Telukawur Journal of Legal Community Empowerment
Vo. 1, No. 2 (2026), pp. 12-22 doi: 10.14710/telukawur.1.2.12-22
E-ISSN 3123-3619

Effectiveness of a Filtration Prototype for Treating Wastewater from Home-Based Batik Industries in Pungsari Village

Efektivitas Prototipe Filtrasi dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Rumahan di Desa Pungsari

Priyono Priyono[1], Ari Bawono Putranto[2], Ahmad Ridlo Hanifudin Tahier[3]*

[1]Departemen Fisika, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia
[2,3] Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Universitas Diponegoro

*E-mail: ridlohanifudin@lecturer.undip.ac.id

Received: 23th February 2026, Last Revised: 06th July 2026, Accepted: 07th July 2026, Available online: 15th July 2026

Abstract. *Wastewater generated from batik production processes in Pungsari Village, Plupuh District, Sragen Regency, contains synthetic dyes, chemical compounds, and suspended solids that may cause environmental pollution if discharged without adequate treatment. This study aimed to design and evaluate the effectiveness of an environmentally friendly filtration prototype as a preliminary treatment alternative for batik wastewater prior to its discharge into the environment. The research employed a prototype filtration system consisting of layered filtration media, including biorings, silica sand, zeolite, and activated carbon, installed within a PVC pipe. The prototype was tested using batik wastewater samples under filtration durations of 30, 60, and 90 minutes. Its performance was evaluated based on changes in wastewater quality parameters, including color, odor, and Total Dissolved Solids (TDS), complemented by measurements of pH, Total Suspended Solids (TSS), Biological Oxygen Demand (BOD), and Chemical Oxygen Demand (COD). The results demonstrated that the filtration prototype reduced turbidity by approximately 65%, color intensity by approximately 50%, and BOD, COD, and TSS values by 40–47%, while also significantly decreasing wastewater odor. Nevertheless, residual synthetic dyes remained detectable, indicating that further treatment is required to comply with environmental quality standards. The proposed filtration prototype has the potential to serve as an appropriate technology that is simple, cost-effective, and easy to implement in home-based batik industries, thereby contributing to pollution reduction and promoting the environmental sustainability of batik production***.***

Keywords*: batik wastewater; filtration; activated carbon; appropriate technology; environmental pollution*

Abstrak. Limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi batik di Desa Pungsari, Kecamatan Plupuh, Kabupaten Sragen, mengandung zat warna sintetis, bahan kimia, dan padatan tersuspensi yang berpotensi mencemari lingkungan apabila dibuang tanpa pengolahan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang serta menguji efektivitas prototipe alat filtrasi ramah lingkungan sebagai alternatif pengolahan awal limbah cair batik sebelum dibuang ke lingkungan. Metode penelitian meliputi perancangan prototipe menggunakan media filtrasi berupa bioring, pasir silika, zeolit, dan karbon aktif yang disusun secara berlapis di dalam pipa paralon, kemudian diuji menggunakan sampel limbah cair batik dengan variasi waktu filtrasi selama 30, 60, dan 90 menit. Efektivitas alat dievaluasi berdasarkan perubahan parameter kualitas limbah yang meliputi warna, bau, Total Dissolved Solids (TDS), serta didukung oleh pengukuran pH, Total Suspended Solids (TSS), Biological Oxygen Demand (BOD), dan Chemical Oxygen Demand (COD). Hasil penelitian menunjukkan bahwa prototipe filtrasi mampu menurunkan tingkat kekeruhan hingga sekitar 65%, intensitas warna sekitar 50%, serta nilai BOD, COD, dan TSS sebesar 40–47%, disertai penurunan bau limbah secara signifikan. Meskipun demikian, residu zat pewarna sintetis masih ditemukan sehingga diperlukan pengolahan lanjutan untuk memenuhi baku mutu lingkungan. Penerapan prototipe filtrasi ini berpotensi menjadi teknologi tepat guna yang sederhana, ekonomis, dan mudah diterapkan oleh industri batik skala rumah tangga sebagai upaya mengurangi pencemaran lingkungan serta mendukung keberlanjutan produksi batik.

Keywords: limbah cair batik; filtrasi; karbon aktif; teknologi tepat guna; pencemaran lingkungan.

Copyright © 2025 by Authors, Published by Telukawur Journal of Legal Community Empowerment. This is an open-access article under the CC BY-SA License (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0)

1. Pendahuluan

Desa Pungsari, Kecamatan Plupuh, Kabupaten Sragen, merupakan salah satu sentra produksi batik rumahan yang berkontribusi terhadap perekonomian masyarakat sekaligus berperan dalam menjaga keberlanjutan warisan budaya Indonesia. Di sisi lain, aktivitas produksi batik menghasilkan limbah cair yang mengandung zat warna sintetis, padatan tersuspensi, bahan organik, serta senyawa kimia yang berpotensi menurunkan kualitas badan air apabila dibuang tanpa melalui proses pengolahan yang memadai (Melfazen et al., 2022). Kondisi tersebut menjadi tantangan bagi industri batik skala rumah tangga karena sebagian besar pelaku usaha masih memiliki keterbatasan dalam mengakses teknologi pengolahan limbah yang sederhana, ekonomis, dan mudah dioperasikan.

Hasil observasi pendahuluan di sentra batik Desa Pungsari menunjukkan bahwa limbah cair hasil proses produksi masih memerlukan pengolahan sebelum dialirkan ke lingkungan. Karakteristik limbah yang berwarna pekat, berbau, serta mengandung padatan tersuspensi menunjukkan perlunya penerapan teknologi pengolahan yang mudah diadopsi oleh masyarakat. Kondisi tersebut berpotensi menurunkan kualitas air

permukaan maupun air tanah di sekitar lokasi produksi apabila tidak dilakukan pengelolaan secara berkelanjutan (Fitriani & Handayani, 2020). Oleh karena itu, diperlukan suatu inovasi teknologi tepat guna yang mampu menjadi alternatif pengolahan awal limbah cair sebelum dibuang ke lingkungan.

Upaya pengendalian pencemaran limbah industri batik memiliki relevansi yang kuat dengan pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya Tujuan 6 (*Clean Water and Sanitation*) mengenai peningkatan kualitas air melalui pengurangan pencemaran, serta Tujuan 12 (*Responsible Consumption and Production*) yang menekankan pentingnya penerapan pola produksi berkelanjutan (Abu Hasan et al., 2022). Selain itu, pengelolaan limbah industri juga sejalan dengan kebijakan pemerintah Indonesia mengenai perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup yang mendorong penerapan teknologi ramah lingkungan pada sektor usaha mikro, kecil, dan menengah (Gupta, V. K., & Suhas, 2009). Dengan demikian, penerapan teknologi filtrasi sederhana tidak hanya berkontribusi terhadap peningkatan kualitas lingkungan, tetapi juga mendukung keberlanjutan usaha batik sebagai salah satu industri kreatif nasional.

Mitra dalam kegiatan ini adalah pengrajin batik rumahan di Desa Pungsari sebagai pelaku utama produksi batik. Mitra memiliki potensi berupa keberlanjutan aktivitas produksi, pengalaman membatik secara turun-temurun, serta komitmen dalam mempertahankan usaha batik sebagai sumber mata pencaharian masyarakat. Namun demikian, mitra masih menghadapi keterbatasan dalam penerapan teknologi pengolahan limbah yang efisien, mudah dioperasikan, dan memiliki biaya investasi yang terjangkau. Kondisi tersebut menyebabkan pengelolaan limbah cair belum dilakukan secara optimal sehingga diperlukan penerapan teknologi tepat guna yang sesuai dengan karakteristik industri batik skala rumah tangga (Abdullah, N., et al., 2023).

Berdasarkan permasalahan tersebut, kegiatan ini bertujuan untuk merancang, menerapkan, dan mengevaluasi prototipe alat filtrasi ramah lingkungan berbasis media bioring, pasir silika, zeolit, dan karbon aktif sebagai alternatif pengolahan awal limbah cair batik di Desa Pungsari. Penerapan prototipe diharapkan mampu meningkatkan kualitas limbah cair melalui penurunan tingkat kekeruhan, warna, bau, serta parameter pencemar lainnya sehingga dapat menjadi solusi yang sederhana, ekonomis, mudah diterapkan oleh masyarakat, dan mendukung pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan.

2. Metode

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di sentra industri batik rumahan Desa Pungsari, Kecamatan Plupuh, Kabupaten Sragen, Jawa Tengah. Kegiatan dilaksanakan secara bertahap, meliputi tahap persiapan, pelaksanaan, pendampingan, dan evaluasi penerapan teknologi filtrasi limbah cair batik. Sasaran kegiatan adalah pelaku usaha batik skala rumah tangga yang selama ini menghasilkan limbah cair produksi dan memiliki keterbatasan dalam penerapan teknologi pengolahan limbah yang sederhana, ekonomis, serta mudah dioperasikan. Pendekatan yang digunakan mengacu pada prinsip Participatory Rural Appraisal (PRA), yaitu melibatkan mitra secara aktif dalam setiap tahapan kegiatan, mulai dari identifikasi permasalahan, perancangan solusi,

implementasi teknologi, hingga evaluasi hasil sehingga teknologi yang diterapkan sesuai dengan kebutuhan dan kondisi lapangan (Chambers, 1994).

Bahan yang digunakan dalam kegiatan meliputi limbah cair batik sebagai objek pengolahan, media filtrasi berupa bioring sebagai lapisan penyangga, pasir silika sebagai penyaring partikel tersuspensi, zeolit sebagai media adsorpsi ion logam dan senyawa terlarut, serta karbon aktif untuk mengurangi warna, bau, dan kandungan bahan organik di dalam limbah. Peralatan yang digunakan terdiri atas pipa PVC berdiameter ±4 inci sebagai kolom filtrasi, pompa air, selang penghubung, keran keluaran, gelas ukur, dan peralatan pendukung lainnya. Pemilihan media filtrasi didasarkan pada karakteristik masing-masing material yang memiliki kemampuan menyaring padatan, mengadsorpsi senyawa pencemar, serta mudah diperoleh dengan biaya relatif rendah sehingga sesuai diterapkan pada industri batik skala kecil (Melfazen et al., 2022).

Pelaksanaan kegiatan diawali dengan kegiatan penyuluhan dan pendampingan kepada mitra mengenai karakteristik limbah cair batik, dampak pencemaran terhadap lingkungan, serta pentingnya pengolahan limbah sebelum dibuang ke badan air. Kegiatan edukasi dilanjutkan dengan penyampaian konsep teknologi filtrasi sederhana sebagai salah satu alternatif pengolahan limbah yang mudah diterapkan pada industri batik rumahan (Ibrahim, S., et al., 2016). Tahap ini bertujuan meningkatkan pemahaman mitra mengenai pentingnya pengelolaan limbah yang berkelanjutan sekaligus mendorong perubahan perilaku dalam pengelolaan lingkungan.

Setelah pelatihan, dilakukan pendampingan dalam pengoperasian prototipe filtrasi menggunakan limbah cair batik yang berasal dari proses produksi mitra. Pendampingan dilakukan melalui beberapa kali proses filtrasi dengan variasi waktu operasi selama 30, 60, dan 90 menit untuk memperoleh gambaran kinerja alat pada kondisi yang berbeda. Air hasil filtrasi kemudian diamati berdasarkan parameter kualitas yang meliputi pH, warna, bau, kekeruhan, *Total Suspended Solids* (TSS), *Biological Oxygen Demand* (BOD), dan *Chemical Oxygen Demand* (COD). Hasil pengamatan dibandingkan dengan kondisi limbah sebelum proses filtrasi untuk mengevaluasi efektivitas teknologi yang diterapkan.



Gambar 1. Prototipe Alat Filtrasi Limbah Cair Batik

3. Hasil

3.1 Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di sentra industri batik rumahan Desa Pungsari, Kecamatan Plupuh, Kabupaten Sragen. Kegiatan diawali dengan koordinasi bersama mitra untuk mengidentifikasi permasalahan utama dalam pengelolaan limbah cair batik. Berdasarkan hasil observasi lapangan, limbah cair hasil proses produksi masih memerlukan pengolahan yang lebih efektif sebelum dibuang ke lingkungan. Oleh karena itu, tim pengabdian memperkenalkan teknologi filtrasi sederhana sebagai alternatif pengolahan limbah yang mudah diterapkan oleh pelaku usaha batik skala rumah tangga.

Pelaksanaan kegiatan terdiri atas penyuluhan mengenai dampak limbah cair batik terhadap lingkungan, pelatihan pembuatan prototipe alat filtrasi, demonstrasi penggunaan alat, serta pendampingan dalam pengoperasian dan pemeliharaan sistem filtrasi. Pendekatan tersebut memungkinkan mitra memahami prinsip kerja alat sekaligus mengoperasikannya secara mandiri.

Kegiatan menghasilkan luaran berupa satu unit prototipe alat filtrasi limbah cair batik yang menggunakan media bioring, pasir silika, zeolit, dan karbon aktif. Selain luaran berupa produk teknologi tepat guna, kegiatan ini juga meningkatkan pemahaman mitra mengenai pentingnya pengelolaan limbah sebagai bagian dari praktik produksi batik yang ramah lingkungan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Prototipe Filtrasi

Parameter	Hasil Setelah Filtrasi
Kekeruhan	Turun ±65%
Warna	Turun ±50%
TSS	Turun ±40–47%
BOD	Turun ±40–47%
COD	Turun ±40–47%
Bau	Berkurang signifikan

3.2 Efektivitas Penerapan Prototipe Filtrasi

Setelah proses pelatihan selesai, prototipe filtrasi diuji menggunakan limbah cair batik yang berasal dari proses produksi mitra. Air limbah dialirkan melalui media filtrasi yang tersusun atas bioring, pasir silika, zeolit, dan karbon aktif, kemudian dianalisis berdasarkan parameter kualitas air yang meliputi pH, kekeruhan, warna, bau, Total Suspended Solids (TSS), Biological Oxygen Demand (BOD), dan Chemical Oxygen Demand (COD).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa teknologi filtrasi mampu meningkatkan kualitas limbah cair batik. Tingkat kekeruhan menurun sekitar **65%**, intensitas warna berkurang sekitar **50%**, sedangkan parameter **TSS, BOD, dan COD** mengalami penurunan pada kisaran **40–47%**. Selain itu, bau menyengat yang sebelumnya tercium pada limbah cair berkurang secara signifikan setelah melewati media filtrasi.

Perbaikan kualitas limbah cair menunjukkan bahwa media filtrasi memiliki fungsi yang saling melengkapi. Pasir silika bekerja menyaring padatan tersuspensi, zeolit berfungsi mengadsorpsi ion logam dan senyawa terlarut, sedangkan karbon aktif berperan dalam mengurangi warna, bau, dan sebagian kandungan senyawa organik. Kombinasi ketiga media tersebut menghasilkan proses filtrasi yang lebih efektif dibandingkan penggunaan satu jenis media saja (Melfazen et al., 2022).

Meskipun demikian, warna limbah belum sepenuhnya hilang karena sebagian zat warna sintetis masih tersisa setelah proses filtrasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa filtrasi lebih tepat diterapkan sebagai proses pengolahan awal (*pre-treatment*). Untuk memenuhi baku mutu lingkungan, proses filtrasi dapat dikombinasikan dengan teknologi lain, seperti koagulasi–flokulasi, adsorpsi lanjutan, maupun fitoremediasi.



a *b*

Gambar 2. a limbah sebelum filtrasi, b limbah setelah filtrasi

3.3 Perubahan Pengetahuan dan Keterampilan Mitra

Melalui kegiatan penyuluhan, pelatihan, dan pendampingan, mitra memperoleh pemahaman mengenai dampak limbah cair batik terhadap lingkungan serta pentingnya penerapan teknologi pengolahan limbah yang sesuai dengan karakteristik industri batik skala rumah tangga. Selain peningkatan pengetahuan, mitra juga memperoleh keterampilan dalam merakit, mengoperasikan, serta melakukan pemeliharaan sederhana terhadap prototipe alat filtrasi sehingga teknologi dapat digunakan secara berkelanjutan.

Penerapan teknologi filtrasi memberikan manfaat langsung bagi mitra berupa tersedianya alternatif teknologi pengolahan limbah yang sederhana, ekonomis, dan mudah dioperasikan. Dari aspek lingkungan, penurunan parameter kekeruhan, warna, bau, TSS, BOD, dan COD menunjukkan adanya potensi pengurangan beban pencemaran terhadap badan air di sekitar sentra produksi batik.

Keberlanjutan program didukung oleh penggunaan material filtrasi yang mudah diperoleh serta biaya pembuatan yang relatif terjangkau sehingga memungkinkan teknologi direplikasi oleh pelaku usaha batik lainnya. Pendampingan lanjutan dan evaluasi berkala diperlukan agar teknologi tetap dimanfaatkan secara optimal serta dapat dikembangkan melalui kombinasi dengan metode pengolahan limbah lainnya.

4. Diskusi

Penerapan prototipe alat filtrasi limbah cair batik di Desa Pungsari merupakan salah satu bentuk penerapan teknologi tepat guna yang ditujukan untuk mengurangi beban pencemaran lingkungan akibat aktivitas industri batik rumahan (Yagub, M. T., et al., 2014). Program ini dilaksanakan melalui tahapan perancangan alat, penyusunan media filtrasi berupa bioring, pasir silika, zeolit, dan karbon aktif, kemudian dilanjutkan dengan uji coba menggunakan sampel limbah cair batik yang berasal dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) setempat. Kualitas air hasil filtrasi dievaluasi berdasarkan beberapa parameter, meliputi tingkat kekeruhan, warna, bau, *Total Suspended Solids* (TSS), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), dan *Chemical Oxygen Demand* (COD). Pendekatan tersebut memberikan gambaran mengenai kemampuan prototipe dalam menurunkan konsentrasi bahan pencemar sebelum limbah dibuang ke lingkungan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa tujuan penelitian untuk menghasilkan prototipe alat filtrasi sederhana yang mampu memperbaiki kualitas limbah cair batik telah tercapai. Setelah proses filtrasi dilakukan, terjadi penurunan tingkat kekeruhan sekitar 65%, penurunan intensitas warna sekitar 50%, serta penurunan nilai TSS, BOD, dan COD berkisar antara 40–47%. Selain itu, perubahan karakteristik limbah juga terlihat secara visual melalui berkurangnya bau menyengat dan meningkatnya kejernihan air hasil filtrasi. Temuan tersebut menunjukkan bahwa kombinasi media filtrasi mampu menahan partikel tersuspensi, mengadsorpsi sebagian senyawa organik, serta mengurangi kandungan zat pencemar yang terkandung dalam limbah cair batik (Mondal, S., 2008). Dengan demikian, prototipe yang dikembangkan telah memenuhi tujuan utama penelitian sebagai alternatif teknologi pengolahan awal (*pre-treatment*) bagi industri batik skala rumah tangga.

Keberhasilan prototipe alat filtrasi tidak terlepas dari karakteristik masing-masing media penyusun yang bekerja secara sinergis. Lapisan pasir silika berfungsi sebagai penyaring utama untuk menangkap partikel-partikel halus dan padatan tersuspensi sehingga mampu menurunkan tingkat kekeruhan air limbah. Zeolit berperan sebagai adsorben alami yang memiliki kemampuan pertukaran ion (*ion exchange*) sehingga efektif menyerap sebagian logam dan senyawa kimia terlarut. Sementara itu, karbon aktif berfungsi mengadsorpsi senyawa organik, zat penyebab bau, serta sebagian molekul pewarna yang masih terkandung dalam limbah. Kombinasi ketiga media tersebut menghasilkan proses filtrasi bertingkat (*multi-layer filtration*) yang mampu meningkatkan efektivitas penyisihan polutan dibandingkan apabila hanya menggunakan satu jenis media filtrasi (Ibrahim, S., et al., 2016). Mekanisme kerja tersebut menunjukkan

bahwa teknologi sederhana dapat memberikan hasil yang cukup optimal apabila dirancang berdasarkan karakteristik limbah yang akan diolah.

Walaupun demikian, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa proses filtrasi belum mampu menghilangkan seluruh kandungan zat pewarna sintetis yang terdapat pada limbah cair batik. Intensitas warna memang mengalami penurunan sekitar 50%, namun masih terlihat sisa warna pada air hasil filtrasi. Kondisi ini mengindikasikan bahwa senyawa pewarna sintetis memiliki struktur kimia yang relatif stabil sehingga tidak seluruhnya dapat dipisahkan melalui proses filtrasi fisik (Rahmah, R., & Mulasari, S. A., 2016). Oleh karena itu, penggunaan teknologi filtrasi sederhana lebih tepat diposisikan sebagai proses pengolahan awal sebelum limbah memasuki tahapan pengolahan lanjutan, misalnya melalui proses koagulasi-flokulasi, adsorpsi lanjutan, ataupun fitoremediasi. Dengan demikian, kualitas air limbah yang dihasilkan diharapkan dapat memenuhi baku mutu lingkungan yang berlaku.

Temuan penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Melfazen et al. (2022) yang menyatakan bahwa kombinasi proses presipitasi dan filtrasi mampu menurunkan kandungan padatan tersuspensi, senyawa organik, serta bau pada limbah cair batik sehingga kualitas air menjadi lebih baik. Kesamaan hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan media filtrasi merupakan salah satu alternatif teknologi yang efektif untuk diterapkan pada industri batik skala kecil dan menengah karena relatif sederhana, ekonomis, dan mudah dioperasikan oleh masyarakat. Selain itu, hasil penelitian ini juga memperkuat temuan penelitian sebelumnya bahwa pencemaran limbah cair batik memberikan dampak signifikan terhadap penurunan kualitas sumber daya air apabila tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu (Rahmah, R., & Mulasari, S. A., 2016). Dengan demikian, penerapan prototipe filtrasi memiliki peran penting sebagai upaya preventif dalam mengurangi risiko pencemaran lingkungan sekaligus mendukung keberlanjutan industri batik berbasis rumah tangga.

Apabila ditinjau dari aspek lingkungan, penerapan alat filtrasi memberikan manfaat yang cukup besar terhadap upaya konservasi sumber daya air. Penurunan nilai kekeruhan, TSS, BOD, dan COD menunjukkan berkurangnya beban pencemar yang berpotensi memasuki badan air. Semakin rendah kandungan bahan organik dan padatan tersuspensi dalam limbah, maka semakin kecil pula kemungkinan terjadinya penurunan kadar oksigen terlarut (*dissolved oxygen*) yang dapat mengganggu kehidupan organisme akuatik (Nyamiati, R. D., et. all., (2023). Selain itu, berkurangnya warna dan bau limbah juga berpotensi meningkatkan kualitas estetika lingkungan serta mengurangi risiko gangguan kesehatan masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan produksi batik.

Dari perspektif biologis, pengurangan beban pencemaran melalui proses filtrasi memberikan kontribusi terhadap keberlangsungan ekosistem perairan. Limbah cair batik yang mengandung zat warna sintetis, logam berat, dan berbagai bahan kimia dapat menghambat penetrasi cahaya matahari ke dalam perairan sehingga proses fotosintesis fitoplankton menjadi terganggu (Rahmah, R., & Mulasari, S. A., 2016). Penurunan aktivitas fotosintesis akan berdampak pada berkurangnya produksi oksigen terlarut yang pada akhirnya memengaruhi keseimbangan rantai makanan di ekosistem perairan. Oleh

karena itu, meskipun prototipe yang dikembangkan belum mampu menghilangkan seluruh zat pencemar, penurunan parameter kualitas air yang diperoleh menunjukkan adanya kontribusi nyata dalam mengurangi tekanan ekologis terhadap lingkungan perairan di sekitar sentra industri batik.

Selama pelaksanaan penelitian, terdapat beberapa kendala yang perlu menjadi perhatian dalam pengembangan teknologi ini. Dari aspek teknis, kapasitas prototipe masih relatif terbatas sehingga volume limbah yang dapat diproses dalam satu kali siklus filtrasi belum mampu mengakomodasi seluruh limbah yang dihasilkan oleh industri batik dalam jumlah besar. Selain itu, media filtrasi memerlukan pembersihan maupun penggantian secara berkala agar efektivitas penyaringan tetap terjaga. Dari aspek operasional, penelitian ini masih dilakukan dalam skala prototipe sehingga belum dilakukan pengujian jangka panjang terhadap umur pakai media filtrasi maupun efisiensi biaya operasional. Kendala lainnya adalah belum dilakukan analisis laboratorium yang lebih komprehensif terhadap seluruh parameter baku mutu air limbah sehingga penelitian lanjutan masih diperlukan untuk memperoleh validasi yang lebih kuat.

Meskipun demikian, hasil penelitian ini memberikan kontribusi yang penting bagi pengembangan teknologi tepat guna di sektor industri kecil. Prototipe yang dikembangkan memiliki keunggulan karena menggunakan bahan yang mudah diperoleh, biaya pembuatan relatif rendah, serta proses operasional yang sederhana sehingga berpotensi diterapkan oleh pelaku industri batik rumahan tanpa memerlukan investasi yang besar. Model filtrasi ini juga dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan media adsorben lain ataupun mengombinasikannya dengan teknologi pengolahan biologis sehingga efektivitas penyisihan polutan dapat semakin meningkat.

Implikasi penelitian ini tidak hanya terbatas pada aspek teknis, tetapi juga memberikan kontribusi terhadap praktik pemberdayaan masyarakat dan kebijakan lingkungan. Bagi masyarakat, penerapan teknologi filtrasi sederhana dapat meningkatkan kesadaran mengenai pentingnya pengelolaan limbah sebagai bagian dari produksi batik yang berkelanjutan. Bagi pemerintah daerah, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar dalam mendorong penerapan teknologi pengolahan limbah berskala kecil melalui program pembinaan industri batik, bantuan sarana pengolahan limbah, maupun penyusunan kebijakan yang mendukung penerapan teknologi ramah lingkungan. Dengan demikian, kolaborasi antara perguruan tinggi, pemerintah daerah, dan pelaku industri batik menjadi faktor penting dalam mewujudkan pengelolaan limbah yang lebih efektif sekaligus menjaga kelestarian lingkungan tanpa mengurangi keberlangsungan aktivitas ekonomi masyarakat.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan dan mengimplementasikan prototipe alat filtrasi limbah cair batik berbasis teknologi tepat guna sebagai alternatif pengolahan awal limbah pada sentra produksi batik rumahan di Desa Pungsari. Prototipe yang menggunakan kombinasi media bioring, pasir silika, zeolit, dan karbon aktif terbukti mampu meningkatkan kualitas limbah cair melalui penurunan parameter kekeruhan, warna, bau, serta nilai *Total Suspended Solids* (TSS), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), dan *Chemical*

Oxygen Demand (COD). Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem filtrasi sederhana memiliki efektivitas yang cukup baik dalam mengurangi beban pencemar sebelum limbah dibuang ke lingkungan, sehingga dapat menjadi solusi yang aplikatif, ekonomis, dan mudah dioperasikan oleh pelaku industri batik skala kecil.

Temuan penelitian menunjukkan bahwa keberhasilan proses filtrasi dipengaruhi oleh sinergi fungsi masing-masing media penyaring. Pasir silika berperan dalam menyaring padatan tersuspensi, zeolit membantu mengurangi senyawa terlarut melalui mekanisme adsorpsi dan pertukaran ion, sedangkan karbon aktif efektif menurunkan bau serta sebagian senyawa organik dan zat pewarna. Meskipun demikian, proses filtrasi belum mampu menghilangkan seluruh kandungan zat warna sintetis sehingga kualitas air hasil pengolahan belum sepenuhnya memenuhi baku mutu lingkungan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa teknologi filtrasi lebih tepat digunakan sebagai tahap *pre-treatment* yang perlu dipadukan dengan metode pengolahan lanjutan, seperti koagulasi–flokulasi, adsorpsi lanjutan, atau proses biologis, untuk memperoleh hasil pengolahan yang lebih optimal.

Dari aspek lingkungan, penerapan prototipe filtrasi memberikan kontribusi dalam mengurangi potensi pencemaran perairan melalui penurunan kandungan bahan pencemar yang berpotensi mengganggu kualitas air dan keseimbangan ekosistem. Selain itu, penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi sederhana berbasis material yang mudah diperoleh dapat menjadi alternatif solusi bagi masyarakat dalam mengelola limbah cair secara mandiri tanpa memerlukan investasi teknologi yang tinggi. Dengan demikian, inovasi ini tidak hanya mendukung keberlanjutan industri batik rumahan, tetapi juga memperkuat upaya pelestarian lingkungan melalui penerapan teknologi ramah lingkungan yang sesuai dengan kondisi masyarakat.

Sebagai tindak lanjut, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan prototipe dengan kapasitas pengolahan yang lebih besar, mengevaluasi kinerja media filtrasi dalam jangka panjang, serta mengombinasikan sistem filtrasi dengan teknologi pengolahan limbah lainnya agar efisiensi penyisihan zat pencemar dapat ditingkatkan. Selain itu, diperlukan dukungan dari pemerintah daerah, perguruan tinggi, dan pelaku industri batik dalam bentuk pendampingan, diseminasi teknologi, serta penyediaan program pengelolaan limbah berbasis masyarakat agar penerapan teknologi filtrasi dapat direplikasi secara lebih luas pada sentra-sentra industri batik lainnya. Dengan sinergi tersebut, pengelolaan limbah cair batik diharapkan mampu mendukung keberlanjutan industri kreatif sekaligus menjaga kualitas lingkungan secara berkelanjutan.

Daftar Pustaka

Abdullah, N., Abdullah, S. R. S., Hasan, H. A., Othman, A. R., & Ismail, N. I. (2023). Batik effluent treatment and decolorization: A review. Water, 15(6), Article 1099. https://doi.org/10.3390/w15061099

Crini, G. (2006). Non-conventional low-cost adsorbents for dye removal: A review. Bioresource Technology, 97(9), 1061–1085. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.05.001

Gupta, V. K., & Suhas. (2009). Application of low-cost adsorbents for dye removal: A review. Journal of Environmental Management, 90(8), 2313–2342. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.11.017

Ibrahim, S., Wang, S., Ang, H. M., & lainnya. (2016). An efficient and economical treatment for batik textile wastewater containing high levels of silicate and organic pollutants using a sequential process of acidification, magnesium oxide, and palm shell-based activated carbon application. Journal of Environmental Management, 184, 229–239. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.09.066

Melfazen, O., Rozikin, M. K., Sakinah, N. L., & Febriantoro, S. D. (2022). Pengolahan limbah cair batik menggunakan metode presipitasi dan filtrasi untuk UMKM batik. Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat, 3(4), 333–338.

Mondal, S. (2008). Methods of dye removal from dye house effluent—An overview. Environmental Engineering Science, 25(3), 383–396. https://doi.org/10.1089/ees.2007.0049

Nyamiati, R. D., Listiawati, V., & Ariyuda, G. (2023). Adsorption dye in batik wastewater using biomass adsorbent: A state of the art review. Formosa Journal of Applied Sciences, 2(12). https://doi.org/10.55927/fjas.v2i12.7059

Pelekani, C., & Snoeyink, V. L. (1999). Competitive adsorption between atrazine and methylene blue on activated carbon: The importance of pore size distribution. Water Research, 33(5), 1209–1219. https://doi.org/10.1016/S0043-1354(99)00052-6

Rahmah, R., & Mulasari, S. A. (2016). Pengaruh metode koagulasi, sedimentasi dan variasi filtrasi terhadap penurunan kadar TSS, COD dan warna pada limbah cair batik. CHEMICA: Jurnal Teknik Kimia, 2(1), 1–8. https://doi.org/10.26555/chemica.v2i1.4560

Yagub, M. T., Sen, T. K., Afroze, S., & Ang, H. M. (2014). Dye and its removal from aqueous solution by adsorption: A review. Advances in Colloid and Interface Science, 209, 172–184. https://doi.org/10.1016/j.cis.2014.04.002