



KARYA ILMIAH

SMA KOLESE DE BRITTO



EFEKTIVITAS PENERAPAN FILTRASI ADSORPSI DAN FILTRASI BERTINGKAT TERHADAP PENURUNAN KANDUNGAN MIKROPLASTIK PADA AIR SUNGAI GAJAHWONG

Andreas Oktavino Arief ^{a,1*}, Donatus Ola Sira ^{b,2}, r. Ratna Dwi Astuti, M.Pd.

^a SMA Kolese De Britto, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesiakota dan negara

¹ 18022@student.debritto.sch.id*;18032@student.debritto.sch.id;

*Pendidikan

Informasi artikel

Kata kunci:

Mikroplastik
Filtrasi adsorpsi
filtrasi bertingkat

A B S T R A K

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan mikroplastik di aliran Sungai Gajahwong sebelum dan sesudah melalui tahap filtrasi adsorpsi dan filtrasi bertingkat. Pengambilan sampel dilakukan di tiga titik, yaitu kawasan Museum Affandi, Akademi Perikanan Yogyakarta, dan Gembira Loka. Data dikumpulkan melalui survei lapangan dan dianalisis di laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa filtrasi bertingkat lebih efektif dalam mengurangi kandungan mikroplastik dibandingkan filtrasi adsorpsi. Dari ketiga lokasi, kawasan Museum Affandi memiliki kandungan mikroplastik paling rendah setelah tahap filtrasi dibandingkan dua lokasi lainnya.

Keywords:

Mikroplastic
Adsorption filtration
Multilevel filtration

A B S T R A C T

This research aims to analyze the microplastic content in the Gajahwong River before and after going through the adsorption filtration and multilevel filtration stages. Sampling was carried out at three points, namely the Affandi Museum area, the Yogyakarta Fisheries Academy, and Gembira Loka. Data was collected through field surveys and analyzed in the laboratory. The results showed that multilevel filtration was more effective in reducing microplastic content than adsorption filtration. Of the three locations, the Affandi Museum area has the lowest microplastic content after the filtration stage compared to the other two locations. words contained in the abstract or phrase. These keywords are required for computerization. Research and abstract title search made it easy with these keywords.

© 2023 (Andreas Oktavino A, Donatus Ola Sira). All Right Reserved

Pendahuluan

Pada era terkini, manusia dihadapkan dengan permasalahan kerusakan lingkungan hidup. Aktivitas manusia yang bersikap acuh tak acuh terhadap lingkungan sekitarnya, terutama pada aspek keberlangsungan lingkungan hidup. Hal tersebut menimbulkan kerusakan lingkungan, terutama pada kontaminasi terhadap air di aliran sungai. Air menjadi salah satu komponen penting dalam kehidupan sehari-hari dan kebutuhan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya.

Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, kualitas perairan di sungai mengalami penurunan akibat dari aktivitas manusia yang menggunakan air pada kehidupan sehari-hari sehingga mempengaruhi kualitas air akibat masuknya kontaminan. Kualitas air yang buruk pada sungai berdampak buruk terhadap kondisi kesehatan makhluk hidup, salah satu kontaminan berbahaya pada air sungai tercemar adalah mikroplastik. Masuknya mikroplastik akan memberikan dampak secara fisika, kimia

dan biologi terhadap ekosistem perairan sungai. (Sulianto, et al. 2019)

Berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup Yogyakarta, Sungai Gajahwong memiliki luas sekitar 49,08 Km² dan rentang panjang sekitar 22,81 Km yang melintasi antara Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul. Menurut Data Dinas Lingkungan Hidup Yogyakarta telah menyatakan bahwa status Sungai Gajahwong sebagai salah satu aliran air sungai yang tercemar, salah satu kontaminan pada air adalah mikroplastik. Mikroplastik merupakan fragmen plastik yang didefinisikan berukuran kurang dari 5 mm, pencemaran mikroplastik akibat dari banyaknya aktivitas yang menjadi sumber dari pencemaran mikroplastik tersebut seperti aktivitas industri, rumah tangga, dan pertanian di sekitarnya.

Pada penelitian menguji efektivitas variasi dari filtrasi yang akan diujikan pada sampel air sungai Gajahwong dengan harapan untuk menurunkan kelimpahan kontaminasi mikroplastik pada air secara sederhana. Variasi filtrasi menghasilkan data kemampuan setiap filtrasi dalam menurunkan kelimpahan mikroplastik, dengan membandingkan hasil penurunan kelimpahan mikroplastik, maka diperoleh filtrasi yang efisien.

Kajian Literatur

Pencemaran air terjadi ketika suatu zat-zat pencemar seperti gas, bahan terlarut, atau partikel lainnya yang masuk ke dalam badan air yang menyebabkan air terkontaminasi dan tercemar. Pencemaran air dapat menyebabkan perubahan fisik, kimia, maupun biologis yang dapat merugikan lingkungan yang dapat menyebabkan penurunan kualitas air sehingga tidak bisa lagi berfungsi sesuai peruntukannya. Kualitas air dapat diketahui melalui serangkaian pengujian tertentu terhadap air yang akan diuji. Kesehatan dari suatu daerah aliran sungai (DAS) dapat dievaluasi berdasarkan kualitas air sungainya yang menjadi salah satu indikator penting dalam kondisi lingkungan sungai (DAS).

Mikroplastik merupakan suatu partikel dari polimer yang didefinisikan memiliki ukuran kurang dari 5 mm. Mikroplastik sendiri secara

luas digolongkan menurut karakter morfologi yaitu ukuran, bentuk, jenis, dan warna yang dimana ukuran menjadi faktor penting yang berkaitan dengan jangkauan efek yang terkena pada organisme. Berdasarkan bentuknya, mikroplastik terbagi menjadi 5 jenis yaitu fiber, filamen, fragmen, foam dan jenis granule.

Mikroplastik yang didefinisikan memiliki ukuran yang kurang dari 5 mm memiliki dampak yang buruk bagi lingkungan bila sudah mencemari lingkungan. Masuknya mikroplastik dalam tubuh biota pada perairan dapat merusak fungsi organ-organ seperti saluran pencernaan, mengurangi tingkat pertumbuhan dan menyebabkan paparan adiktif plastik lebih besar sifat toksiknya (Wright et al., 2013).

Filtrasi pada mikroplastik merupakan suatu metode filtrasi untuk memisahkan partikel mikroplastik dari media cair yang menggunakan metode alat atau metode tertentu berdasarkan ukuran partikel. Menurut Zhang et al. (2020) menjelaskan bahwa filtrasi bertingkat digunakan untuk mengklasifikasi mikroplastik berdasarkan ukurannya. Mereka juga menjelaskan bahwa teknik filtrasi bertingkat ini efektif dalam memisahkan mikroplastik dari sampel air atau sedimen dengan filter bertahap. Sedangkan Menurut Skoog, Holler, dan Crouch (2007), menjelaskan adsorpsi merupakan proses dimana molekul, ion, atau partikel yang terikat pada permukaan material padat. Dalam konteks filtrasi, dapat diperoleh makna yaitu terkait dengan filtrasi adsorpsi merupakan media penyaring seperti karbon aktif seperti zeolit yang digunakan untuk mengadsorpsi kontaminan dari air atau udara.

Metode

Pada pengambilan data yang peneliti lakukan, peneliti memperoleh data dengan cara kuantitatif atau memperoleh data berupa angka yang diperoleh dari uji Laboratorium berupa preparasi sampel. Sampel yang diperoleh peneliti yaitu dari 3 titik sungai yang sudah ditentukan oleh peneliti sendiri yaitu kawasan sekitar museum Affandi, kawasan sekitar akademi perikanan Yogyakarta, dan kawasan sekitar kebun binatang Gembira Loka.

Pada penelitian kali ini mengambil sampel di tiga titik sungai Gajahwong, titik pertama pada sekitar daerah Museum Affandi, titik kedua pada tempat Akademi Perikanan Yogyakarta, dan titik

ketiga pada daerah sekitar Kebun Binatang Gembira Loka. Pengambilan sampel dilakukan pada bagian pinggir sungai di tiga titik yang berbeda.

Pengambilan dilakukan dengan dua botol yang masing-masing berukuran 1 Liter, maka total botol yang dimiliki setelah pengambilan adalah 6 buah botol. Setiap botol akan diberikan label yang memaparkan informasi tentang lokasi sampel. Pengujian akumulasi kandungan mikroplastik dilakukan dengan menggunakan salah satu botol dari tiap titik sampel. Pertama, sampel air akan dipreparasi dengan tujuan mengurangi senyawa organik sehingga akan memudahkan dalam proses pengamatan kandungan mikroplastik. Proses preparasi akan dilakukan dengan menggunakan corong, erlenmeyer, dan kertas saring, kemudian air akan disaring dengan kertas saring dengan mengulanginya sebanyak dua kali. Sampel yang mengandung mikroplastik akan menempel pada kertas saring, selanjutnya kertas saring tersebut akan dibilas dengan senyawa asam Sulfat 30% dan asam Peroksida 30% dengan perbandingan 3:1. Hasil dari pembilasan tersebut kemudian akan ditampung pada gelas beker yang akan didiamkan selama 24 jam dengan suhu ruangan. Setelah itu akan disiapkan wadah yang berisikan air dengan volume menyesuaikan ketinggian sampel pada wadah, kemudian akan dipanaskan diatas kompor dan ditutup dengan aluminium foil yang sedikit terbuka supaya uap air dapat keluar, proses ini ditujukan untuk mengurai sampel air. Proses akhir adalah dengan menyaring sampel air dengan kertas, maka peneliti akan mengamati dan mengidentifikasi akumulasi kandungan mikroplastik.

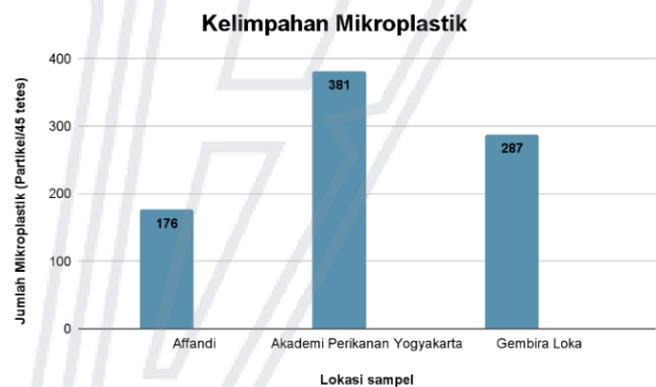
Percobaan akan dilakukan dengan mengidentifikasi dan mengamati jumlah kandungan mikroplastik pada botol pertama di tiap titik, kemudian air pada botol kedua akan diujikan dengan metode filtrasi bertingkat dan filtrasi adsorpsi, setelah diujikan maka akan dilakukan identifikasi dan pengamatan akumulasi mikroplastik melalui metode preparasi sampel dan pengamatan sampel.

Hasil dan pembahasan

Sampel air diperoleh dari tiga titik lokasi yaitu yang pertama adalah kawasan sungai Gajahwong di sekitar Museum Affandi, kedua di sekitar kawasan Akademi Perikanan Yogyakarta, dan ketiga di sekitar kawasan Kebun Binatang

Gembira Loka. Setiap titik diperoleh 2 botol kaca yang masing-masing bervolume 1 Liter, jumlah keseluruhan dari botol sampel adalah sebanyak 6 botol. Wadah sampel menggunakan botol kaca ditujukan untuk meminimalisir peningkatan kontaminasi mikroplastik jika menggunakan botol dengan material plastik, peningkatan kontaminasi mikroplastik dipengaruhi oleh sinar UV yang mengurai komposisi botol plastik.

Setiap sampel disiapkan dengan melalui proses preparasi ditujukan untuk mengurangi mikroorganisme ataupun kontaminan lainnya selain mikroplastik, hasil dari preparasi kemudian dipanaskan dengan suhu kecil untuk meningkatkan proses reaksi dan sampel air yang telah dipreparasi bisa untuk diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10x. Praktikum mengamati sampel air dan memperoleh akumulasi kelimpahan mikroplastik dengan satuan *partikel/45 tetes*.



Gambar 1. Diagram Kelimpahan Mikroplastik

Tabel 1. Jumlah Mikroplastik

Titik Lokasi	Jumlah Mikroplastik
MA ¹	176
APY ²	381
KBGL ³	287

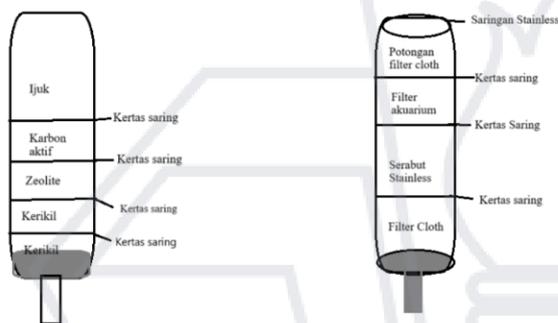
Pada sampel air dari ketiga lokasi yang dilewati oleh aliran sungai Gajahwong dan berdasarkan hasil dari pengamatan praktikan terhadap sampel air, diperoleh identifikasi jenis-jenis dari mikroplastik yang meliputi foam, fragmen, fiber, dan film pada setiap sampel air.

¹ Museum

² Akademi Perikanan Yogyakarta

³ Kebun Binatang Gembira Loka

Berdasarkan bentuk. Mikroplastik diklasifikasikan sebagai fragmen (partikel yang tidak beraturan, kristal, bulu, bubuk, serpihan); serta (filamen, microfiber, helaian); manik-manik (biji, bulatan manik ukuran mikro); busa (polistiren); dan butiran (butiran resinat, nurdles, nib) (Lusher, et al., 2017).



Gambar 2. Filtrasi adsorpsi dan filtrasi bertingkat

Metode filtrasi adsorpsi dan filtrasi bertingkat memiliki suatu perbedaan dari tujuan dari filtrasi, filtrasi adsorpsi digunakan secara sederhana untuk menjernihkan air dengan kapasitasnya sebagai pemurnian air yang menurunkan kekeruhan, perubahan warna, dan mengurangi bau, dan filtrasi bertingkat digunakan pada akuarium sederhana pada ikan hias untuk menyaring dan mengurangi kotoran-kotoran pada air akuarium. Sehingga perbedaan yang terlihat adalah filtrasi adsorpsi sebagai penjernihan air dengan 3 indikator yakni bau, warna, dan kekeruhan dan filtrasi bertingkat sebagai penurunan kotoran pada air. Berdasarkan tujuan dari penggunaan filter, memiliki perbedaan dengan perbandingan filtrasi secara material, hasil, dan tujuan yang berbeda. Fokus penelitian adalah dengan menganalisis efektivitas penurunan kandungan mikroplastik pada air sungai Gajahwong dan dengan reliabilitas untuk mengukur sebatas kelimpahan mikroplastik pada air. Dari hasil pengujian mikroplastik menggunakan produk filtrasi bertingkat dan filtrasi adsorpsi yang sudah peneliti buat, dapat dilihat secara material dan komponen penyusun dari masing-masing produk filtrasi, Produk filtrasi bertingkat memiliki keunggulan yang dapat memfiltrasi mikroplastik lebih efektif dikarenakan pada komponen penyusun pada produk filtrasi bertingkat, material penyusunnya menggunakan material berupa 2 lapisan filter cloth. Hal ini disebabkan material filter cloth

memiliki diameter pori yang lebih kecil sehingga pada saat digunakan dengan tujuan untuk memfiltrasi mikroplastik, material filter cloth merupakan bahan yang tepat dan sesuai karena efektif dalam metode filtrasi, khususnya pada filtrasi mikroplastik.

Pengujian sampel air dilakukan dengan 3 botol sampel air dari titik yang berbeda, setiap botol tersebut dipindahkan ke dalam gelas beker yang memiliki volume 500 mL, maka terdapat dua buah gelas beker yang bervolume 500 mL pada setiap sampel air. Kedua gelas beker yang mewakili satu titik sampel tersebut diujikan dengan metode filtrasi bertingkat dan filtrasi adsorpsi.

Setiap sampel kemudian diujikan dengan alat filtrasi adsorpsi dan filtrasi bertingkat yang telah dibuat dan diperoleh hasil pada sampel air kawasan Museum Affandi mengalami penurunan kelimpahan mikroplastik dari 176 partikel/45 tetes menjadi 18 partikel mikroplastik/45 tetes dan diperoleh persentase penurunan kelimpahan mikroplastik sebanyak 89,77%. Sampel air pada kawasan Akademi Perikanan Yogyakarta mengalami penurunan kelimpahan mikroplastik dari 381 partikel/45 tetes menjadi 29 partikel/45 tetes dan diperoleh persentase penurunan kelimpahan mikroplastik sebanyak 92,38%. Dan sampel terakhir pada kawasan Kebun Binatang Gembira Loka sebelum di filtrasi memiliki 287 partikel/45 tetes kelimpahan mikroplastik menjadi 29 partikel/45 tetes dan setelah melalui tahap filtrasi mengalami persentase penurunan kelimpahan mikroplastik sebesar 89,89%. Rata-rata persentase dari ketiga percobaan sampel adalah 90,68%.

Pada filtrasi bertingkat dengan sampel air kawasan Museum Affandi mengalami penurunan kelimpahan mikroplastik dari 176 partikel/45 tetes menjadi 11 partikel mikroplastik/45 tetes dengan persentase penurunan kelimpahan mikroplastik sebesar 93,75%. Sampel air dari kawasan Akademi Perikanan Yogyakarta mengalami penurunan kelimpahan mikroplastik dari 381 partikel/45 tetes menjadi 13 partikel/45 tetes dan diperoleh persentase penurunan kelimpahan mikroplastik sebesar 96,58%. Sampel air yang berasal dari Kebun Binatang Gembira Loka sebelum diaplikasikan ke dalam filter bertingkat memiliki kelimpahan mikroplastik sebanyak 287 partikel/45 tetes menjadi 15 partikel/45 tetes dan diperoleh persentase penurunan kelimpahan mikroplastik

sebesar 94,77%. Dari ketiga sampel air yang diaplikasikan, diperoleh rata-rata persentase penurunan kelimpahan mikroplastik pada media filtrasi bertingkat sebesar 95,03%.

Metode Filtrasi	Persentase			
	Museum Affandi	Akademi Perikanan Yogyakarta	Gembira Loka	Rata-rata
Filtrasi adsorpsi	89,77%	92,38%	89,89%	90,68%
Filtrasi bertingkat	93,75%	96,58%	94,77%	95,03%

Gambar 3. Tabel persentase penurunan kelimpahan mikroplastik

Berdasarkan hasil persentase yang peneliti peroleh melalui hasil data yang diperoleh antara filtrasi adsorpsi dan filtrasi bertingkat, diperoleh hasil persentase rata-rata filtrasi memiliki perbedaan nilai yang tidak terlalu signifikan dengan perbedaan kurang lebih sekitar 5%. Filtrasi bertingkat mampu menurunkan kelimpahan mikroplastik dengan rata-rata pada percobaan ke setiap sampel sebesar 95,03%, hasil tersebut lebih unggul daripada persentase penurunan kelimpahan mikroplastik pada filtrasi adsorpsi.

Simpulan

Penelitian ini mengidentifikasi rata-rata 281 partikel mikroplastik per 45 tetes air di Sungai Gajahwong, dengan bentuk dominan berupa serat (fiber) dan fragmen. Kelimpahan mikroplastik di sungai ini dipengaruhi oleh aktivitas manusia, seperti pembuangan limbah rumah tangga, limbah laundry, plastik sekali pakai, dan aktivitas industri. Mikroplastik yang terakumulasi dapat berdampak buruk pada kesehatan manusia, termasuk risiko peradangan otak, gangguan pencernaan, penyakit kardiovaskular, dan masalah pada sistem pernapasan.

Penelitian ini membandingkan efektivitas filtrasi adsorpsi dan filtrasi bertingkat dalam mengurangi mikroplastik. Hasilnya, filtrasi bertingkat terbukti lebih efektif, meskipun filtrasi adsorpsi juga menunjukkan hasil yang cukup signifikan. Dengan memodifikasi sistem filtrasi dan menggabungkan keduanya, diharapkan hasil yang lebih optimal dapat dicapai dalam menurunkan kontaminasi mikroplastik.

Penerapan filtrasi bertingkat dan adsorpsi berpotensi memberikan akses air bersih bagi masyarakat, meminimalkan risiko kontaminasi mikroplastik, dan meningkatkan kesehatan masyarakat. Solusi ini diharapkan mampu menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan mendukung keberlanjutan kehidupan sehat.

Ucapan terima kasih

Puji dan syukur kami haturkan atas berkat dari Tuhan Yang Maha Esa karena kasihnya membimbing kelompok karya tulis ilmiah kami dengan lancar dan tepat waktu. Kami menyadari bahwa dalam penulisan karya ilmiah ini mengalami hambatan yang tidak bisa kami selesaikan dengan kelompok kami sendiri. Oleh karena itu, kami mengucapkan banyak terimakasih kepada para pihak yang telah membantu kelompok kami untuk menyelesaikan karya ilmiah ini, yaitu:

1. Bapak FX. Catur Supatmono, M.Pd. selaku kepala sekolah SMA Kolese De Britto yang telah menyetujui karya ilmiah sebagai tugas wajib.
2. Siswa kelas XI SMA Kolese De Britto.
3. Ibu Ratna Dwi Astuti, M.Pd. selaku pembimbing yang telah membantu kami dalam pembuatan karya ilmiah ini.
4. Bapak R. Arifin Nugroho, S.Si., M.Pd. sebagai guru yang telah memberikan kesempatan izin untuk menggunakan Laboratorium SMA Kolese De Britto untuk pengujian sampel mikroplastik yang sudah peneliti peroleh.
5. Bapak M. Suroto selaku pendampingan dalam proses pengujian mikroplastik di Laboratorium SMA Kolese De Britto.

Referensi

- Alam, F. C., & Rachmawati, M. (2020). Perkembangan penelitian mikroplastik di Indonesia. *Jurnal Presipitasi*, 17(3), 344-352.
- Ambarsari, A. D., & Anggiani, M. (2022). Kajian kelimpahan mikroplastik pada sedimen di wilayah perairan laut Indonesia. *Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*.

- Aulia, A., Azizah, R., Sulistyorini, L., Rizaldi, A., M. (2023). Literature Review: Dampak Mikroplastik Terhadap Lingkungan Pesisir, Biota Laut dan Potensi Resiko Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(3), 328-341.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia* (Vol.42). BPS Statistics Indonesia.
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 2588–2597.
- Conesa, J. A., & Ortuño, N. (2022). Reuse of water contaminated by microplastics, the effectiveness of filtration processes: A review. *Energies*, 15, 2432.
- Cózar, A., Echevarria, F., González-Gordillo, J. I., Irigoien, X. B., Ubeda, S., Hernández-León, A. T., Palma, S., Navarro, J., Garcia-de-Lomas, A., Ruiz, M. L., Fernández, D. P., & Duarte, C. M. (2014). Plastic debris in the open ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(28), 10239-10244.
- Firdaus, M., Trihadiningrum, Y., & Lestari, P. (2020). Microplastic pollution in the sediment of Jagir Estuary, Surabaya City, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 150, 110790.
- Jamika, F. I., Razak, A., & Kamal, E. (2023). Dampak pencemaran mikroplastik di wilayah pesisir dan kelautan. *Jurnal Pasir Laut*, 7(1), 1-5.
- Jurnardi, Y., Yudasti, G. Y., Caludia, P. G., Aldin, Mahapati, W. S. O. W., & Irwan, A. F. (2022). Simulasi penyisihan mikroplastik pada limbah laundry menggunakan proses filtrasi bertingkat. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*.
- Levi, A. A. P. (2021). Mikroplastik di lingkungan dan potensi resikonya terhadap kesehatan manusia. *Program Magister Lingkungan dan Perkotaan*.
- Lestari, C. S., Warsidah, & Nurdiansyah, S. I. (2019). Identifikasi dan kepadatan mikroplastik pada sedimen di Mempawah Mangrove Park (MMP) Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 2(3), 96-101.
- Lestari, C. S., Warsidah, & Nurdiansyah, I. S. (2019, October). Identifikasi dan kepadatan mikroplastik pada sedimen di Mempawah Mangrove Park (MMP) Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 2(3), 96-101.
- Lusher, A., Hollman, P., & Mandoza-Hill, J. (2017). Microplastics in fisheries and aquaculture. In *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper* (Vol. 615, July).
- Mauludy, S. M., Yunanto, A., & Yona, D. (2019). Kelimpahan mikroplastik pada sedimen pantai wisata Kabupaten Badung, Bali. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*.
- Sinaga, A. S., Gunawan, F. F., Wulandari, N., & Apriani, I. (2024). Penerapan metode gabungan netralisasi, koagulasi, filtrasi dan adsorpsi dalam pengelolaan limbah cair laboratorium. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 12(1), 97-105.
- Sulianto, A. A., Kurniati, E., & Hapsari, A. A. (2019). Perancangan unit filtrasi untuk pengolahan limbah domestik menggunakan sistem downflow. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*.
- Ulfadillah, A. S. (2022). Research on microplastic (MPs) in Indonesia:

- Bibliometric analysis 2011-2022 as sustainable marine environment. *4th Indonesian Scholars Scientific Summit Proceeding*.
- Wolff, S., Weber, F., Kerpen, J., Winkhofer, M., Engelhart, M., & Barkmann, L. (2021). Elimination of microplastics by downstream sand filters in wastewater treatment. *Water*, 13(20), 2893.
- Zhang, C., Wang, S., Sun, D., Pan, Z., Zhou, A., & Xie, S. et al. (2020). Microplastic pollution in surface water from east coastal areas of Guangdong, South China and preliminary study on microplastics biomonitoring using two marine fish. *Chemosphere*, 256, 127202.
- Zhang, D., Huang, G., Yin, X., & Gong, Q. (2015). Residents' waste separation behaviors at the source: Using SEM with the theory of planned behavior in Guangzhou, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(8), 9475-9491.
- Zhang, W., Zhang, S., Wang, J., Wang, Y., Mu, J., Wang, P., Lin, X., & Ma, D. (2017). Microplastics pollution in the surface waters of the Bohai Sea, China. *Environmental Pollution*, 231, 541-548.
- Zhang, Y., Peng, Y., Xu, S., Zhang, S., Zhou, G., Yang, J., et al. (2022). Distribution characteristics of microplastics in urban rivers in Chengdu city: The influence of land-use type and population and related suggestions. *Science of the Total Environment*, 846, 157411.