

PEMBERDAYAAN PENGRAJIN TENUN TROSO MELALUI PENGELOLAAN LIMBAH CAIR BERBASIS FITOREMEDIASI SEBAGAI UPAYA MENDUKUNG PRODUKSI TEKSTIL BERKELANJUTAN

Ella Izzatin Nada^{1*}, Nurul Atsna Qonita², Wiwik Kartika Sari³

^{1,2,3}Prodi Pendidikan Kimia, UIN Walisongo Semarang, Indonesia

ellaizzatinada@walisongo.ac.id

ABSTRAK

Abstrak: Industri tenun Troso berperan penting dalam perekonomian masyarakat lokal, namun proses pewarnaan kain menghasilkan limbah cair yang berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dikelola secara tepat. Keterbatasan pengetahuan dan sarana pengolahan limbah menyebabkan pengrajin belum menerapkan sistem pengelolaan limbah yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran dan keterampilan pekerja dalam mengelola limbah cair melalui penerapan teknologi fitoremediasi. Metode yang digunakan adalah *Participatory Action Research* (PAR) dengan melibatkan 20 pekerja tenun sebagai peserta aktif, melalui tahapan asesmen awal, sosialisasi dampak limbah, serta demonstrasi dan praktik penggunaan alat pengolahan limbah berbasis fitoremediasi. Sistem evaluasi dilakukan menggunakan desain pretest–posttest untuk mengukur peningkatan pemahaman peserta, serta uji efektivitas teknis melalui pengukuran penurunan kadar warna limbah sebelum dan sesudah perlakuan. Hasil menunjukkan bahwa pemahaman peserta meningkat sebesar 85% berdasarkan hasil *pretest–posttest*, dan teknologi fitoremediasi efektif menurunkan kadar warna limbah hingga 90%. Temuan ini menegaskan bahwa penerapan teknologi fitoremediasi yang disertai pendampingan partisipatif tidak hanya efektif secara teknis, tetapi juga mampu meningkatkan kesadaran dan kesiapan pekerja dalam menerapkan pengelolaan limbah secara mandiri dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Tenun Troso; Limbah Cair Tekstil; Pengelolaan Lingkungan; Fitoremediasi.

Abstract: *The Troso weaving industry plays an important role in the local economy, but the dyeing process produces liquid waste that has the potential to pollute the environment if not managed properly. The limited knowledge and waste processing facilities have caused some artisans not to implement an environmentally friendly and sustainable waste management system. This service aims to enhance workers' awareness and skills in managing liquid waste thru the application of phytoremediation technology. The method used is Participatory Action Research (PAR) involving 20 weaving workers as active participants, thru stages of initial assessment, socialization of waste impact, as well as demonstration and practice of using phytoremediation-based waste processing tools. The evaluation system was conducted using a pretest–posttest design to measure the increase in participants' understanding, as well as a technical effectiveness test thru the measurement of color reduction in waste before and after treatment. The results showed that participants' understanding increased by 85% based on pretest–posttest results, and phytoremediation technology effectively reduced waste color by up to 90%. These findings confirm that the application of phytoremediation technology accompanied by participatory assistance is not only technically effective but also capable of enhancing workers' awareness and readiness to implement waste management independently and sustainably.*

Keywords: *Troso Weaving; Textile Wastewater; Environmental Management; Phytoremediation.*



Article History:

Received: 30-01-2026

Revised : 17-02-2026

Accepted: 19-02-2026

Online : 01-04-2026



*This is an open access article under the
CC-BY-SA license*

A. LATAR BELAKANG

Industri tekstil merupakan salah satu sektor yang berkontribusi besar terhadap perekonomian masyarakat di negara berkembang, termasuk industri tenun tradisional yang berbasis rumah tangga. Di Indonesia, industri tenun tidak hanya memiliki nilai ekonomi, tetapi juga nilai sosial dan budaya yang kuat karena menjadi warisan keterampilan turun-temurun. Aktivitas produksi yang berlangsung secara kontinu menjadikan sektor ini sebagai sumber penghidupan utama bagi ribuan keluarga. Namun, di sisi lain, proses produksi tekstil, khususnya pada tahap pewarnaan kain, menghasilkan limbah cair yang berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik (Elsahida et al., 2019). Limbah cair ini umumnya dibuang dalam jumlah yang cukup besar seiring dengan meningkatnya volume produksi.

Limbah cair tekstil diketahui mengandung zat warna sintetis dan senyawa kimia lain yang dapat menurunkan kualitas air dan tanah serta berdampak pada kesehatan manusia dan ekosistem (Mal & Pal, 2021). Parameter pencemar seperti *Total Suspended Solid* (TSS), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), serta senyawa fenol sering ditemukan melebihi ambang batas baku mutu lingkungan. Kandungan tersebut dapat menghambat penetrasi cahaya dalam air, mengganggu proses fotosintesis organisme perairan, serta menimbulkan efek toksik bagi biota air. Selain itu, akumulasi zat pencemar dalam jangka panjang berpotensi mencemari sumber air tanah yang digunakan masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari.

Pengelolaan limbah cair tekstil pada industri kecil dan rumah tangga masih menjadi tantangan utama di banyak negara berkembang (Khattab et al., 2020). Keterbatasan modal, teknologi, serta rendahnya literasi lingkungan menyebabkan pelaku industri skala kecil cenderung mengabaikan aspek pengelolaan limbah dan lebih memprioritaskan keberlanjutan produksi. Beberapa studi menunjukkan bahwa industri tekstil skala kecil sering kali belum memiliki sistem pengolahan limbah yang memadai sehingga berkontribusi terhadap pencemaran badan air di wilayah pemukiman (Aldalbahi et al., 2021; N. & D. S., 2018; P. P. et al., 2020; Shefa et al., 2024). Kondisi ini menunjukkan bahwa persoalan limbah cair tekstil tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga berkaitan dengan aspek sosial dan perilaku pelaku industri.

Desa Troso, Kecamatan Pecangaan, Kabupaten Jepara, dikenal sebagai sentra industri tenun ikat yang produktif dan menjadi sumber mata pencaharian utama bagi masyarakat setempat. Berdasarkan data Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Jepara (2017), industri tenun Troso melibatkan lebih dari 11.000 tenaga kerja dengan volume produksi yang tinggi setiap tahunnya. Seiring dengan tingginya aktivitas produksi tersebut, volume limbah cair hasil proses pewarnaan kain juga meningkat. Namun, hasil observasi awal menunjukkan bahwa sebagian besar pengrajin

belum memiliki sistem pengolahan limbah cair yang memadai. Limbah pewarnaan umumnya langsung dibuang ke selokan atau badan air di sekitar lokasi produksi tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu (Moenir, 2018). Kondisi tersebut diperparah oleh keterbatasan pengetahuan pekerja mengenai karakteristik dan bahaya limbah cair tekstil. Sebagian pekerja beranggapan bahwa limbah cair pewarnaan tidak berbahaya apabila telah diencerkan atau dialirkan ke lingkungan terbuka. Padahal, berbagai penelitian menunjukkan bahwa limbah cair tenun Troso memiliki tingkat toksisitas yang tinggi serta mengandung parameter pencemar seperti TSS, BOD, COD, dan senyawa fenol yang melebihi ambang batas baku mutu lingkungan. Dampak pencemaran tersebut tidak hanya dirasakan pada badan air permukaan, tetapi juga berpotensi mencemari sumber air tanah yang digunakan masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari.

Berbagai penelitian terdahulu telah mengkaji dampak pencemaran limbah tekstil terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat. Aldalbahy et al. (2021); N. & D.S. (2018), P. P. et al. (2020); Shefa et al. (2024); Nuha et al. (2026), dan Akuma et al. (2022) menunjukkan bahwa limbah tekstil mengandung zat warna sintetis dan senyawa organik kompleks yang sulit terdegradasi secara alami. Elshahida et al. (2019); Rochma & Titah, H. S. (2017); Mal & Pal (2021) juga menegaskan bahwa limbah pewarnaan tekstil berkontribusi terhadap peningkatan nilai BOD dan COD pada badan air penerima. Selain itu, Kholif et al. (2021); Ardiatma et al. (2022) melaporkan bahwa rendahnya kesadaran masyarakat dan pelaku usaha menjadi faktor utama masih berlangsungnya praktik pembuangan limbah secara langsung ke lingkungan. Temuan-temuan tersebut memperkuat urgensi intervensi berbasis edukasi dan teknologi tepat guna pada industri tekstil skala kecil.

Salah satu teknik yang dapat digunakan dalam penanganan limbah cair tenun ikat troso menggunakan teknik fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan upaya pemanfaatan tanaman terpilih dan bagian tanaman tersebut untuk proses dekontaminasi limbah serta pencemaran lingkungan lainnya (Mbaba, 2024). Penelitian mengenai penerapan teknologi fitoremediasi sebagai solusi pengolahan limbah cair juga telah banyak dilakukan. Kasman (2019); Arianti (2020); Tianzhi et al. (2021); Paulina & Mela (2024) menjelaskan bahwa fitoremediasi melalui sistem lahan basah buatan efektif dalam menurunkan kadar pencemar limbah cair dengan memanfaatkan proses fisika, kimia, dan biologi. Teknologi ini dinilai relatif murah, ramah lingkungan, serta mudah diaplikasikan pada skala industri kecil. Dalam konteks pengabdian masyarakat, Haniko et al. (2023); Rita et al. (2019); Wijaya & Aini (2020); Saiyad & Shah (2025) menekankan bahwa keberhasilan penerapan teknologi lingkungan sangat dipengaruhi oleh pendekatan partisipatif yang mampu meningkatkan pemahaman, keterampilan, dan komitmen pelaku usaha. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi antara teknologi fitoremediasi dan pendampingan partisipatif memiliki dasar ilmiah yang kuat untuk diterapkan pada industri tenun Troso.

Oleh karena itu, diperlukan upaya pengabdian kepada masyarakat yang tidak hanya menawarkan solusi teknis, tetapi juga mendorong peningkatan kesadaran dan keterampilan pekerja dalam pengelolaan limbah cair.

Berdasarkan uraian tersebut, kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman, kesadaran, dan keterampilan pekerja serta pemilik industri tenun Troso dalam mengelola limbah cair pewarnaan kain melalui penerapan teknologi pengolahan limbah berbasis fitoremediasi yang sederhana, aplikatif, dan berkelanjutan. Kegiatan ini juga diarahkan untuk membangun perubahan perilaku dalam praktik pengelolaan limbah, sehingga para pelaku industri tidak lagi membuang limbah secara langsung ke lingkungan tanpa pengolahan. Selain itu, program ini bertujuan memperkenalkan teknologi lahan basah buatan sebagai alternatif solusi yang ramah lingkungan, terjangkau, dan mudah direplikasi pada skala industri rumah tangga. Melalui pendekatan partisipatif, kegiatan ini diharapkan mampu menumbuhkan rasa memiliki, tanggung jawab, serta komitmen jangka panjang dalam menjaga kualitas lingkungan sekitar sentra industri.

B. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menggunakan pendekatan *Participatory Action Research* (PAR), yang menempatkan masyarakat sebagai subjek aktif dalam proses identifikasi masalah, perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi kegiatan secara kolaboratif (Chevalier & Buckles, 2019; Kindon et al., 2016). Pendekatan ini dipilih untuk mendorong keterlibatan langsung pekerja tenun dalam upaya pengelolaan limbah cair secara mandiri dan berkelanjutan melalui proses pembelajaran partisipatif. Subjek dampingan dalam kegiatan ini berjumlah 20 pekerja yang berperan dalam proses pewarnaan kain tenun di Desa Troso. Pelaksanaan kegiatan pengabdian dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu asesmen awal, pelaksanaan aksi, serta evaluasi dan refleksi. Berikut merupakan rincian tahapan yang dilakukan dalam pengabdian ini:

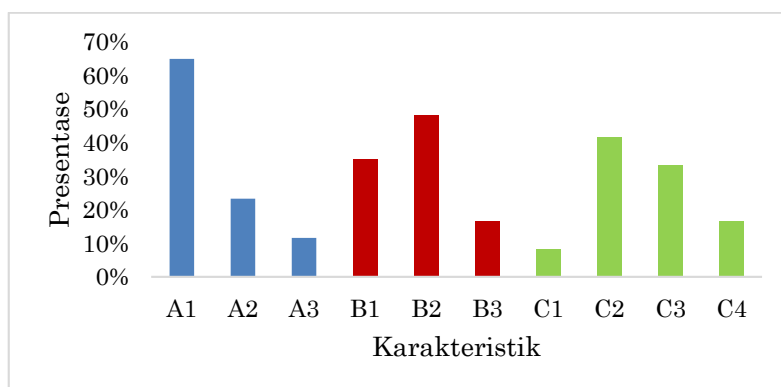
1. Tahap asesmen awal dilakukan untuk mengetahui kondisi pengelolaan limbah cair pewarnaan kain serta tingkat pemahaman pekerja terkait karakteristik, bahaya, dan dampak limbah tekstil terhadap lingkungan. Asesmen dilakukan melalui observasi lapangan dan penyebaran kuesioner awal kepada peserta.
2. Tahap pelaksanaan aksi meliputi kegiatan sosialisasi mengenai karakteristik dan bahaya zat warna tekstil sintetis, serta dampaknya terhadap lingkungan dan kesehatan. Selanjutnya dilakukan demonstrasi pengolahan limbah cair menggunakan alat wastewater treatment berbasis fitoremediasi. Pada tahap ini, peserta dilibatkan secara langsung dalam pengoperasian alat menggunakan limbah cair sisa pencelupan kain tenun Troso, serta diberikan penjelasan mengenai prinsip kerja dan pemeliharaan sistem pengolahan limbah.

- Tahap evaluasi dan refleksi dilakukan untuk menilai efektivitas kegiatan pengabdian serta perubahan pemahaman dan sikap peserta terhadap pengelolaan limbah cair. Sistem evaluasi yang digunakan mengacu pada model evaluasi formatif dan sumatif, yaitu dengan membandingkan kondisi awal dan akhir kegiatan melalui desain pretest–posttest sederhana. Instrumen yang digunakan berupa angket tertutup berbasis skala Likert untuk mengukur tingkat pengetahuan, kesadaran, dan sikap peserta terhadap pengelolaan limbah cair ramah lingkungan, serta lembar observasi untuk menilai keterlibatan dan keterampilan praktik selama demonstrasi. Indikator yang diukur meliputi pemahaman karakteristik limbah zat warna, persepsi terhadap risiko pencemaran, dan kesiapan menerapkan teknologi fitoremediasi.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tahap Pra Kegiatan

Tahap awal kegiatan pengabdian kepada masyarakat diawali dengan identifikasi kondisi awal peserta terkait pengetahuan dan pemahaman terhadap zat warna tekstil yang digunakan dalam proses pewarnaan kain tenun Troso. Identifikasi ini dilakukan melalui penyebaran kuesioner kepada peserta yang bertujuan untuk menggambarkan karakteristik pekerja serta tingkat pemahaman awal mereka terhadap karakteristik, bahaya, dan dampak limbah zat warna tekstil terhadap lingkungan. Karakteristik karyawan yang meliputi nama, umur, pendidikan terakhir dan lama bekerja di industri tenun Troso disajikan pada Gambar 1 dan Tabel 1.



Gambar 1. Karakteristik umur (A), pendidikan (B) dan waktu bekerja (C)

Tabel 1. Keterangan Gambar

	Karakteristik	Kode
Umur A	30 – 40 Tahun	A1
	41 – 50 Tahun	A2
	51 – 60 Tahun	A3
Pendidikan	SD	B1
	SMP	B2
	SMA	B3

	Karakteristik	Kode
Lama Bekerja	1-5 Tahun	C1
	6-10 Tahun	C2
	11-15 Tahun	C3
	16 -20 Tahun	C4

Berdasarkan Gambar 1 karakteristik peserta pengabdian meliputi usia, tingkat pendidikan, dan lama bekerja di industri tenun Troso. Berdasarkan hasil kuesioner yang disajikan pada Gambar 1, sebagian besar peserta berada pada rentang usia produktif 30–40 tahun (65%), diikuti oleh usia 41–50 tahun (23,33%) dan 51–60 tahun (11,67%). Dari sisi latar belakang pendidikan, mayoritas peserta merupakan lulusan SMP (48,33%), disusul lulusan SD (35%) dan SMA (16,67%). Sementara itu, berdasarkan lama bekerja, sebagian besar peserta telah memiliki pengalaman bekerja yang cukup panjang, dengan 41,67% bekerja selama 6–10 tahun dan 33,33% selama 11–15 tahun.

Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar peserta merupakan pekerja berpengalaman yang telah lama terlibat langsung dalam proses pewarnaan kain, namun memiliki latar belakang pendidikan formal yang relatif terbatas. Kondisi ini berpengaruh terhadap cara peserta memahami karakteristik dan dampak zat warna tekstil yang digunakan sehari-hari dalam aktivitas produksi. Hasil kuesioner menunjukkan bahwa seluruh peserta telah terbiasa melakukan kontak langsung dengan zat warna tekstil dan memahami prosedur dasar penanganan apabila terjadi kontak dengan kulit. Peserta juga menyadari bahwa zat warna tekstil tergolong bahan yang berpotensi berbahaya. Namun demikian, pemahaman peserta mengenai sifat kimia zat warna, potensi dampak jangka panjang terhadap lingkungan, serta mekanisme pencemaran akibat pembuangan limbah cair masih tergolong rendah. Sebagian besar peserta belum memahami bahwa pembuangan limbah zat warna secara langsung ke lingkungan dapat menyebabkan akumulasi pencemar dan menurunkan kualitas air dan tanah di sekitar lokasi produksi.

Temuan pada tahap asesmen awal menunjukkan bahwa pengalaman kerja yang panjang tidak selalu berbanding lurus dengan tingkat pemahaman pekerja terhadap dampak lingkungan dari aktivitas produksi yang dilakukan. Kondisi ini sejalan dengan hasil pengabdian sebelumnya yang menyebutkan bahwa pada industri kecil dan rumah tangga, praktik kerja sering kali diwariskan secara turun-temurun tanpa disertai pemahaman ilmiah mengenai risiko lingkungan dan kesehatan (Parasan et al., 2018). Oleh karena itu, kegiatan edukasi dalam pengabdian ini menjadi penting sebagai upaya menjembatani pengalaman praktis pekerja dengan pengetahuan lingkungan yang lebih komprehensif.

Temuan pada tahap asesmen awal ini menjadi dasar bagi tim pengabdian untuk merancang kegiatan edukasi dan pendampingan yang sesuai dengan

kebutuhan peserta. Oleh karena itu, pada tahap selanjutnya, tim pengabdian menghadirkan narasumber untuk memberikan edukasi mengenai karakteristik, bahaya, serta penanggulangan limbah zat warna tekstil. Kegiatan edukasi ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman dan kesadaran peserta, serta mendorong perubahan perilaku pekerja agar lebih peduli terhadap pengelolaan limbah cair sebelum dialirkan ke lingkungan.

2. Tahap Pelaksanaan Aksi

a. Kegiatan Sosialisasi

Tahapan pengabdian berikutnya adalah Tahap pelaksanaan aksi diawali dengan kegiatan sosialisasi kepada peserta mengenai karakteristik dan bahaya zat warna tekstil sintesis yang digunakan dalam proses pewarnaan kain tenun Trosro, serta dampaknya terhadap lingkungan dan kesehatan. Materi sosialisasi disampaikan secara kontekstual dengan mengaitkan pengalaman sehari-hari peserta dalam proses pewarnaan kain, sehingga peserta dapat memahami hubungan antara aktivitas produksi yang dilakukan dengan potensi pencemaran lingkungan di sekitarnya, seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kegiatan Sosialisasi Pengabdian

Pada tahap ini, peserta didorong untuk berdiskusi dan berbagi pengalaman terkait praktik pembuangan limbah cair yang selama ini dilakukan. Hasil diskusi menunjukkan bahwa sebagian besar peserta belum memiliki pemahaman yang memadai mengenai mekanisme pencemaran limbah cair tekstil dan dampak jangka panjangnya. Oleh karena itu, kegiatan sosialisasi difokuskan pada peningkatan kesadaran peserta akan pentingnya pengolahan limbah cair sebelum dibuang ke lingkungan.

Tahap pelaksanaan aksi ini berperan penting dalam menjembatani pengetahuan awal peserta dengan praktik pengelolaan limbah cair yang lebih ramah lingkungan. Hasil dari tahap ini menunjukkan adanya peningkatan ketertarikan dan partisipasi aktif peserta dalam diskusi serta kesiapan untuk menerapkan teknologi pengolahan limbah sebagai bagian dari aktivitas produksi sehari-hari. Keterlibatan langsung peserta dalam proses demonstrasi dan diskusi

menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis pengalaman (*experiential learning*) efektif dalam meningkatkan pemahaman dan penerimaan terhadap teknologi pengolahan limbah. Pendekatan ini memungkinkan peserta untuk tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi juga mengaitkannya dengan konteks kerja sehari-hari. Hasil ini mendukung temuan pengabdian sebelumnya yang menekankan bahwa keberhasilan penerapan teknologi ramah lingkungan pada industri kecil sangat dipengaruhi oleh tingkat partisipasi dan keterlibatan aktif masyarakat sasaran (Fitriyani et al., 2024; Yasin & Pratiwi, 2024).

b. Kegiatan Demonstrasi (Praktek)

Setelah kegiatan sosialisasi, dilanjutkan dengan demonstrasi pengolahan limbah cair menggunakan alat wastewater treatment berbasis fitoremediasi. Demonstrasi ini bertujuan untuk memperkenalkan alternatif teknologi pengolahan limbah yang sederhana, mudah dioperasikan, dan sesuai dengan kondisi industri tenun skala kecil. Peserta dilibatkan secara langsung dalam proses pengoperasian alat menggunakan limbah cair sisa pencelupan kain tenun Troso, mulai dari tahap pemasukan limbah hingga pengamatan perubahan karakteristik visual limbah setelah melalui sistem pengolahan. Melalui keterlibatan langsung tersebut, peserta tidak hanya memahami prinsip dasar kerja teknologi fitoremediasi, tetapi juga memperoleh pengalaman praktis dalam mengelola limbah cair secara mandiri. Kegiatan demonstrasi ini sekaligus menjadi media pembelajaran bagi peserta untuk mengenali potensi pemanfaatan bahan-bahan alami dan tanaman yang mudah diperoleh di lingkungan sekitar sebagai bagian dari sistem pengolahan limbah, seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kegiatan Sosialisasi Pengabdian

Teknologi pengolahan limbah cair yang diterapkan dalam kegiatan pengabdian ini berbasis fitoremediasi dengan memanfaatkan kombinasi media adsorben dan tanaman air yang mudah diperoleh di lingkungan sekitar. Media penyaring yang digunakan terdiri atas zeolit dan karbon aktif yang berfungsi untuk menurunkan kandungan

pencemar dalam limbah cair pewarnaan kain, khususnya zat warna dan bahan organik terlarut. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan tanaman air seperti melati air (*Echinodorus Palaefolius*), akar wangi (*Vetiveria Zizanioides*), dan kayu apu (*Pistia Stratiotes*) yang berperan dalam proses penyerapan dan degradasi pencemar melalui mekanisme biologis alami. Pemilihan media dan tanaman tersebut didasarkan pada hasil-hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan efektivitasnya dalam pengolahan limbah cair tekstil serta kemudahan dalam pengoperasian dan perawatannya. Dengan desain yang sederhana dan bahan yang mudah diperoleh, teknologi ini dinilai sesuai untuk diterapkan pada skala industri tenun rumah tangga dan mendukung upaya pengelolaan limbah cair yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

3. Tahap Evaluasi dan Refleksi

Tahap berikutnya adalah evaluasi dan refleksi dilakukan untuk menilai efektivitas kegiatan pengabdian serta dampaknya terhadap peningkatan pemahaman, kesadaran, dan kesiapan peserta dalam mengelola limbah cair pewarnaan kain tenun Troso. Evaluasi dilaksanakan setelah seluruh rangkaian kegiatan sosialisasi dan demonstrasi pengolahan limbah selesai dilakukan, seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rincian hasil tahap Evaluasi

Aspek Evaluasi	Indikator yang Diukur	Instrumen	Hasil	Keterangan
Pemahaman peserta	Pengetahuan tentang karakteristik zat warna tekstil	Angket posttest	↑ 85%	Terjadi peningkatan dibandingkan kondisi awal (pretest)
Kesadaran lingkungan	Pemahaman tentang bahaya limbah cair dan pentingnya pengolahan	Angket skala Likert	Meningkat signifikan	Peserta menunjukkan sikap lebih peduli terhadap pengelolaan limbah
Keterampilan praktik	Kemampuan mengoperasikan sistem fitoremediasi	Lembar observasi praktik	Baik	Peserta mampu menjalankan alat secara mandiri
Efektivitas teknologi	Penurunan intensitas warna limbah cair	Observasi hasil pengolahan	90%	Warna limbah berkurang secara signifikan setelah perlakuan
Kesiapan keberlanjutan	Komitmen menerapkan sistem di lingkungan kerja	Refleksi dan diskusi	Positif	Peserta menyatakan kesediaan menerapkan pengolahan limbah

Evaluasi kegiatan dilakukan untuk menilai perubahan pemahaman peserta setelah mengikuti rangkaian sosialisasi dan demonstrasi. Pengukuran dilakukan menggunakan angket pretest–posttest yang terdiri atas soal pilihan ganda dan pernyataan skala Likert. Instrumen ini mengukur pengetahuan tentang karakteristik zat warna tekstil, bahaya limbah cair terhadap lingkungan dan kesehatan, serta pentingnya pengolahan limbah sebelum dibuang. Hasil perbandingan skor rata-rata menunjukkan peningkatan pemahaman peserta sebesar 85%, yang mengindikasikan bahwa pendekatan edukatif dan diskusi partisipatif berjalan efektif.

Selain aspek kognitif, evaluasi juga difokuskan pada keterampilan praktik peserta dalam mengoperasikan sistem fitoremediasi. Penilaian dilakukan melalui lembar observasi kinerja yang memuat indikator kemampuan menjalankan tahapan pemasukan limbah, pengoperasian media filtrasi, serta pemeliharaan tanaman dan adsorben. Berdasarkan hasil pengamatan selama demonstrasi dan pendampingan, sebagian besar peserta berada pada kategori baik dan mampu menjalankan sistem secara mandiri tanpa pendampingan intensif.

Efektivitas teknologi pengolahan limbah diukur melalui pengamatan terhadap perubahan karakteristik visual limbah sebelum dan sesudah perlakuan. Parameter yang diamati adalah intensitas warna limbah sebagai indikator awal keberhasilan proses penurunan zat pencemar. Hasil menunjukkan bahwa sistem fitoremediasi mampu menurunkan intensitas warna limbah sebesar 90%, sehingga dapat dikatakan efektif secara teknis dan aplikatif untuk skala industri kecil.

Perubahan sikap dan kesiapan keberlanjutan juga menjadi bagian dari evaluasi kegiatan. Aspek ini diukur melalui angket skala Likert dan pertanyaan reflektif terbuka yang menggali komitmen peserta dalam menerapkan pengolahan limbah secara mandiri. Hasilnya menunjukkan adanya peningkatan kesadaran serta kesiapan peserta untuk tidak lagi membuang limbah secara langsung ke lingkungan. Secara keseluruhan, capaian peningkatan pemahaman sebesar 85% dan efektivitas teknologi sebesar 90% menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian memberikan dampak nyata pada aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap peserta terhadap pengelolaan limbah cair secara berkelanjutan.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menunjukkan hasil yang signifikan dalam meningkatkan kapasitas pekerja industri tenun dalam mengelola limbah cair hasil proses pewarnaan kain melalui penerapan teknologi fitoremediasi. Berdasarkan evaluasi pretest–posttest, terjadi peningkatan pemahaman peserta sebesar 85%, sedangkan hasil observasi terhadap penerapan sistem menunjukkan efektivitas penurunan intensitas warna limbah mencapai 90%, yang menandakan keberhasilan teknis

teknologi yang diperkenalkan. Temuan tersebut membuktikan bahwa kombinasi edukasi, demonstrasi, dan pendampingan partisipatif efektif dalam meningkatkan pengetahuan, keterampilan, serta kesiapan peserta untuk menerapkan pengolahan limbah secara mandiri. Selain memberikan solusi teknis yang sederhana dan sesuai untuk skala industri rumah tangga, kegiatan ini juga mendorong tumbuhnya kesadaran dan tanggung jawab lingkungan dalam praktik produksi. Dalam menjaga keberlanjutan dampak program, disarankan dilakukan pendampingan berkala berupa pelatihan lanjutan bagi pekerja baru, monitoring kualitas limbah secara periodik, penyusunan panduan operasional sistem pengolahan limbah, pengembangan modul edukasi yang dapat diakses secara mandiri, serta perluasan kerja sama dengan pemangku kepentingan lokal dan pemerintah desa. Langkah-langkah tersebut memungkinkan replikasi model pengelolaan limbah ini di industri tekstil skala rumah tangga lain, memastikan penerapan teknologi fitoremediasi yang berkelanjutan, serta memperkuat kapasitas komunitas untuk menjaga lingkungan sekaligus meningkatkan produktivitas industri..

DAFTAR RUJUKAN

- Akuma, D. A., Hundie, K. B., & Bentu, A. F. (2022). Textile Wastewater Treatment Modelling and Design Using Stoa Graph and Summary Statistic Model. *Pakistan Journal of Analytical and Environmental Chemistry*. <https://doi.org/10.21743/pjaec/2022.01.03>
- Aldalbahi, A., El-Naggar, M. E. ., El-Newehy, M. H. ., Rahaman, M., & Hatshan, M. R. (2021). Effects of technical textiles and synthetic nanofibers on environmental pollution. *MDPI AG*, *13*(1), 1–26. <https://doi.org/10.3390/polym13010155>
- Elsahida, K., Fauzi, A. M., Sailah, I., & Siregar, I. Z. (2019). Sustainability of the use of natural dyes in the textile industry. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *399*(1), 012065. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/399/1/012065>
- Fitriyani, A., Safitri, D. M., Ustin, N. A., & Dewi, Y. P. (2024). Pengembangan strategi pemasaran berkelanjutan untuk produk ramah lingkungan: Literature review. *Jurnal Disrupsi Bisnis*, *7*(1), 101-110.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (2005). *Participatory Action Research: Communicative Action and the Public Sphere*. Sage Publicaions.
- Khattab, T. A., Abdelrahman, M. S., & Rehan, M. (2020). Textile dyeing industry: environmental impacts and remediation. *Environmental Science and Pollution Research*, *27*(4), 3803–3818. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-07137-z>
- Mal, S., & Pal, D. (2021). Tannins and polyphenols extracted from natural plants and their versatile application. *Bioactive natural products for pharmaceutical applications*, 715-757. https://doi.org/10.1007/978-3-030-54027-2_21
- Mbaba, K. Y. (2024). Fitoremediasi Logam Berat Pb dan Cu Pada Mangrove *Rhizophora Apiculata* dan *Sonneratia Alba* di Muara Sungai Badung Denpasar Bali. *Kappa Journal*, *8*(2), 286–292.
- N., A., & D.S., J. (2018). The use of fish biomarkers for assessing textile effluent contamination of aquatic ecosystems: A review. *Nature Environment and Pollution Technology*, *17*(1), 25–34.
- P.P., P., A.K., B., N.N., R., & S.N., K. (2020). Physico-chemical treatment of

- wastewater from clusters of small scale cotton textile units. *Environmental Technology*, 26(3), 313–328. <https://doi.org/10.1080/09593332608618562>
- Parasan, P. M., Kindangen, P., & Kawung, G. (2018). Analisis Pengaruh Industri Kecil Menengah Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Di Sulawesi Utara. *Jurnal Pembangunan Ekonomi Dan Keuangan Daerah*, 19(4), 45–62.
- Shefa, J., Xames, M. D., Hasan, A. A., & Talapatra, S. (2024). Feasibility study of common effluent treatment plant for management of industrial wastewater: Case study of Bangladeshi textile industries. *Environmental Quality Management*, 33(4), 165–178. <https://doi.org/10.1002/tqem.22033>
- Yasin, A., & Pratiwi, D. I. (2024). Pemberdayaan Masyarakat Dalam Pengelolaan Sampah Berkelanjutan: Studi Kasus Di Kampung Salo Kendari Community. *Journal of Community Service Volume*, 6(1), 1–8.