

Pengembangan Filter Mikroplastik Terinspirasi Dari Cara Hidup Paus Biru (*Balaenoptera Musculus*)

**Raisah Kirana Candra¹, Arif Kurniawan², Ezra Putranda Setiawan³,
Ridwan Wicaksono⁴, Khakam Ma'ruf⁵**

ranandra313@gmail.com, arif.biologist@gmail.com, ezra.ps@uny.ac.id,
ridwan.wicaksono@ugm.ac.id, hakammaruf70@gmail.com

^{1,2}SMA N 8 Yogyakarta

³ Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri
Yogyakarta

^{4,5}Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

Abstrak

Air adalah bagian penting dalam kehidupan manusia, begitu juga dengan perairan. Tetapi seiring bertambahnya penduduk, sampah yang mencemari perairan semakin meningkat, terutama sampah plastik yang sulit terurai. Dalam proses degradasi, plastik menjadi potongan kecil yang disebut mikroplastik. Potongan ini berukuran kurang dari 5 mm dan tersebar dalam perairan. Pencemaran mikroplastik tentu berbahaya bagi kehidupan organisme di sekitarnya. Dari permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan filter mikroplastik dengan metode rapid sand filtration dan granular activated carbon dengan desain yang menyerupai struktur tubuh paus biru. Filter diujikan pada air Sungai Code, Sungai Winongo, Sungai Gajahwong, dan Sungai Manunggal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase tertinggi penurunan konsentrasi mikroplastik pada filter sebesar 88,5% dan persentase rata-rata 75,4% untuk filtrasi dengan pembilasan dan 71,7% untuk filtrasi tanpa pembilasan. Filter memiliki debit filtrasi rata-rata sebesar 6×10^3 m³/s. Hasil penelitian dan pengembangan pada filter cukup efektif untuk diimplementasikan ke sungai yang tercemar.

Kata Kunci: mikroplastik, paus biru, rapid sand filtration, granular activated carbon

Abstract

Water is an essential part of human life, as are water bodies. However, as the population grows, waste polluting water bodies continues to increase, especially plastic waste which is difficult to decompose. During the degradation process, plastic breaks down into small pieces called microplastics. These pieces are less than 5 mm in size and are dispersed in water bodies. Microplastic pollution is certainly dangerous for the life of surrounding organisms. Based on these problems, this research aims to develop a microplastic filter using rapid sand filtration and granular activated carbon methods with a design that resembles the body structure of blue whales. The filter was tested on water from Code River, Winongo River, Gajahwong River, and Manunggal River. The research results showed that the highest percentage reduction in microplastic concentration in the filter was 88.5% and an average percentage of 75.4% for filtration with rinsing and 71.7% for filtration without rinsing. The filter has an average filtration discharge of 6×10^3 m³/s. The results of research and development on the filter are quite effective to be implemented in polluted rivers.

Keywords: microplastics, blue whale, rapid sand filtration, granular activated carbon

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara maritim dengan wilayah perairan yang mendominasi sekitar 70% dari total luas wilayahnya, serta memiliki garis pantai sepanjang 95.181 kilometer (Putri, 2023). Masyarakat Indonesia sangat bergantung pada sumber daya perairan dalam berbagai aspek kehidupan. Penduduk perkotaan membutuhkan hasil laut dan air bersih, masyarakat agraris memerlukan sumber air untuk irigasi pertanian, penduduk pesisir memanfaatkan potensi laut, dan masyarakat yang bermukim di bantaran sungai mengandalkan sumber daya air untuk pemenuhan kebutuhan hidupnya. Namun, seiring dengan pertumbuhan penduduk, terjadi peningkatan volume sampah yang mencemari perairan. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup (KLH), penduduk Indonesia menghasilkan 189 ribu ton sampah per hari. Sebagian dari total sampah tersebut dibuang langsung ke perairan dengan estimasi mencapai 0,48 hingga 1,29 juta metrik ton (Ramadhan, 2014). Sampah plastik menjadi salah satu pencemar utama, dengan persentase 60% hingga 80% lebih tinggi dibandingkan limbah kaca, besi, dan kertas yang berakhir di perairan laut (Gusty, 2021).

Indonesia menduduki posisi kedua sebagai penghasil sampah plastik ke laut terbesar setelah Tiongkok (Syarif dkk., 2022 ; Saphira & Nurtjahjadi, 2024). Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa 16.487 desa/kelurahan di Indonesia memiliki sungai yang tercemar akibat limbah rumah tangga dan industri. Permasalahan ini diperparah oleh karakteristik plastik yang membutuhkan waktu degradasi sangat lama. Dalam proses degradasinya, plastik terpecah menjadi partikel kecil yang dikenal sebagai mikroplastik. Adanya peningkatan signifikan keberadaan mikroplastik di lingkungan laut (Lusher et al., 2013). Sekitar 85% permukaan laut telah terkontaminasi mikroplastik. Partikel plastik mikroskopis ini tersebar luas di lingkungan laut, mulai dari wilayah kutub hingga khatulistiwa, dari pantai terpencil hingga kawasan pesisir padat penduduk, serta dari perairan terbuka hingga laut dalam (Yaqin dkk., 2023).

Plastik menjadi ancaman bagi ekosistem perairan. Lebih dari 690 spesies terdampak oleh sampah plastik, baik dalam bentuk puing-puing (debris) maupun mikroplastik, yang dapat diamati melalui saluran pencernaan organisme dari berbagai tingkatan trofik rantai makanan (Najmi dkk., 2022). Melalui rantai makanan, mikroplastik berpotensi mencemari organisme dari tingkat trofik rendah hingga tinggi (Aulia dkk., 2023). Kontaminasi mikroplastik pada manusia dapat terjadi secara langsung melalui air yang dikonsumsi. Setelah masuk ke dalam tubuh, mikroplastik dapat terdistribusi melalui sistem peredaran darah dan menembus jaringan serta sel, yang berpotensi menimbulkan berbagai efek samping (Budiarti dkk., 2021). Salah satu dampaknya adalah defisiensi energi, terlepas dari jumlah asupan makanan yang dikonsumsi (Alifka dkk., 2020).

Mikroplastik juga dapat menginduksi stres oksidatif yang ditandai dengan peningkatan enzim GSH-px dan superoksida dismutase (SOD), serta penurunan enzim katalase (Supit dkk., 2022).

Setelah mengetahui isu penting dari siklus lingkungan, maka dapat direkomendasikan alternatif perbaikan yang mampu dilakukan untuk mengurangi dampak lingkungan (Ismail dkk, 2024). Mengingat besarnya bahaya mikroplastik bagi kehidupan, diperlukan pengembangan teknologi penyaring mikroplastik yang efisien untuk perairan luas. Teknologi ini diharapkan dapat mengatasi permasalahan mikroplastik yang mencemari sumber air yang dimanfaatkan masyarakat. Selain menyaring mikroplastik, teknologi ini juga diharapkan mampu mengeliminasi zat pencemar biologis dan dapat diakses oleh masyarakat umum. Oleh karena itu, fokus penelitian dan pengembangan diarahkan pada penciptaan sistem filtrasi air yang efektif untuk menyaring mikroplastik dan pencemar biologis, yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat luas.

Penelitian terdahulu dilakukan oleh Fajar (2018) dalam penelitiannya yang berjudul “Proses Penyisihan Mikroplastik Menggunakan Rapid Sand Filter”. Penelitian ini berjenis metode pendekatan deskriptif kuantitatif. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan adalah objek yang diteliti adalah filter mikroplastik dan memiliki metode pendekatan yang sama yaitu deskriptif kuantitatif, sedangkan perbedaan kedua penelitian ini adalah terletak pada variabel bebas dimana variabel penelitian ini adalah jenis dan ukuran mikroplastik, ukuran media filter, waktu kontak serta kecepatan filtrasi. Penelitian yang akan dilakukan memiliki variabel bebas berupa pengembangan filter dengan penggabungan metode RSF dan GAC.

Metode

Penelitian ini mengadopsi metode Research and Development (R&D) yang berfokus pada pengembangan dari penelitian sebelumnya. Penelitian R&D juga bertujuan untuk merancang dan menguji produk yang dibuat untuk mengetahui efektivitasnya (Ma'ruf et al., 2024). Tahap pertama adalah studi pendahuluan yang dilakukan dengan pendekatan deskriptif kuantitatif untuk mengidentifikasi jumlah mikroplastik terlarut dalam air. Tahap kedua melibatkan pengembangan menentukan dan membuat desain model 3 dimensi melalui pendekatan deskriptif, yang kemudian dilanjutkan dengan proses manufaktur (Fadlullah, 2024). Selanjutnya, uji coba terbatas pada desain model dilakukan dengan menerapkan metode eksperimen, khususnya one group pretest-posttest. Tahap terakhir adalah validasi model eksperimen quasi dengan desain pretest-posttest with control group, yang dilakukan melalui implementasi hasil penelitian. Pengujian dilakukan dengan parameter mikroplastik pada air sungai yang tercemar untuk mengevaluasi keefektifan produk yang dihasilkan dari penelitian ini. Pengujian dilakukan pada sampel air sebelum dan sesudah proses filtrasi. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan September di beberapa lokasi, yaitu Sungai Code, Sungai Opak, Sungai Gajahwong, Sungai Winongo, dan Sungai Manunggal. Metode yang digunakan dalam pengambilan sampel adalah cluster random sampling, yaitu pengambilan sampel secara acak dalam suatu wilayah tertentu.

Pengujian parameter mikroplastik

Sebanyak 10 liter sampel air diambil dan disaring menggunakan plankton net dengan ukuran 300 mesh, kemudian diletakkan dalam botol berukuran 100 mL. Hasil saringan sampel ditambahkan H_2O_2 30% sebanyak 20 mL dan FeSO_4 0,05 M sebanyak 5 tetes. Selanjutnya, sampel diinkubasi pada suhu 25°C selama 24 jam. Setelah itu, sampel dipanaskan pada suhu 90°C selama 30 menit. H_2O_2 berfungsi sebagai pengoksidasi untuk membasmi mikroorganisme, sementara FeSO_4 berperan sebagai katalisator. Hasil larutan yang telah dipanaskan disaring menggunakan kain filter 300 mesh. Partikel yang terjebak pada kain filter dibilas menggunakan larutan NaCl. Tahap ini bertujuan untuk menghilangkan alga, sehingga mikroplastik dapat terlihat lebih jelas pada mikroskop. Hasil larutan pada tahap ini diuji menggunakan mikroskop binokuler dengan perbesaran 40×. Hasil pengamatan mencakup jumlah partikel mikroplastik per m^3 beserta karakteristiknya.

Metode analisis data

Data akan disajikan dalam bentuk tabel dan diagram batang. Dari analisis ini, dapat diketahui kecenderungan hasil temuan penelitian, apakah termasuk dalam kategori rendah, sedang, atau tinggi. Analisis ini berguna untuk mengetahui jumlah mikroplastik pada air sungai dan perbandingan kandungan mikroplastik setelah penggunaan alat. Kelimpahan mikroplastik dihitung dengan rumus dari Gorokhova (2015) sebagai berikut:

$$\text{Kelimpahan} = \frac{\text{Jumlah Mikroplastik}}{\text{Volume Sampel}}$$

Hasil data kelimpahan mikroplastik digunakan untuk mengetahui efektivitas filter dengan membandingkan jumlah mikroplastik sebelum dan sesudah filtrasi. Dari hasil data kelimpahan, dapat diketahui tingkat keefektifan filter dalam bentuk persentase. Hasil persentase ini berguna untuk mengetahui tingkat keefektifan filter pada setiap perlakuan. Dengan diketahuinya tingkat keefektifan, proses yang paling efektif dapat ditemukan dan diaplikasikan. Rumus persentase penurunan adalah sebagai berikut:

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\text{Jumlah Awal} - \text{Jumlah Akhir}}{\text{Jumlah Awal}} \times 100\%.$$

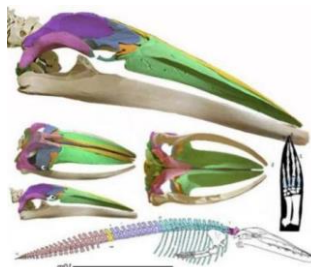
Menurut Suharsimi Arikunto (2013), dalam mengkategorikan keefektifan penurunan kelimpahan mikroplastik, digunakan tabel berikut: Tabel 3.3 Persentase Keefektifan: Skor dalam persentase: <40% (Tidak layak), 40%-55% (Kurang layak), 56%-75% (Cukup layak), 76%-100% (Layak).

Hasil dan Pembahasan

Mekanisme Filter pada Paus

Keadaan morfologi dipengaruhi oleh kebutuhan organisme baik sebagai predator maupun mangsa untuk meminimalkan risiko kematian (Abrams, 2003). Pada mamalia laut termasuk paus, ukuran tubuh yang ramping memanjang atau disebut streamlined adalah ciri khasnya. Bentuk tubuh ini biasanya memiliki kepala membulat dengan tubuh meruncing ke arah ekor dengan rasio lingkaran panjang untuk mengurai akomodasi volume dan hambatan sehingga memiliki kemampuan untuk berenang lebih cepat. Sebagai filter feeder animal yang mereka menyaring air laut untuk mendapatkan makanan, paus membuka mulutnya dan menyedot air sehingga hewan di sekitarnya ikut masuk ke dalam mulut paus.

Pada paus balin, terdapat struktur balin yang menyerupai sisir dari keratin yang tersusun secara rapat untuk menyaring mikroorganisme. Struktur ini memungkinkan paus untuk menangkap plankton dan organisme kecil lainnya dari air laut saat mereka menyaring air melalui mulut mereka. Proses penyaringan ini penting bagi paus balin karena mikroorganisme adalah sumber makanan utama mereka. Selain itu, struktur balin juga membantu melindungi mulut paus dari serpihan dan partikel yang tidak diinginkan saat mereka menyaring air laut.

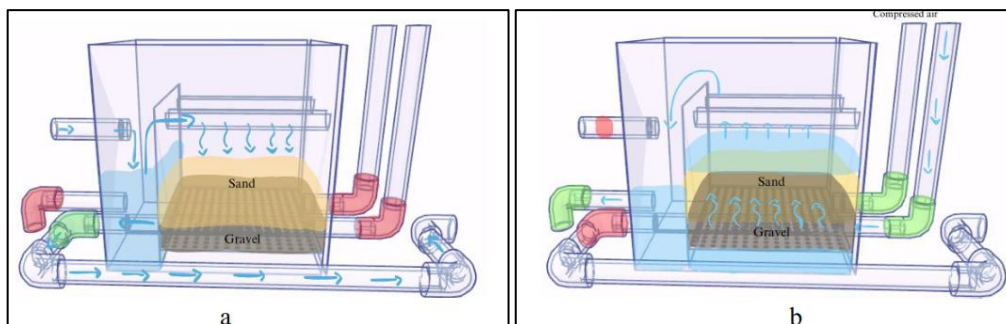


Gambar 1. Struktur tulang paus balin
Sumber: reptilevolution.com

Adaptasi tidak hanya terjadi pada bentuk tulang paus, tetapi juga terjadi pada sistem pernapasan mamalia raksasa ini. Paus mampu beradaptasi pada tekanan laut yang ekstrem. Bahkan paus bungkuk mampu menyelam hingga kedalaman 2500 meter yang bahkan belum dicapai kapal selam militer. Hal tersebut dikarenakan paus mengurangi jumlah gas di dalam tubuhnya menggunakan tekanan air dan tetap mempertahankan jumlah cairan yang sudah tersimpan. Lebih tepatnya, paus bungkuk mampu mengempiskan paru-parunya sehingga hampa udara. Paru-paru paus memungkinkan mereka bertahan di bawah air dengan kapasitas oksigen yang besar karena menyimpan oksigen dalam darah untuk waktu lama.

Paru paru paus memiliki blowhole atau lubang napas yang berfungsi sebagai saluran udara yang menghubungkan paru-paru dengan lingkungan luar. Blowhole dilengkapi dengan katup yang menutup saat paus menyelam sehingga air tidak masuk ke dalam saluran udara. Adaptasi paru-paru paus ini memungkinkan mereka untuk tetap hidup dan beraktivitas di dalam air selama periode waktu yang panjang. cara paus mengumpulkan udara di dalam tubuhnya melalui napasnya. Ketika paus mengeluarkan napas, udara yang terkumpul tersebut keluar melalui blowhole yang terletak di bagian atas kepala paus. Proses ini memungkinkan paus untuk mendapatkan oksigen segar dan mengeluarkan karbon dioksida dari tubuhnya. Kedua adaptasi paus menjadi inspirasi pengembangan filter mikroplastik.

Filter air dengan struktur balin dirancang untuk mencegah partikel berukuran besar masuk dan menghambat aliran air yang masuk dalam filter. Hal ini penting karena partikel dengan ukuran besar dapat menyumbat filter dan mengurangi efisiensi kerjanya. Ketika hasil pengembangan filter ini diimplementasikan pada sungai, air yang masuk melalui inlet valve akan melewati struktur balin. Saat partikel berukuran besar seperti daun atau kayu ikut tersedot, partikel tersebut akan terperangkap dalam struktur balin. Dengan adanya struktur ini, risiko kerusakan pada sistem filtrasi dapat dikurangi sehingga dapat memperpanjang usia filter dan menjaga kualitas air yang dihasilkan.

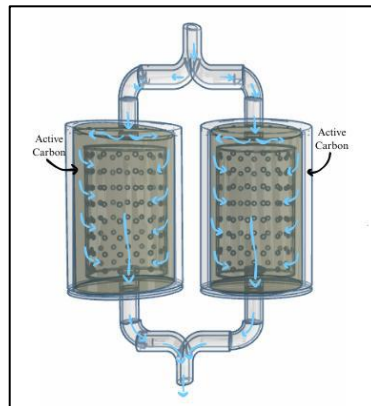


Gambar 2. Proses filtrasi RSF (b) proses backwash RSF
Sumber: dokumen pribadi

Gambar 2 merupakan rangkaian filter pada metode RSF. Filtrasi dimulai ketika air memasuki inlet valve dan mengalir melalui sepasang saluran memenuhi tiga perempat bak. Air yang sudah melewati media filter berupa pasir dialirkan menuju pipa melalui papan berlubang. Kemudian air yang sudah bersih dialirkan menuju outlet valve untuk kembali difilter dengan metode GAC. Proses filtrasi dengan metode GAC ini bertujuan untuk menghilangkan mikroplastik.

Pada metode RSF, terdapat proses backwash yang berfungsi untuk membersihkan filter. Pada mekanisme pernapasan, paus memiliki dua lubang udara atau blowhole yang diadaptasikan pada pengembangan filter. Terdapat dua saluran yang berperan pada proses backwashing atau pencucian filter. Saluran pertama terletak di bagian atas filter dan memiliki pompa di atasnya. Ketika pompa dinyalakan, tekanan udara menyebabkan air masuk melalui saluran kedua untuk membersihkan media filtrasi dari mikroplastik yang terperangkap. Proses backwashing penting untuk menjaga efisiensi dan kinerja filter air dalam menyaring mikroplastik. Air hasil proses backwashing, akan dibuang melalui saluran pembuangan.

Metode kedua dalam sistem filtrasi ini adalah Granular Activated Carbon (GAC). Seperti yang tertera pada Gambar 3, proses ini berfungsi untuk menghilangkan pencemar biologis. Karbon aktif sebagai media utama dalam metode ini mampu menghilangkan bau, warna, dan menetralkan pH air. Hal tersebut menjadi indikator kebersihan air yang digunakan. Selain itu, karbon aktif efektif dalam menghilangkan klorin, logam berat, dan bahan kimia lainnya yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Dengan menggunakan karbon aktif sebagai media filter air, kualitas air dapat ditingkatkan secara signifikan, sehingga aman untuk dikonsumsi dan digunakan dalam kegiatan sehari-hari (Widyastuti dan Sari, 2011).



Gambar 3. Mekanisme Metode GAC
Sumber: dokumen pribadi

Karbon aktif bekerja dengan cara menyerap kotoran dan kontaminasi cairan. Filter ini terdiri dari partikel-partikel kecil berpori karbon yang memiliki luas permukaan besar, memungkinkan mereka untuk menjebak dan menghilangkan berbagai zat organik dan anorganik. Ketika air melewati filter karbon, kotoran tertarik ke permukaan partikel karbon dan terperangkap di dalam pori-pori. Proses ini secara efektif memurnikan cairan, sehingga menghasilkan air yang lebih bersih dan aman.

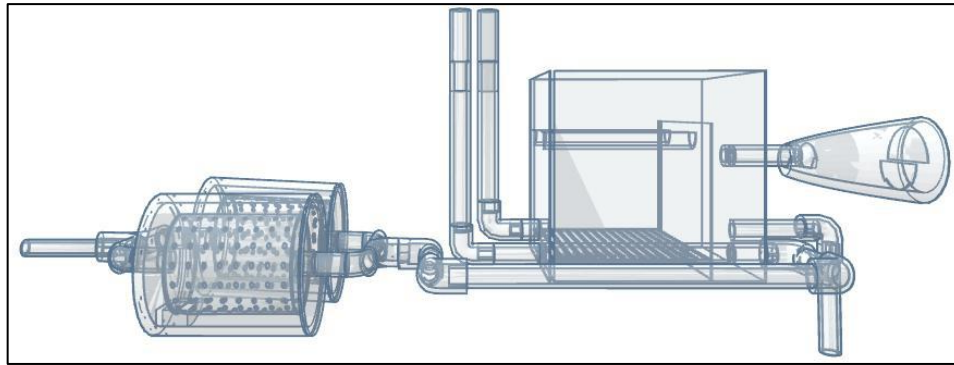
Proses GAC diawali ketika air memasuki pipa dan mengalir melewati susunan karbon aktif. Setelah terjadi penyaringan dengan karbon, aliran air memasuki tabung berlubang yang terletak di dalam susunan karbon. Air yang sudah melewati tahap filtrasi ini keluar melalui pipa di bagian belakang filter. Pada proses ini, filtrasi pada filter pengembangan ini sudah selesai.

Pengembangan Filter

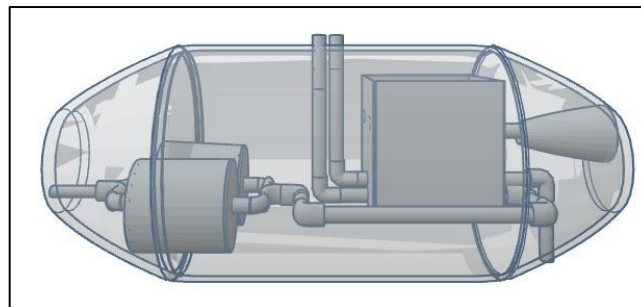
Filter yang telah dikembangkan memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 1. Adapun visualisasi dari filter bagian dalam dan luar dapat dilihat pada desain di Gambar 4 dan 5.

Tabel 1. Deskripsi Filter

| | |
|------------------------|-----------------------------------------|
| Ukuran | 130 cm × 65 cm × 78 cm |
| Diameter Tabung Luar | 65 cm |
| Diameter Tabung Dalam | 14 cm |
| Kapasitas Pasir Silika | 8 kg |
| Gravel | 3 kg |
| Debit Air | $6 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ |



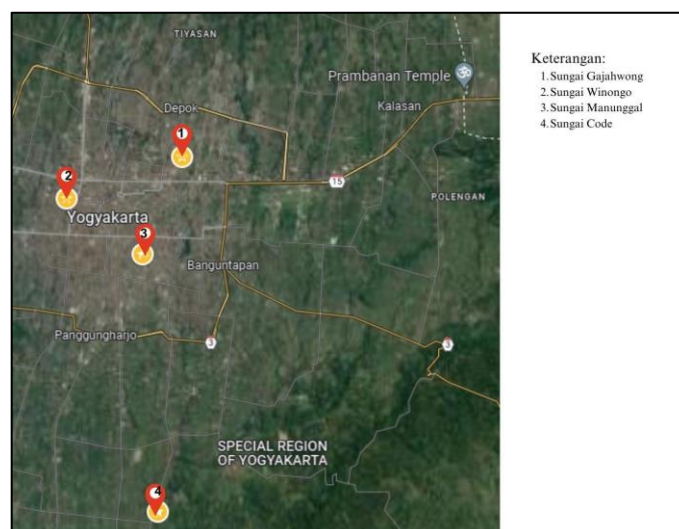
Gambar 4. Struktur Bagian Dalam Filter
Sumber: dokumen pribadi



Gambar 5. Struktur Bagian Luar Filter
Sumber: dokumen pribadi

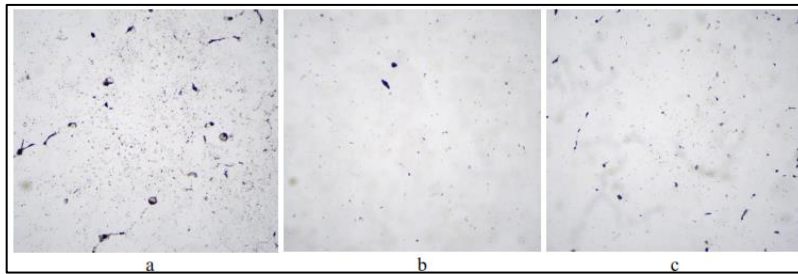
Implementasi Filter pada Air Sungai

Penggunaan filter pada sungai membantu mengurangi jumlah mikroplastik yang masuk ke laut dan ekosistem air lainnya. Filter ini dipasang di sungai-sungai yang memiliki potensi tinggi untuk mengalami pencemaran mikroplastik, seperti Sungai Gajahwong, Sungai Code, Sungai Winongo, dan Sungai Manunggal. Dengan adanya filter ini, partikel mikroplastik yang terbawa oleh aliran sungai dapat ditangkap sebelum mencapai laut atau ekosistem air lainnya sehingga dampak negatif mikroplastik terhadap organisme dapat diminimalisir.

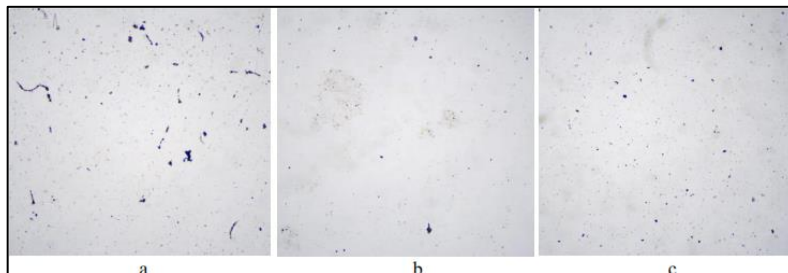


Gambar 6. Peta Letak Sungai
Sumber: Google Maps

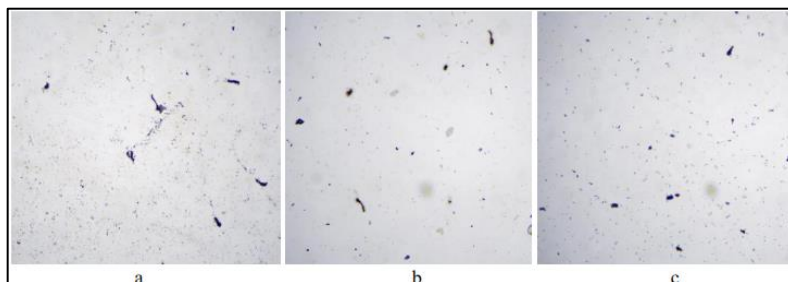
Hasil filtrasi pada tiap air sungai dengan perbesaran 10× diambil melalui mikroskop yang dapat dilihat pada Gambar 7, 8, 9, dan 10.



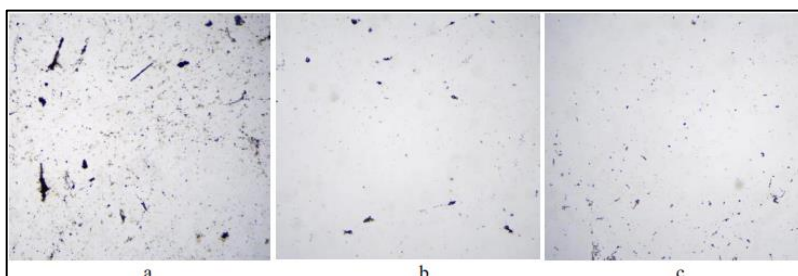
Gambar 7. Air Sungai Code (a) sebelum perlakuan (b) setelah filtrasi dengan backwash (c) setelah filtrasi tanpa backwash



Gambar 8. Air Sungai Gajahwong (a) sebelum perlakuan (b) setelah filtrasi dengan backwash (c) setelah filtrasi tanpa backwash



Gambar 9. Air Sungai Winongo (a) sebelum perlakuan (b) setelah filtrasi dengan backwash (c) setelah filtrasi tanpa backwash



Gambar 10. Air Sungai Manunggal (a) sebelum perlakuan (b) setelah filtrasi dengan backwash (c) setelah filtrasi tanpa backwash

Pada gambar air sungai dari mikroskop, terlihat mikroplastik berupa titik-titik kecil yang bersebaran. Benda berwarna biru menggumpal adalah alga atau bahan organik yang teroksidasi. Dari mikroskop, terlihat bahwa titik-titik mikroplastik berkurang drastis. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan filter telah berhasil menghilangkan sebagian besar mikroplastik dalam air sungai. Dengan demikian, pengembangan filter yang efektif dapat menjadi solusi untuk mengurangi pencemaran mikroplastik dalam lingkungan air. Pada gambar 4.11 menunjukkan bahwa alat filter air yang sesungguhnya. Alat filter air ini dibuat menggunakan plat galvanis

dengan bentuk tabung. Plat galvanis digunakan karena tidak mudah berkarat. Sementara bentuk tabung menjadi pilihan karena menyerupai bentuk tubuh paus biru.



Gambar 11 Filter mikroplastik

Pengujian Mikroplastik

Berdasarkan hasil analisis seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2, seluruh air sungai yang dijadikan sampel telah terkontaminasi mikroplastik dengan rata-rata 18.400 partikel/m. Kontaminasi mikroplastik tertinggi terdapat pada air Sungai Code dengan kelimpahan 25.300 partikel/m³, lalu dilanjutkan Sungai Gajahwong dengan kelimpahan 18.500 partikel/m³, dan yang paling sedikit Sungai Winongo dengan kelimpahan 12.600 partikel/m³, Sungai Manunggal dengan kelimpahan 17.200 partikel/m³.

Temuan Penelitian

Hasil pengembangan filter mikroplastik ini memiliki efektivitas yang cukup. Temuan penelitian telah menunjukkan bahwa filter mikroplastik yang telah dikembangkan ini berhasil mengurangi kontaminasi mikroplastik dalam air secara signifikan. Filter mampu menangkap partikel mikroplastik, sehingga dapat menjaga kebersihan air secara lebih efektif. Hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa filter ini mampu mengurangi lebih dari 70% kontaminasi mikroplastik dalam air. Hasil pengujian dipengaruhi kebersihan media filter yang tidak mampu menyaring secara maksimal. Perlu adanya proses backwash untuk mengoptimalkan kerja media filter. Hal lain yang mempengaruhi cara kerja media filter adanya faktor eksternal, yaitu yang sudah banyak terkontaminasi mikroplastik. Sehingga, dengan adanya media filter air dapat mengurangi mikroplastik yang terdapat dalam air, maka hasil filtrasi akan lebih optimal.

Mikroplastik yang masuk ke sungai akan akhirnya mencapai laut dan berdampak buruk pada organisme laut. Dengan demikian, mengurangi jumlah mikroplastik dalam sungai dapat membantu menjaga keseimbangan ekosistem laut dan melindungi kehidupan laut. Selain itu, dengan berkurangnya mikroplastik dalam sungai, terjadi penurunan risiko terhadap kesehatan manusia yang mengonsumsi hewan laut akibat kontaminasi mikroplastik.

Filter air dalam penelitian ini masih perlu dikembangkan dan dilakukan uji coba sehingga filter air yang bekerja lebih efektif dan air yang dihasilkan lebih jernih. Hal ini dibuktikan dengan berkurangnya pencemar organik seperti bakteri E.Coli, mikroorganisme, serta kandungan kimia seperti klorin, detergen terlarut, amonium, dan lain lain. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengevaluasi efek jangka panjang dari penggunaan filter ini terhadap ekosistem sungai dan kehidupan organisme di dalamnya. Inovasi pada bahan filter diperlukan untuk menghindari adanya karat yang dapat mencemari air. Inovasi pada bahan filter diperlukan untuk menghindari adanya karat yang dapat mencemari air. Pengembangan bahan filter yang tahan terhadap karat dapat meningkatkan masa pakai filter tersebut, sehingga mengurangi limbah dan biaya penggantian filter secara berkelanjutan.

Pengaplikasian filter ini di sungai memerlukan survei untuk perawatan dan lokasi yang tepat serta pantauan secara berkala terhadap kualitas air yang maksimal. Partisipasi masyarakat diperlukan

dalam penggunaan dan pemeliharaan filter ini untuk memastikan keberlanjutan dan keberhasilan filter dalam mengurangi pencemaran air sungai. Dengan pemantauan dan evaluasi berkala, masalah yang mungkin muncul dapat diidentifikasi lebih cepat sehingga risiko kerusakan dapat diminimalisir.

Kolaborasi dan komitmen dari berbagai pihak dalam penggunaan filter ini memiliki potensi besar untuk menjaga kelestarian dan keberlanjutan ekosistem sungai dan mengoptimalkan efisiensi dan efektivitas penggunaan filter ini, sehingga dapat digunakan secara luas dan berkelanjutan di berbagai daerah yang membutuhkannya. Melalui pengembangan lebih lanjut, diharapkan filter mampu mengurangi mikroplastik dengan tingkat efektivitas mencapai 90%.

Kesimpulan

Penelitian dan pengembangan filter air menunjukkan kemampuan dalam menurunkan kadar mikroplastik dengan persentase rata-rata sebesar 75,4% untuk filtrasi dengan pembilasan dan 71,7% untuk filtrasi tanpa pembilasan. Sistem filtrasi ini memiliki rata-rata debit sebesar $6 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$. Rancangan filter berbentuk silindris dengan dimensi 130 cm × 65 cm × 78 cm. Berdasarkan hasil pengujian, filter ini menunjukkan efektivitas yang signifikan untuk diimplementasikan pada sungai yang tercemar. Meskipun pengembangan filter mikroplastik telah menunjukkan efektivitas dengan tingkat penurunan kontaminasi di atas 70%, optimalisasi lebih lanjut masih diperlukan untuk meningkatkan efisiensi sistem. Pengembangan filter yang lebih efisien diharapkan dapat meningkatkan persentase penurunan kontaminasi mikroplastik secara signifikan, sehingga dampak kontaminasi terhadap lingkungan dapat diminimalisasi secara komprehensif. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan analisis terhadap distribusi ukuran partikel mikroplastik. Hal ini akan memungkinkan evaluasi yang lebih mendalam mengenai efektivitas penurunan mikroplastik berdasarkan variasi ukuran partikel, sehingga dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang kinerja sistem filtrasi.

Referensi

- Abrams, P. A. 2003. Can adaptive evolution or behaviour lead to diversification of traits determining a trade-off between foraging gain and predation risk? *Evolutionary Ecology Research*, 5(5), 653–670.
- Aulia, A., Azizah, R., Sulistyorini, L., & Rizaldi, M. A. (2023). Literature Review: Dampak Mikroplastik Terhadap Lingkungan Pesisir, Biota Laut dan Potensi Risiko Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(3), 328-341.
- Budiarti, E. C. (2021). Identifikasi Mikroplasti pada Feses Manusia. *Environmental Pollution Journal*, 1(2).
- Alifka, D. S. (2020). Hubungan Pantangan Makanan Terhadap Risiko Kekurangan Energi Kronik Pada Ibu Hamil. *Jurnal Medika Utama*, 2(01 Oktober), 278-286.
- Gusty, S., Ahmad, S. N., Bungin, E. R., Safar, A., Rangan, P. R., Tamim, T., ... & Patiku, Y. (2021). Sampah Sebagai Sumber Energi Alternatif. *TOHAR MEDIA*.
- Fadlullah, Y.A., Priyambodo, N.R., Ma'ruf, K., Ramandhani, S., Setiawan, B.P., & Setiawan, R.J. (2024). Design System of Solar-Powered Safety Lamp Integrated Proximity Sensor as a Solution for Accident Prevention at Blind Spot Areas. *Pakistan Journal of Engineering and Technology*, 7(7), 129-137.
- Fajar, M. (2018). Proses Penyisihan Mikroplastik Menggunakan Rapid Sand Filter - Single Media. Skripsi. Institut Teknologi Bandung.
- Ismail, T., Ma'ruf, K., Setiawan, R.J., Sudewo, Arizky., Al Ghifari, M.Z., Insaniah, C., & Ali, M.J. (2024). Implementation of the Masaco Filter Innovation (Water Hyacinth Cellulose Membrane) as a Solution for Wastewater Management at Pertamina FT Cikampek and Clean Water Availability in Walahar Village. *Prospect: Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*, 3(3), 39-51.
- Ma'ruf, K., Setiawan, R.J., Alam, A.A.K., Azizah, N., & Evirda, N.E. (2024) Integration of Solar Photovoltaic System and Water Filter: A Sustainable Energy Solution for Clean Water Supply. 2024 International Conference on Electrical and Information Technology (IEIT).
- Najmi, N., Rahma, E. A., Suriani, M., Hartati, R., Lubis, F., & Oktavinanda, G. (2022). Sosialisasi Bahaya Sampah Plastik Terhadap Ekosistem Laut Bagi Remaja Desa Ujong Pulau Rayeuk, Aceh Selatan. *J-ABDI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2), 3855-3862.

- Putri, I. W., Musahib, A. R., Ali, M. M., Utomo, J., Arsyad, D. H., Darmawati, D., ... & BK, M. K. U. (2023). Pesisir Dan Masyarakat Pesisir. Penerbit Widina.
- Ramadhan, W. (2014). Dampak Pencemaran Air Laut Akibat Sampah Plastik di Indonesia. Eboni Universitas Hasanudin, 11.
- Saphira, T., & Nurtjahjadi, E. (2024). Pengaruh Green Marketing Communication terhadap Green Behaviour (Studi Kasus Pemberdayaan Penggunaan Kantong Plastik pada konsumen Alfamart di Kota Bandung). J-MAS (Jurnal Manajemen dan Sains), 9(2), 933-938.
- Syarif, R., Malik, A. J., Syahnur, K. N. F., Fitriyani, F., Riana, M. A., & Arifin, I. (2022). Pengenalan Konsep Ekonomi Sirkular Melalui Webinar "Ekonomi Sirkular: Solusi Masalah Persampahan di Indonesia". Celebes Journal Of Community Services, 1(1), 28-35.
- Supit, A., Tompodung, L., & Kumaat, S. (2022). Mikroplastik sebagai Kontaminan Anyar dan Efek Toksiknya terhadap Kesehatan Microplastic as an Emerging Contaminant and its Toxic Effects on Health. Jurnal Kesehatan, 13, 199-208.
- Widyastuti, S., Sari, A. S. 2011. Kinerja Pengolahan air Bersih Dengan proses Filtrasi Dalam Mereduksi Kesadahan. Jurnal Teknik UNIPA, 9(1), 43-54.
- Yaqin, K., Efansyah, A. M. A., Malkab, A. N. I., & Yusran, M. (2023). Taman Epibion untuk Bioremediasi Mikroplastik secara In Situ di Perairan Makassar. Jurnal Pengelolaan Perairan, 5(1), 1-11.