan Siddik Abdillah and Syadzadhiya Qothrunada Zakiyayasin Nisa, "Analisis Kualitas Air Baku Sungai Segah dan Air Instalasi Pengolahan Air (IPA) Raja Alam Perumda Batiwakkal Berau, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur," *INSOLOGI J. Sains dan Teknol.*, vol. 4, no. 1, pp. 102–112, 2025, doi: 10.55123/insologi.v4i1.4789.