

IMPLEMENTASI PENERAPAN MEMBRAN FILTRASI DALAM MENGHILANGKAN TOTAL DISSOLVED SOLIDS (TDS) DAN TOTAL SUSPENDED SOLIDS (TSS) DALAM AIR SUMUR

Ian Kurniawan^{1*}, Nabila Aprianti², M. Saleh Al Amin³

¹Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Palembang.
Email: iankurniawan@univpgri-palembang.ac.id

²Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Palembang.

³Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Palembang.

ABSTRACT

Groundwater is a crucial and essential resource for human life and the environment. One of the significant challenges in water purification is the reduction of Total Dissolved Solids (TDS) and Total Suspended Solids (TSS), which can adversely affect water quality. This research aims to evaluate the effectiveness of implementing filtration membranes in removing TDS and TSS from water. The study utilizes microfiltration and nanofiltration membrane sizes arranged in parallel and various operational parameters (flux and rejection) to test the membrane's ability to reduce the concentration of TDS and TSS in water samples. Measurements are conducted using standard chemical analysis methods, including electrical conductivity for TDS and gravimetry for TSS. The research results show that the use of filtration membranes can significantly reduce the concentrations of TDS and TSS in water. The membrane pore size, operational pressure, and water flow rate affect the efficiency of TDS and TSS reduction. The use of membranes with smaller pore sizes tends to be more effective in removing TDS, while TSS is more effectively removed with larger pore sizes. This research provides critical insights into the use of filtration membranes as an effective solution to address TDS and TSS issues in water purification. The results of this study can serve as a basis for planning and implementing more efficient and sustainable water purification systems.

Keywords: Microfiltration, Nanofiltration, TSS, TDS

ABSTRAK

Air sumur adalah sumber daya penting yang krusial bagi kehidupan manusia dan lingkungan. Salah satu tantangan besar dalam pemurnian air adalah pengurangan Total Dissolved Solids (TDS) dan Total Suspended Solids (TSS) yang dapat mengganggu kualitas air. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penerapan membran filtrasi dalam menghilangkan TDS dan TSS dalam air. Penelitian ini menggunakan membran filtrasi dengan ukuran mikrofiltrasi dan nanofiltrasi yang disusun paralel dan berbagai parameter operasional (fluks dan rejeksi) untuk menguji kemampuan membran dalam mengurangi konsentrasi TDS dan TSS dalam sampel air. Pengukuran dilakukan menggunakan metode analisis kimia standar, termasuk konduktivitas elektrik untuk TDS dan gravimetri untuk TSS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan membran filtrasi dapat secara signifikan mengurangi konsentrasi TDS dan TSS dalam air. Ukuran pori membran, tekanan operasional, dan laju aliran air mempengaruhi efisiensi pengurangan TDS dan TSS. Penggunaan membran dengan ukuran pori yang lebih kecil cenderung lebih efektif dalam menghilangkan TDS, sementara TSS lebih efektif dihilangkan dengan ukuran pori yang lebih besar. Penelitian ini memberikan wawasan penting tentang penggunaan membran filtrasi

sebagai solusi yang efektif dalam mengatasi masalah TDS dan TSS dalam pemurnian air. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk perencanaan dan implementasi sistem pemurnian air yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Kata Kunci : Mikrofiltrasi, Nanofiltrasi, TDS dan TSS

1. PENDAHULUAN

Air adalah sumber daya yang sangat penting bagi semua makhluk hidup. Di Indonesia, sebagian besar penduduk mengandalkan air permukaan, seperti sungai dan sumur, untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari mereka (Purwanto, 2020). Namun, krisis air bersih sering terjadi, terutama di Sumatera dan Kalimantan, terutama selama musim kemarau. Debit sungai menurun, sumur mulai mengering, dan kualitas air permukaan memburuk dengan peningkatan zat kimia, nutrisi, limbah padat, tumpahan minyak, dan limbah berbahaya. Air menjadi lebih asam (dengan pH rendah), berwarna coklat, dan mengandung bahan organik (Mulyono, 2019).

Kualitas air sangat penting untuk kesejahteraan manusia, dan akses ke air bersih adalah alat efektif untuk meningkatkan kesehatan dan mengurangi kemiskinan. WHO (Organisasi Kesehatan Dunia) adalah otoritas internasional dalam hal kesehatan masyarakat dan kualitas air. WHO berperan dalam mencegah penyebaran penyakit yang terkait dengan air dengan mendorong peraturan berdasarkan kesehatan bagi pemerintah dan bermitra dengan penyedia air, masyarakat, dan rumah tangga untuk mempromosikan manajemen risiko yang efektif (WHO, 2020).

Penting untuk dicatat bahwa air bersih dan air minum adalah dua hal yang berbeda. Untuk dianggap aman untuk diminum, air bersih harus memenuhi sejumlah persyaratan kimiawi, fisik, dan bakteriologis (Yohannes et al., 2019). Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 dan Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2005 mengatur penyediaan air bersih bagi masyarakat, terutama di pedesaan yang sering menggunakan sistem non-perpipaan karena pemukiman yang terpencar. Di perkotaan, PDAM biasanya menyediakan air bersih, tetapi air sungai yang digunakan oleh PDAM sering kali belum memenuhi standar kualitas yang diinginkan karena tercemar oleh limbah rumah tangga. Di Sumatera Selatan, standar baku mutu air sungai telah diatur oleh Peraturan Gubernur Nomor 16 Tahun 2005 tentang Peruntukan Air dan Baku Mutu Air Sungai.

PDAM mengelola air permukaan dari sumur dan sungai untuk memenuhi sebagian besar kebutuhan air minum di Indonesia. Namun, tingkat kebutuhan air rata-rata masih tidak terpenuhi oleh PDAM, yang mengakibatkan munculnya industri air kemasan dengan berbagai merek (Miranti, 2022). Air minum isi ulang skala kecil tersebar di seluruh kota Indonesia karena harga air minum dalam kemasan yang mahal tidak terjangkau oleh sebagian besar orang. Hasil wawancara mendalam dengan masyarakat di Kecamatan Sukarami mengungkapkan bahwa sekitar 60% penduduk masih mengandalkan air sumur untuk kebutuhan sehari-hari, terutama air minum. Namun, air sumur yang tidak diolah terlebih dahulu memiliki potensi kontaminasi oleh Total Suspended Solids (TSS) dan Total Dissolved Solids (TDS) (Mayangsari et al., 2023).

Palembang, yang dikelilingi oleh Sungai Musi, adalah ibu kota provinsi dengan populasi 1,5 juta orang yang tinggal di 14 kecamatan. Pertumbuhan industri dan pembangunan yang pesat di kota ini, bersama dengan sistem pipa tua yang bocor, telah menyebabkan banyak kehilangan air. Sebagai akibatnya, PDAM Tirtamusi hanya melayani sebagian kecil dari pelanggan yang seharusnya mereka layani. Beberapa daerah, termasuk wilayah RT 38, 39, dan 40 di Sukarami, belum menerima layanan air dari PDAM. Mayoritas penduduk masih menggunakan sumber air seperti air tanah, air sungai, air hujan, mata air, dan sebagainya. Masalah utama adalah bahwa kualitas air ini sering kali tidak memenuhi standar, terutama selama musim kemarau (Pratiwi, 2023).

Mengingat masalah serius kurangnya air bersih di banyak daerah di Sumatera Selatan, terutama di pedesaan yang belum terjangkau oleh PDAM, telah diupayakan pengembangan perangkat sederhana untuk mengolah air dari rawa menjadi air bersih yang dapat digunakan oleh penduduk setempat. Pembangunan infrastruktur air bersih di daerah ini terbatas oleh keterbatasan dana dan kondisi geografis yang umumnya dataran rawa (Patmawati et al., 2023). Karena keterbatasan penyediaan air bersih yang memenuhi syarat, teknologi tepat guna perlu diterapkan untuk mengatasi masalah tersebut. Masyarakat perlu diberi pengetahuan dan keterampilan untuk mengolah air yang kurang layak menjadi air yang aman. Teknologi ini harus terjangkau, mudah digunakan, dan bahan-bahannya harus tersedia di lokasi untuk membantu mengatasi masalah ketidakterediaan air bersih. Salah satu solusi adalah teknologi filtrasi membran, yang dapat efektif menghilangkan kontaminan air (Kurniawan dan Mariadi, 2023).

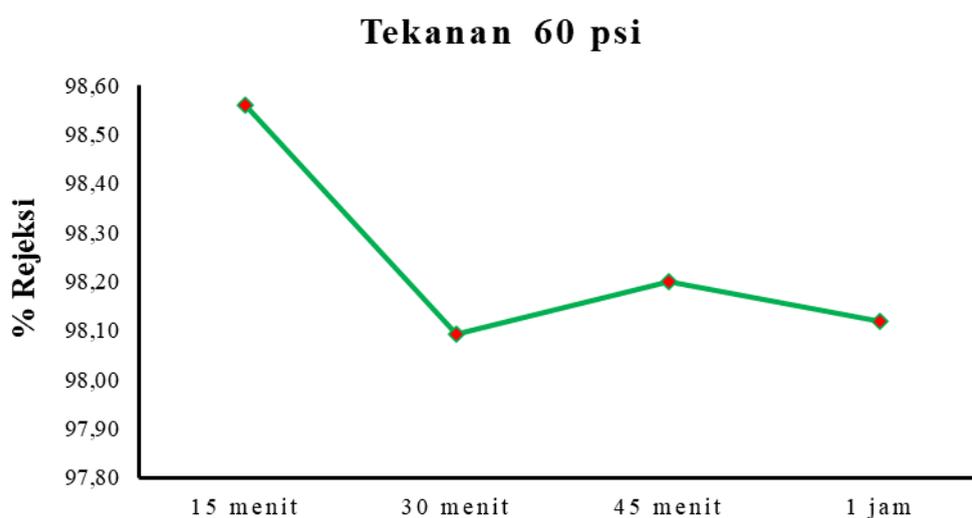
2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian kuantitatif yang melibatkan perhitungan kemampuan membran dan analisis observasional terhadap kadar TSS dan TDS dalam air sumur sebelum dan setelah proses filtrasi. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas PGRI Palembang. Pelaksanaan penelitian akan berlangsung dari bulan Januari 2023 hingga Agustus 2023. Sampel yang digunakan adalah air Sumur yang berasal dari Wilayah penelitian di Sukarami, Palembang. Teknik pengambilan sampel dalam air sumur menggunakan metode *grab* dan *composite*, yaitu dengan mengambil sampel air limbah dari 5 sumur yang berbeda pada kedalaman bagian permukaan sumur, bagian kedalaman bagian tengah dan bagian dasar. Variabel independen dalam penelitian ini adalah kadar TSS dan TDS sebelum dan setelah proses filtrasi membran, sedangkan variabel dependen penelitian ini adalah kinerja membrane (fluks dan rejeksi) Proses filtrasi membran akan dilakukan dengan tekanan operasi sebesar 60 psi, dengan variasi waktu proses masing-masing selama 15 menit, 30 menit, 45 menit dan 1 jam. Pengaturan tekanan dan waktu tersebut sesuai dengan kondisi optimal yang direkomendasikan oleh produsen dalam kinerja nanofiltrasi. Membran filtrasi yang digunakan adalah mikrofiltrasi dan nanofiltrasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data primer diperoleh melalui pengambilan sampel air dengan parameter kualitas air yang mencakup turbiditas (Turbidity), total dissolved solids (TDS), dan total suspended

solids (TSS). Pengukuran parameter turbidity dilakukan dengan menggunakan alat turbidimeter, sementara parameter TDS diukur dengan alat TDS meter. Untuk parameter TSS, pengukurannya dilakukan dengan metode gravimetri, yaitu dengan mengukur perubahan berat sampel air setelah proses pemanasan. Setelah proses pengukuran nilai TSS dan TDS awal, sampel dimasukkan ke dalam membrane filtrasi mikrofiltrasi dan nanofiltrasi untuk menentukan nilai rejeksi dalam menghilangkan TDS dan TSS. Dari hasil penelitian didapatkan nilai rejeksi terhadap TSS seperti terlihat dalam Gambar 1.



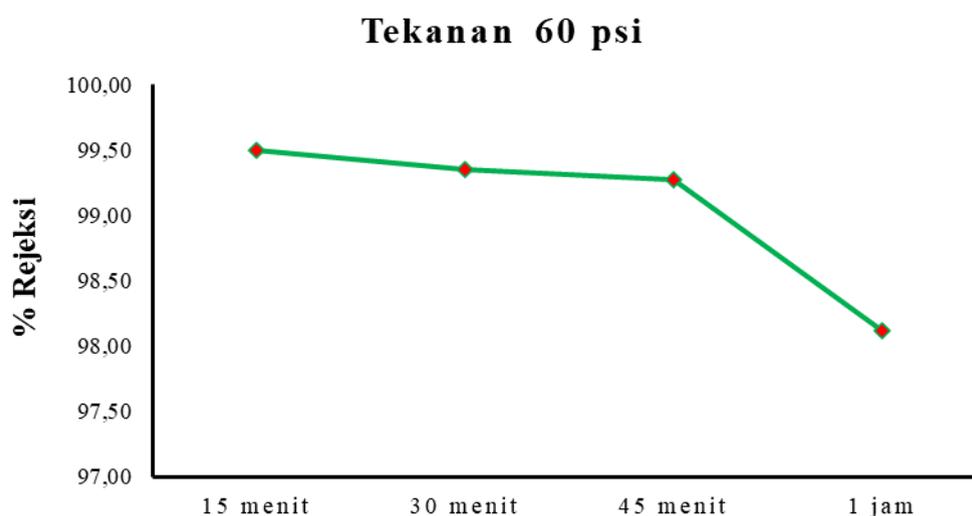
Gambar 1. Rejeksi membran mf dan nf terhadap TSS

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rejeksi Hybrid membrane MF dan NF mencapai kondisi optimal rejeksi TSS sebesar 98,60 %. Hubungan antara Total Suspended Solids (TSS) dengan membran mikrofiltrasi dan nanofiltrasi dalam proses pengolahan air adalah sangat signifikan. TSS mengacu pada partikel padat yang terdapat dalam air, seperti debu, pasir, lumpur, dan materi organik padat. Membran mikrofiltrasi dan nanofiltrasi berperan penting dalam menghilangkan partikel TSS dari air. Membran mikrofiltrasi memiliki pori-pori dengan ukuran yang lebih besar, yang memungkinkan penyaringan partikel-partikel yang lebih besar seperti pasir dan debu sedangkan membran nanofiltrasi memiliki pori-pori yang lebih kecil dan dapat menghilangkan partikel-partikel yang lebih halus seperti materi organik padat. Oleh karena itu, keduanya dapat digunakan untuk mengurangi TSS dalam air sumur (Meldha et al., 2023).

Dengan mengurangi TSS dalam air, membran mikrofiltrasi dan nanofiltrasi membantu meningkatkan efisiensi proses penyaringan. Partikel TSS yang dapat mengotori permukaan membran dan mengganggu proses penyaringan dapat dihilangkan dengan baik oleh kedua jenis membran ini. Ini menghasilkan air yang lebih jernih dan bersih. Selain menghilangkan TSS, membran nanofiltrasi juga memiliki kemampuan untuk menghilangkan zat-zat kimia yang terlarut dalam air (Khan et al., 2023). Hal ini membuatnya cocok untuk mengatasi TSS dan senyawa-senyawa organik yang larut

dalam air. Membran nanofiltrasi dapat menghilangkan senyawa-senyawanya yang mungkin tidak dapat diatasi oleh membran mikrofiltrasi.

Kedua jenis membran ini digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk penyediaan air minum yang aman dan efisien serta pengolahan air limbah. Dalam penyediaan air minum, pengurangan TSS sangat penting karena TSS dapat mengandung bakteri dan patogen potensial yang berbahaya bagi kesehatan manusia (Alfaiaa, et al., 2023). Dalam pengolahan air limbah, pengurangan TSS dapat membantu memenuhi standar regulasi lingkungan. Dengan demikian, hubungan antara Total Suspended Solids (TSS) dan membran mikrofiltrasi serta nanofiltrasi adalah bahwa kedua jenis membran ini berperan penting dalam mengurangi TSS dalam air, meningkatkan efisiensi penyaringan, dan menyediakan air yang lebih bersih dan aman untuk berbagai aplikasi seperti penyediaan air minum dan pengolahan air limbah. Selain efektif menurunkan TSS, membrane filtrasi MF-RO juga memiliki kemampuan dalam menghilangkan TDS. Hasil penelitian dan kinerja membran terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Rejeksi membran MF dan NF terhadap TDS

Membran mikrofiltrasi dan nanofiltrasi memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menurunkan kadar Total Dissolved Solids (TDS) dalam air sumur hamper mencapai 100 %. TDS mengacu pada jumlah total semua senyawa terlarut dalam air, termasuk garam, mineral, senyawa organik terlarut, dan lainnya. Perbedaan utama antara membran mikrofiltrasi dan nanofiltrasi adalah ukuran pori mereka. Membran mikrofiltrasi memiliki pori-pori yang lebih besar dibandingkan dengan membran nanofiltrasi (Langdali et al., 2023). Oleh karena itu, membran mikrofiltrasi lebih efektif dalam menghilangkan partikel-partikel besar, seperti debu, pasir, dan beberapa senyawa organik besar yang berkontribusi pada TDS.

Membran mikrofiltrasi mampu menghilangkan sebagian senyawa terlarut dalam air, terutama senyawa-senyawa yang terperangkap dalam partikel-partikel besar. Namun,

membran ini kurang efektif dalam menghilangkan senyawa terlarut yang lebih kecil. Di sisi lain, membran nanofiltrasi memiliki pori-pori yang lebih kecil dan mampu menghilangkan sejumlah besar senyawa terlarut yang lebih kecil, termasuk garam-garam anorganik seperti natrium, klorida, sulfat, dan sebagainya. Oleh karena itu, membran nanofiltrasi lebih efektif dalam mengurangi TDS dengan menghilangkan senyawa-senyawa tersebut (Daneluz et al., 2023).

Dalam beberapa kasus, kombinasi membran mikrofiltrasi dan nanofiltrasi digunakan dalam proses pengolahan air. Membran mikrofiltrasi pertama digunakan untuk menghilangkan partikel-partikel besar dan sedangkan membran nanofiltrasi digunakan untuk menghilangkan senyawa-senyawa terlarut yang lebih kecil. Dengan demikian, kombinasi ini dapat secara efektif mengurangi TDS dalam air. Membran mikrofiltrasi dan nanofiltrasi dalam menurunkan kadar Total Dissolved Solids adalah bahwa keduanya berkontribusi secara berbeda dalam mengurangi TDS. Membran mikrofiltrasi efektif dalam menghilangkan partikel besar dan sebagian senyawa terlarut, sementara membran nanofiltrasi lebih efektif dalam menghilangkan senyawa terlarut yang lebih kecil, khususnya garam-garam anorganik. Kombinasi kedua membran ini juga dapat digunakan untuk mencapai pengurangan TDS yang lebih efektif dalam berbagai aplikasi pengolahan air.

4. KESIMPULAN

Kombinasi mikrofiltrasi dan nanofiltrasi dapat digunakan untuk mencapai pengolahan yang lebih komprehensif. Mikrofiltrasi pertama digunakan untuk menghilangkan partikel besar dan sebagian TSS, sedangkan nanofiltrasi menghilangkan senyawa-senyawa terlarut yang lebih kecil, termasuk garam-garam yang berkontribusi pada TDS. Kombinasi ini dapat menghasilkan air dengan kualitas yang sangat baik. Peningkatan Kualitas Air Sumur dengan mengurangi TSS dan TDS, aplikasi mikrofiltrasi dan nanofiltrasi dalam air sumur dapat meningkatkan kualitas air dengan cara yang signifikan. Air yang lebih jernih dan bebas dari partikel dan senyawa terlarut yang tidak diinginkan membuatnya aman untuk dikonsumsi dan digunakan untuk berbagai keperluan, termasuk minum, masak, dan keperluan rumah tangga. Pengurangan Risiko Kesehatan dengan menghilangkan TSS dan TDS, penggunaan mikrofiltrasi dan nanofiltrasi dalam air sumur dapat mengurangi risiko kesehatan. TSS yang tinggi dapat mengandung patogen dan bakteri, sedangkan TDS yang berlebihan dapat mengandung senyawa-senyawa yang tidak aman bagi kesehatan manusia. Dengan pengurangan ini, air sumur menjadi lebih aman dan sehat.

5. DAFTAR PUSTAKA

Alfaia, R., G., Almeida, R., Nascimento, K.,L., Campos, J., C. (2023). Landfill leachate pretreatment effects on nanofiltration and reverse osmosis membrane performance, *Process Safety and Environmental Protection*, Volume 172, Pages 273-281, ISSN 0957-5820, <https://doi.org/10.1016/j.psep.2023.02.038>.

Daneluz, J., da Silva, G., Duarte, J., Turossi, J., dos Santos, V., Baldasso, C., Daneluz, A. (2023). Characterization of microfiltration and ultrafiltration membranes for

application in kombucha filtration. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, Volume 126, Pages 264-269, ISSN 1226-086X, <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2023.06.015>.

Khan, F., Ahmed, S., Karri, R., Mubarak, N., Jatoi, A., Khalid, M., Tan, Y. (2023). 14 - Nanofiltration membranes for wastewater treatment and biotechnological applications, In *Micro and Nano Technologies, Hybrid Nanomaterials for Sustainable Applications*, Elsevier, Pages 321-337, ISBN 9780323983716, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-98371-6.00001-X>

Lagdali, S., Miyah, Y., El-Habacha, M., Mahmoudy, G., Benjelloun, M., Soulaïman I., Zerbet, M., Chiban, M., Sinan, F., (2023). Performance assessment of a phengite clay-based flat membrane for microfiltration of real-wastewater from clothes washing: Characterization, cost estimation, and regeneration, *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, Volume 8, 100388, ISSN 2666-0164, <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2023.100388>.

Meldha, Z., Amri, I., Angkoso, M., Jumaga, Y., Drastinawati. (2023). The utilization of silica sand and clay with the addition of sawdust as raw material for manufacturing ceramic membranes to reduce TSS and TDS levels of peat water, *Materials Today: Proceedings*, Volume 87, Part 2, 2023, Pages 415-419, ISSN 2214-7853, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.05.147>.

Miranti, S. (2022). The Measuring the Efficiency and Productivity of Regional Water Utility Company (PDAM) in Indonesia from 2012 to 2016. *Jurnal Perencanaan Pembangunan: The Indonesian Journal of Development Planning*, 6(1), 81 - 105. <https://doi.org/10.36574/jpp.v6i1.278>

Mulyono, G.P. (2019) Perlindungan Hukum Terhadap Tata Pengelolaan Air di Indonesia. *Jurnal Cakrawala Hukum*, 10 (1). pp. 18-29. ISSN P: 2356-4962 ; ISSN E: 2598-6538

Pasmawati, Y., Renilaili, R., Kusmindari, C. D., Zahri, A., & Hardini, S. (2023). Pengolahan Air Rawa Menjadi Air Bersih. *Jurnal Altifani Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), 27–33. <https://doi.org/10.25008/altifani.v3i1.317>

Pratiwi, D. M. (2023). Differences In Well Water Quality Using Simple Filtration Methods In Kamolan Village, BLORA DISTRICT. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 9(2). <https://doi.org/10.33197/jitter.vol9.iss2.2023.1028>

Purwanto, E. W. (2020). Pembangunan Akses Air Bersih Pasca Krisis Covid-19. *Jurnal Perencanaan Pembangunan: The Indonesian Journal of Development Planning*, 4(2), 207-214. <https://doi.org/10.36574/jpp.v4i2.111>

WHO. (2020). Water Safety and Quality. https://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/en

Yohannes, B. Y., Utomo, S. W., & Agustina, H. (2019). Kajian Kualitas Air Sungai dan Upaya Pengendalian Pencemaran Air. *IJEEM - Indonesian Journal of Environmental Education and Management*, 4(2), 136 - 155. <https://doi.org/10.21009/IJEEM.042.05>