



Simulasi Penyisihan Mikroplastik pada Limbah Laundry Menggunakan Proses Filtrasi Bertingkat

Junardi¹, Yuyun Gisna Yudasti^{1*}, Gabrella Prananda Claudia¹, Aldin¹, Wa Ode Sitti Warsita Mahapaty¹, Ahmad Fakral Irwan²

¹ Program Studi Teknik Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan, Universitas Halu Oleo

² Program Studi Teknik Arsitek, Universitas Halu Oleo

Email Korespondensi: yungisna@gmail.com

Diterima: 18 September 2022

Disetujui: 24 Oktober 2022

Diterbitkan: 31 Oktober 2022

Kata Kunci:

Mikroplastik, Penyaringan Bertingkat, Limbah Laundry

ABSTRAK

Mikroplastik yang berasal dari air limbah laundry semakin meningkat jumlahnya di lingkungan. Hal ini dapat menimbulkan kerusakan lingkungan dan manusia akan mendapatkan bahaya dari paparan mikroplastik ketika masuk ke dalam tubuh. Multi stage filter sebagai sebuah solusi yang dapat dijadikan sebagai teknologi berkelanjutan yang sederhana, mudah digunakan, mudah dibersihkan, memiliki efisiensi penyaringan yang tinggi, dan mampu mencegah penyebaran mikroplastik ke lingkungan. Metode penelitian terdiri dari beberapa tahapan yaitu : pengumpulan data untuk rancangan awal, penyusunan desain teknis, pembuatan produk, pengujian keandalan karya, analisis data pengujian, sehingga miplast filter siap digunakan dan evaluasi penerimaan masyarakat. Hasil total mikroplastik yang ditemukan pada sampel limbah laundry yaitu rata-rata 5145 MPs dalam 7,4 kg berat kering pakaian. Timbulan mikroplastik dari limbah pakaian setelah menggunakan filter yaitu 75.5%. Hal ini membuktikan bahwa melakukan proses filtrasi dapat menurunkan jumlah peyebaran mikroplastik ke lingkungan.

Received: 18 September 2022

Accepted: 24 October 2022

Published: 31 October 2022

Keywords:

Microplastic, Multy Stage Filtert, Laundry Wastewater

ABSTRACT

Microplastics originating from laundry wastewater are increasing in number in the environment. This can cause environmental damage and humans will get harm from exposure to microplastics when they enter the body. Multi stage Filter as a solution that can be used as a sustainable technology that is simple, easy to use, easy to clean, has high efficiency, and is able to prevent the spread of microplastics into the environment. The research method consists of several stages, namely: data collection for initial design, preparation of technical designs, product manufacture, work testing, analysis of data testing, ready-to-use miplast filters and evaluation of public acceptance. The total yield of microplastics found in samples of laundry waste is an average of 5145 MPs in 7.4 kg of dry weight of clothes. The incidence of microplastics from clothing waste after using a filter is 75.5%. This proves that carrying out the filtration process can reduce the amount of microplastic spread to the environment.

1. PENDAHULUAN

Mikroplastik adalah polusi yang menjadi ancaman serius karena membahayakan lingkungan dan kesehatan manusia. Partikel mikroplastik yang berasal dari serat kain keluar bersama limbah cair residu hasil pencucian melalui saluran pembuangan lalu mengalir hingga ke lautan setiap kali kita mencuci pakaian menggunakan mesin cuci. Tidak dapat dipungkiri bahwa kegiatan mencuci pakaian akan memperburuk kualitas air disekitarnya, apalagi tidak ada pengolahan khusus untuk limbah tersebut sehingga dapat menimbulkan pencemaran air. Air buangan hasil pencucian

apalagi dalam volume yang sangat besar dapat merusak kelesatirian atau keseimbangan pada ekosistem sungai hingga kelautan.

Pelepasan serat berukuran mikro akibat pencucian pakaian telah dilaporkan secara luas sebagai sumber potensial mikroplastik. Salah satunya penelitian yang dilakukan oleh Napper & Thompson, 2016 yang menunjukkan bahwa pada setiap beban pencucian 6 kg, campuran poliester- kapas diperkirakan melepaskan 137.951 serat, poliester berpotensi melepaskan 496.030 serat dan akrilik 728.789 serat. Dalam hal ini, untuk beban pencucian rata-rata 6 kg lebih dari 700.000 serat dapat dilepaskan per pencucian. Hal ini terjadi karena

kebanyakan mesin cuci tidak memiliki filter, dimana filter standar sejauh ini dianggap belum mampu menyisihkan mikroplastik yang berukuran sangat kecil untuk dilihat oleh mata manusia.

Berdasarkan data pemantauan global tentang distribusi mikroplastik dan proses degradasinya, serta metode analisis partikel mikroplastik di lingkungan masih jauh dari memadai. Hal tersebut menghasilkan suatu kesimpulan bahwa pencegahan penyebaran mikroplastik yang dimulai dari titik pembuangannya adalah cara paling efektif untuk mengurangi dampak buruk dari partikel pencemar ini.

Sebuah solusi yang dapat dijadikan sebagai teknologi berkelanjutan yang sederhana, mudah digunakan, mudah dibersihkan, memiliki efisiensi penyaringan yang tinggi, dan mampu mencegah penyebaran mikroplastik ke lingkungan yaitu Penyaringan bertingkat. Penyaringan bertingkat adalah jenis filter inovasi terbaru yang dapat menyaring mikroplastik dan mencegah penyebarannya dengan menerapkan sistem berkelanjutan.

2. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penyaringan bertingkat adalah filter cloth 74 μm , dan filter stainless steel, serabut stainless. Bahan yang digunakan untuk identifikasi mikroplastik yang digunakan adalah beaker glass, cawan petri, Vacuum Filter, dan Mikroskop Binokuler, Kertas Saring Whatman GF/C No.42.

2.2 Tahapan Pelaksanaan Program

Tahapan pelaksanaan kegiatan sebagai berikut :

1. Pengumpulan data untuk rancangan awal
2. Penyusunan Desain Teknis
3. Pengujian keandalan
4. Analisis data pengujian
5. Evaluasi kinerja filter

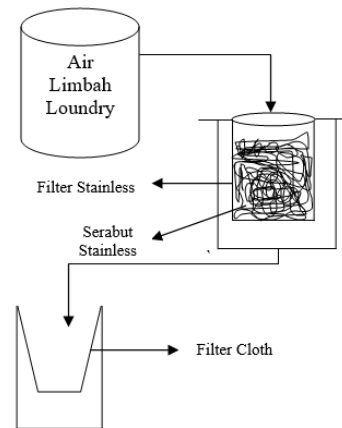
2.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan terhadap berbagai kajian atau teori-teori yang berkaitan dengan rancangan produk, baik bersumber dari text book, jurnal ilmiah maupun teknologi atau produk terdahulu sehingga dapat menunjang pelaksanaan kegiatan. Berdasarkan eksplorasi awal pada situs pencarian online, ditemukan alat alat yang telah diciptakan dengan fungsi dan tujuan yang sama sebelumnya yaitu Planet Care Microfibre Filters (planetcare.org), The Fitrol (fitrol.net), dan The Lint LUV-R (environmentalenhancements.com).

2.4 Simulasi Sistem Produk

Penyaringan bertingkat tersusun atas komponen utama dan komponen pendukung. Komponen utama produk adalah tiga jenis bahan atau tipe filter berbeda yang diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penyaringannya. Komponen utama tersebut adalah filter cloth monofilamen 20 μm , filter stainless steel, dan serabut stainless. Susunan komponen utama dimulai dari serabut stainless, filter stainless steel dan dilanjutkan dengan filter cloth monofilamen 70 μm . Filter

cloth monofilamen ditempatkan pada tahap akhir penyaringan agar beban penyaringan pada filter tersebut rendah sehingga memperpanjang masa pakainya. Adapun proses penyaringan bertingkat skala laboratorium dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 1. Skema Penyaringan

2.5 Pengujian Keandalan

Pengujian keandalan produk filter dilakukan di Laboratorium Fakultas Farmasi dan Fakultas MIPA. Limbah cair laundry sebelum menggunakan filter dan setelah menggunakan filter di kumpulkan, kemudian disaring dengan kertas whatman GF/C menggunakan vacuum filter. Kertas saring dipindahkan dalam cawan petri dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105 $^{\circ}\text{C}$ pada waktu kurang lebih 30 menit untuk menghilangkan kadar air pada kertas saring, kondisi ini mengacu pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Alam dkk, 2019. Kertas saring yang telah kering akan dilakukan identifikasi jumlah dan ukuran mikroplastik dengan menggunakan mikroskop binokuler cahaya dengan perbesaran lensa 10x (perbesaran total 100x). Selanjutnya, dilakukan identifikasi mikroplastik teknik SCS (Size and Colour Sorting System) berdasarkan pedoman teknis Crawford dan Quinn (2017) tentang. Tahapan pengujian ini dilakukan pengulangan sebanyak dua kali agar mendapatkan hasil yang lebih akurat.

2.6 Analisis Data Pengujian

Analisis data pengujian dilakukan dengan menghitung nilai efisiensi yang diperoleh dari perbandingan timbulan partikel mikroplastik sebelum menggunakan filter dan sesudah penggunaannya. Kemampuan penyaringan ditunjukkan dalam bentuk presentase (%).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem kerja penyaringan bertingkat untuk menyisihkan mikroplastik menerapkan konsep multi stage filtration dimana terdapat tiga jenis filter yang menerapkan prinsip surface filtration yang akan dilalui oleh partikel mikroplastik setelah keluar dari saluran mesin cuci. Penyaringan bertingkat merupakan metode sederhana yang digunakan untuk menghilangkan zat pengotor pada air dengan beberapa kali

penyaringan. Sementara itu, filtrasi permukaan menyiratkan bahwa partikel sebagian besar tertahan di permukaan media, membentuk lapisan bahan yang meningkatkan efisiensi atau kehalusan partikel yang tertahan. Secara umum, jenis media filter ini disebut memiliki "retensi nominal", pada rentang 60% sampai 70%. Pada filtrasi permukaan, jumlah luas permukaan berkorelasi langsung dengan kemampuan pemuatan padatan dan penurunan tekanan terkait.

Dalam hal menerapkan kedua prinsip tersebut, pada penelitian ini melakukan beberapa tahapan. Tahapan pertama, partikel akan melewati serabut stainless, dimana diharapkan partikel mikroplastik akan tersaring pada sela-sela filter serabut. Tahapan selanjutnya yaitu filter stainless yang memanfaatkan prinsip surface filtration, dimana partikel mikro ini dapat tertahan pada permukaannya. Tahap terakhir, mikroplastik akan melewati filter cloth dengan ukuran pori yang lebih kecil sehingga diharapkan sisa-sisa partikel yang belum tertahan pada penyaringan sebelumnya dapat tersaring pada tahapan ini. Filter cloth dikondisikan pada tahapan terakhir agar mengurangi beban penyaringannya sehingga memperpanjang masa pakainya. Filter cloth memiliki untaian benang yang bulat, halus dan bahannya sangat tahan terhadap alkali. Ini menghasilkan kain yang sangat kuat dan stabil yang tidak terkelupas dan tidak terpengaruh oleh deterjen pencuci. Filter jenis ini memiliki kualitas yang baik karena dapat mencegah terjadinya kerusakan akibat abrasi dan tekanan mekanis. Sementara itu, filter berbahan stainless dipilih karena memiliki ketahanan yang baik sehingga tidak mudah rusak dan masa pakai yang panjang. Semua bahan penyusun filter penyaringan bertingkat tidak menggunakan pewarna serta tidak mengandung aditif.

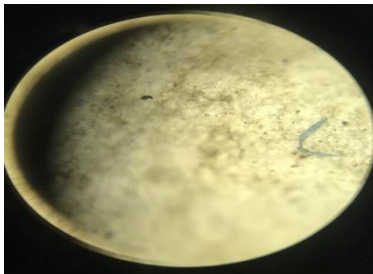
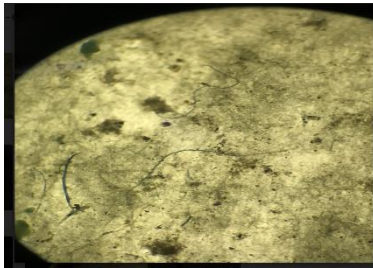
Pada dasarnya riset mengenai teknologi penyisihan mikroplastik untuk mencegah penyebaran partikel dari rumah tangga masih belum banyak dilakukan. Namun, ada beberapa rujukan yang menjadi landasan ataupun memberikan gambaran mengenai desain filter yang akan dikembangkan pada produk penyaringan bertingkat. Sembiring et al, 2021 melakukan percobaan mengenai efektivitas penyisihan mikroplastik menggunakan filter cloth. Media filter kain dibuat dari poliester 194 m, 115 m, dan 57,5 m. Ukuran MP buatan bervariasi dari 210 hingga 420 m dan > 420 m. Pori filter 194 m dapat menghilangkan 41,5% MP dengan ukuran partikel >420 m, sedangkan pori filter 115 m dan 57,5 m masing-masing dapat menghilangkan 55,5% dan 83,7%. Pori filter 194 m dapat menghilangkan 34% MP dengan ukuran partikel berkisar 210–420 m, sedangkan pori filter 115 m dan 57,5 m dapat menghilangkan masing-masing 52,85% dan 85,3%. Berdasarkan kekuatan tarik dan elongasi, pori filter 194 m lebih baik daripada pori filter 115 m dan 57,5 m. Namun, kualitas (kekuatan tarik dan perpanjangan) tidak berdampak pada penghapusan MP karena ukuran pori yang besar. Filter dengan ukuran pori 194 m dan 115 m menunjukkan bahwa ukuran MPs berpengaruh nyata terhadap removal ($p < 0,05$) yang juga ditunjukkan oleh koefisien regresi sebesar 34,7% dan 15,8%. Namun, untuk filter pori 57,5 m, ukuran MP tidak mempengaruhi penyisihan MP ($p\text{-value} > 0,05$) yang juga ditunjukkan oleh koefisien regresi yang rendah sebesar 1%.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Chai et al, 2020 menunjukkan bahwa filter dengan struktur dan ukuran pori yang berbeda dapat menghasilkan hasil yang berbeda dalam penyaringan mikroplastik. Ketika menyaring mikroplastik berukuran besar, filter nilon (tipe lubang dua lapis)

mempertahankan hampir 100% serat, sedangkan filter polikarbonat (tipe lubang satu lapisan) hanya mempertahankan 61,7%. Filter polikarbonat mempertahankan sebagian besar fragmen (80,8%), sedangkan filter serat kapas (tipe multilayer-lubang) mempertahankan paling sedikit (54,4%). Pelet tertahan pada lapisan yang berbeda dari filter nilon dan serat kapas, dan tidak dapat diukur secara akurat. Serat besar (3568,0 mm) tidak tersaring setelah penyaringan ukuran pori 1000 mm. Fragmen kecil (37,2 mm) ditemukan pada filter ukuran pori 50 mm. Untuk memvalidasi hasil laboratorium, air yang mengandung mikroplastik (~90% dalam bentuk serat) disaring melalui filter ukuran pori yang berbeda. Seperti yang diharapkan, hubungan antara kelimpahan dan ukuran pori mengikuti tren yang sama seperti pada sampel serat laboratorium. Dengan demikian, hasil kami menunjukkan bahwa struktur filter dan ukuran pori dapat mempengaruhi kelimpahan mikroplastik dengan berbagai bentuk. Untuk mendapatkan kelimpahan mikroplastik yang lebih akurat dalam rentang ukuran yang luas, dan untuk mempertimbangkan durasi filtrasi, batasan ukuran pengamatan, dan resolusi spasial instrumen identifikasi, kami merekomendasikan agar sampel air disaring menggunakan filter ukuran pori 20 mm dengan filter ganda.

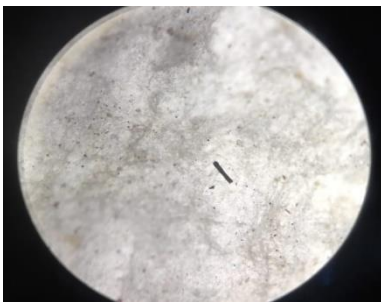
Pada penelitian Zahid dan El-Shafai (2011) menyatakan bahwa penggunaan bahan tekstil sebagai media filtrasi dalam membran bioreaktor dapat mengurangi biaya manufaktur dan operasi membran bioreaktor karena sistem ini sederhana dalam operasi dan pembersihan dan tidak perlu pembersihan kimia untuk memulihkan laju fluks sehingga penggunaan media kain untuk MBR dapat mengurangi modal dan biaya operasional dari reactor tersebut. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Liu dkk, 2013 yang menyatakan bahwa Filter poliester dan nilon telah digunakan sebagai bahan filtrasi dalam MBR untuk mengurangi biaya produksi dan pengoperasian, yang juga dapat memberikan rasio penghilangan COD (permintaan oksigen kimia) yang tinggi, TSS (total padatan terlarut) dan TKN (total nitrogen). Sementara itu, kain bukan tenunan (non woven) yang dibuat dari serat stapel poliester digunakan secara luas sebagai filter baghouse dan kartrid dust collection dalam proses produksi partikel semen, kaolin, dan abrasive (Bauer, 2004). Pemilihan filter poliester sebagai bahan dasar alat penyaringan karena harganya yang masih terjangkau dan lebih mudah didapatkan jika dibandingkan dengan filter yang berbahan polimer lainnya.

Pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 28 Agustus 2022, pukul 14.00 WITA. Dilakukan identifikasi timbulan mikroplastik untuk mengetahui jumlah timbulan sebelum dilakukan penyaringan.



Gambar 2. Kandungan Mikroplastik Sebelum Disaring

Hasil total mikroplastik yang ditemukan pada sampel limbah laundry yaitu rata-rata 5145 MPs dalam 7.4 kg berat kering pakaian. Setelah melakukan proses filtrasi, partikel mikroplastik masih ditemukan namun dengan jumlah yang lebih sedikit yaitu 1263 partikel dengan presentase penyisihan yaitu 75.5%.



Gambar 3. Kandungan Mikroplastik setelah difilter

4. SIMPULAN

1. Berdasarkan penelitian dan analisis data yang dilakukan dapat diperoleh kesimpulan bahwa : timbulan mikroplastik dari limbah pakaian setelah menggunakan filter yaitu 75.5%. Hal ini membuktikan bahwa melakukan proses filtrasi dapat

menurunkan jumlah penyebaran mikroplastik ke lingkungan.

2. Hasil dari pembuatan alat penyaringan bertingkat yaitu dapat meminimalisir tercemarnya lingkungan khususnya pada badan air yang dapat membahayakan mahluk hidup serta mengganggu keseimbangan lingkungan.

3. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut dan jangka panjang, untuk mendapatkan efisiensi penyisihan yang lebih besar, khususnya melakukan pengamatan mengenai karakteristik filter yang digunakan.

4. Penelitian selanjutnya perlu membahas mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi proses filtrasi seperti debit, luas permukaan pada masing-masing jenis filter, dan porositas saringan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ditjen Diktiristek melalui Direktorat pembelajaran dan kemahasiswaan dan Universitas Halu Oleo sehingga penelitian dalam rangka pelaksanaan PKM Karsa Cipta ini dapat berjalan dengan baik

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, F.C., Sembiring, E., Muntalif, B.S., Suendo, V. 2019. Microplastic distribution in surface water and sediment river around slum and industrial area (case study: Ciwalengke River, Majalaya district, Indonesia). *Chemosphere*. 224 : 637-645
- Chai, H., Chen, M., Chen, Q., Du, F., Liu, J., & Shi, H. (2020). Microplastic quantification affected by structure and pore size of filters. *Chemosphere*, 127198. doi:10.1016/j.chemosphere.2020.127198
- Crawford, C.B. dan Quinn, B. 2017. *Microplastic Pollutants*. Elsevier Science. ISBN 9780128094068.
- Liu, L., Shao, B., & Yang, F. (2013): Polydopamine coating – Surface modification of polyester filter and fouling reduction. *Separation and Purification Technology*, 118, 226–233. doi:10.1016/j.seppur.2013.07.003
- Napper, I. E., & Thompson, R. C. 2016. Release of synthetic microplastic plastic fibres from domestic washing machines: Effects of fabric type and washing conditions. *Marine Pollution Bulletin*. 112(1-2), 39–45.
- Sembiring, E., Mahapati, W. O. S. W., & Hidayat, S. 2021. Microplastics particle size affects cloth filter performance. *Journal of Water Process Engineering*. 42 : 102166
- Zahid, W.M., El-Shafai, S.A. (2011): Use of cloth-media filter for membrane bioreactor treating municipal wastewater, *Bioresour Technol*, 102, 2193–2198