

PELATIHAN DAN SOSIALISASI ALAT DEGRADATOR FOTOKATALITIK LIMBAH ZAT PEWARNA PUSAT KERAJINAN BATIK SHAHO BALIKPAPAN

Lusi Ernawati^{1*}, Rizqy Romadhona Ginting², Musyarofah³,
Juwita Payungalo⁴, Istiana Maulidah⁵

^{1,2,4,5}Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Kalimantan, Indonesia

³Program Studi Fisika, Institut Teknologi Kalimantan, Indonesia

lusiernawati@lecturer.itk.ac.id

ABSTRAK

Abstrak: Provinsi Kalimantan Timur dikenal tidak hanya karena kekayaan alamnya, tetapi juga keragaman seni rupanya, seperti Batik Shaho dari Balikpapan yang menjadi identitas budaya lokal. Berdasarkan hasil observasi tim pengabdian masyarakat, dalam beberapa tahun terakhir, produsen Batik Shaho beralih dari pewarna alami ke sintetis seperti remasol dan naphtol demi efisiensi, meskipun bahan tersebut bersifat genotoksik, karsinogenik, dan tergolong limbah B3. Tujuan dari pengabdian masyarakat ini adalah mengusung konsep pendampingan yang berkelanjutan dengan memberikan pemahaman dan keterampilan baru bagi mitra Batik Shaho dalam menggunakan alat degradator fotokatalitik limbah zat pewarna kain batik. Pendampingan ini difokuskan pada pelatihan dan sosialisasi penggunaan alat degradator zat pewarna kain batik yang diharapkan dapat membantu para perajin dalam menangani buangan limbah zat pewarna. Mempertimbangkan efisiensi penanganan limbah di wilayah mitra masih terbatas, tim pengabdian masyarakat ITK mengusulkan diseminasi teknologi dekolimator. Alat ini dilengkapi sensor degradasi real-time, material aktif TiO₂ berkinerja tinggi, dan lampu UV untuk mendukung proses dekolisasi limbah pewarna. Sistem ini dirancang terintegrasi dan diharapkan mampu memberikan dampak signifikan dalam pengelolaan limbah zat pewarna. Inisiatif ini menjadi bagian dari upaya nyata untuk mewujudkan Gerakan peduli lingkungan melalui penerapan teknologi ramah lingkungan dan berkelanjutan. Indikator keberhasilan kegiatan ini dibuktikan melalui pengumpulan data sebanyak 25 responden peserta pelatihan. Berdasarkan hasil evaluasi kuesioner, lebih dari 90% peserta meraih skor rata-rata di atas 80. Hal tersebut mengindikasikan efektivitas pelatihan yang diselenggarakan dalam meningkatkan kompetensi dan pengetahuan para peserta, khususnya terkait pengelolaan limbah warna kain menggunakan teknologi degradator fotokatalitik.

Kata Kunci: Batik; Degradator; Fotokatalitik; Limbah Tekstil; Zat Pewarna.

Abstract: East Kalimantan Province is known not only for its natural wealth, but also for its diverse fine arts, such as Batik Shaho from Balikpapan which is a local cultural identity. Based on the results of observations by the community service team, in recent years, Batik Shaho producers have switched from natural to synthetic dyes such as remasol and naphtol for efficiency, even though these materials are genotoxic, carcinogenic, and classified as B3 waste. The purpose of this community service is to carry the concept of sustainable assistance by providing new understanding and skills for Batik Shaho partners in using a photocatalytic degrader for batik fabric dye waste. This assistance focuses on training and socialization of the use of a batik fabric dye degrader which is expected to help craftsmen in handling dye waste. Considering that the efficiency of waste handling in partner areas is still limited, the ITK community service team proposed the dissemination of decolorizer technology. This tool is equipped with a real-time degradation sensor, high-performance TiO₂ active material, and UV lamps to support the dye waste decolorization process. This system is designed to be integrated and is expected to have a significant impact on dye waste management. This initiative is part of a real effort to realize the Environmental Care Movement through the application of environmentally friendly and sustainable technology. The indicator of the success of this activity is proven through the collection of data from 25 training participant respondents. Based on the results of the questionnaire evaluation, more than 90% of participants achieved an average score above 80. This indicates the effectiveness of the training held in improving the competence and knowledge of participants, especially related to the management of fabric color waste using photocatalytic technology.

Keywords: Batik; Degradator; Photocatalytic; Textile Waste; Colouring Matter.



Article History:

Received: 20-05-2025

Revised : 03-06-2025

Accepted: 12-06-2025

Online : 21-06-2025



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

A. LATAR BELAKANG

Industri batik, terutama pada skala rumah tangga dan UMKM, menghasilkan limbah cair yang mengandung zat pewarna sintetis, logam berat, dan senyawa kimia lainnya (Ernawati et al., 2024). Limbah ini jika dibuang langsung ke lingkungan dapat mencemari air tanah, sungai, serta membahayakan kesehatan masyarakat (Laksono et al., 2023). Seperti yang telah diketahui, selain dikenal sebagai provinsi yang kaya akan hasil hutan, Kalimantan Timur juga memiliki warisan kerajinan tangan yang berasal dari adat dan budaya lokal, salah satunya yang berasal dari Kota Balikpapan. Kota ini, yang letaknya strategis dekat dengan lokasi Ibu Kota Negara (IKN) yang baru, menjadi rumah bagi pengrajin batik yang terkenal dengan nama East-Borneo Batik, yang dikembangkan oleh pengrajin lokal bernama Shaho. Batik ini memiliki motif dan filosofi yang mencerminkan kearifan lokal serta keunikan Kalimantan Timur, menjadikannya warisan budaya yang bernilai tinggi (dgip.go.id, 2023).

Salah satu kekhasan batik Shaho adalah penggunaan motif ukiran tradisional Kalimantan. Motif ini memiliki ciri khas berupa bentuknya yang spiral, melengkung, berbentuk lingkaran, hingga menyerupai figur manusia. Gaya melengkung tersebut terinspirasi dari bentuk akar dan ranting pohon yang alami (cendananews.com, 2015; kompasiana.com, 2023). Dalam proses pewarnaan, Batik Shaho semula menggunakan pewarna alami. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, mereka mulai beralih ke zat pewarna sintetis. Perubahan ini dilakukan karena beberapa alasan, seperti keterbatasan tenaga kerja, kebutuhan efisiensi waktu produksi, serta ragam pilihan warna yang lebih luas (Fauziati, 2016; Hasanudin et al., 2017).

Isu utama yang muncul dalam produksi batik adalah penggunaan zat pewarna sintetis yang mengandung bahan kimia berbahaya (Murniati & Muljadi, 2013). Bahan ini berpotensi mencemari lingkungan, khususnya air dan tanah, karena sifatnya yang toksik dan karsinogenik (Zahro & Adityosulindro, 2023). Limbah pewarna ini tidak hanya merusak lingkungan, tetapi juga mengancam kesehatan masyarakat sekitar area produksi. Terpapar bahan kimia berbahaya dalam jangka panjang dapat meningkatkan peluang penyakit dan menurunkan kualitas hidup mereka (Indrayani, 2018). Namun, dengan semakin berkembangnya teknologi serta meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pelestarian lingkungan, kini mulai muncul berbagai inisiatif untuk mencari teknologi alternatif pengolahan limbah zat pewarna yang lebih ramah lingkungan (Fadli et al., 2018; Fitriyah & Ciptandi, 2018; Jannah & Muhimmatin, 2019; Kurniawati & Indriyanti, 2021).

Berbagai Inovasi teknologi pengolahan limbah batik berkembang seiring meningkatnya kesadaran terhadap dampak pencemaran lingkungan akibat penggunaan pewarna sintetis. Beberapa jenis inovasi yang telah dikembangkan meliputi teknologi koagulasi-flokulasi, yaitu proses kimia menggunakan bahan seperti tawas atau PAC untuk mengendapkan partikel

pewarna dari limbah cair (Azanaw et al., 2022). Selanjutnya, terdapat fitoremediasi, yaitu pemanfaatan tanaman air seperti eceng gondok dan akar wangi untuk menyerap logam berat dan senyawa berbahaya dari limbah batik secara alami. Inovasi lain adalah bioremediasi, yaitu pemanfaatan mikroorganisme seperti bakteri *Pseudomonas* atau jamur *Aspergillus* untuk menguraikan senyawa organik berbahaya. Salah satu teknologi terbaru yang semakin populer adalah fotokatalisis, yang memanfaatkan cahaya (matahari atau UV) dan katalis semikonduktor (seperti titanium dioksida/ TiO_2) untuk menguraikan zat warna menjadi senyawa tak beracun (Laksono et al., 2023; Maryudi et al., 2019). Selain itu, terdapat pula teknologi adsorpsi, menggunakan bahan seperti arang aktif, zeolit, atau pasir silika untuk menyerap zat pewarna dari limbah. Inovasi-inovasi ini menawarkan pendekatan yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan sesuai untuk skala UMKM, serta menjadi solusi tepat guna dalam kegiatan pengabdian masyarakat di sentra-sentra batik (Behera et al., 2021).

Pengabdian kepada masyarakat diarahkan pada inovasi teknologi yang sederhana dan berwawasan lingkungan untuk mengatasi dampak pencemaran akibat limbah pewarna dari sektor industri tekstil. Alat degradator fotokatalitik berbasis titanium dioksida (TiO_2), yang diaktifkan oleh sinar UV atau cahaya matahari, dapat dimanfaatkan untuk menguraikan zat pewarna sintesis (Hikmah & Wahyuni, 2023). Teknologi ini dapat diterapkan langsung di area industri atau komunitas yang menghasilkan limbah pewarna (Diaz-Angulo et al., 2019; Ernawati et al., 2024; Purnomo et al., 2022). Melalui pendekatan pengabdian masyarakat yang terencana dengan baik, alat untuk mendegradasi limbah pewarna dapat menjadi solusi yang efisien dan berkelanjutan dalam menangani pencemaran lingkungan dari industri tekstil.

Adapun aspek penting penggunaan degradator kain batik dalam pengabdian masyarakat ini antara lain: (1) Reduksi limbah tekstil. Sebagai bagian dari warisan budaya Indonesia, industri batik menghasilkan volume limbah kain yang cukup besar. Jika tidak dikelola dengan baik, limbah ini dapat mencemari lingkungan dan membutuhkan waktu lama untuk terurai (Ernawati et al., 2024). Penggunaan degradator kain batik berperan penting dalam mempercepat proses penguraian limbah tersebut, sehingga dampak negatif terhadap lingkungan dapat diminimalkan (Behera et al., 2021), (2) Dukungan terhadap keberlanjutan industri batik. Penerapan teknologi degradator turut mendukung terciptanya industri batik yang lebih ramah lingkungan. Dengan memanfaatkan bahan-bahan alami yang bersifat biodegradable, proses ini tidak hanya mengurangi limbah, tetapi juga memperkuat komitmen terhadap praktik produksi yang berkelanjutan (Pangestuti et al., 2021), (3) Implementasi dalam pengabdian masyarakat. Pengabdian masyarakat dapat difokuskan pada edukasi mengenai pentingnya pengelolaan limbah kain batik. Masyarakat dan pelaku industri

batik dapat diajak untuk terlibat langsung dalam proses degradasi menggunakan metode yang mudah diterapkan, seperti pemanfaatan mikroorganisme alami atau bahan organik. Selain itu, kegiatan ini juga bisa mendorong kolaborasi dalam pengembangan teknologi degradator yang efisien dan ramah lingkungan.

Berdasarkan hasil observasi lapangan di pusat kerajinan Batik Shaho dan komunitas masyarakat sekitar kelurahan Batu Ampar, ditemukan permasalahan utama yang dihadapi oleh mitra, yaitu penggunaan zat pewarna sintetis yang bersifat berbahaya dan tidak ramah lingkungan dalam proses produksi batik. Mitra sangat berharap adanya inovasi teknologi yang dapat diterapkan untuk menangani limbah pewarna tersebut. Salah satu harapan spesifik dari pihak mitra adalah adanya pelatihan penggunaan alat degradator fotokatalitik, sebuah teknologi yang dapat membantu menguraikan limbah berbahaya dari proses pewarnaan kain. Hasil evaluasi dan identifikasi tersebut, maka dirumuskan tujuan dari program yang akan dilaksanakan, yaitu: (1) Memberikan pelatihan dan pendampingan dalam penggunaan alat degradator fotokatalitik untuk pengolahan limbah pewarna batik; (2) Meningkatkan kesadaran dan pengetahuan mitra terkait dampak buruk dari penggunaan zat pewarna sintetis terhadap kesehatan dan lingkungan; dan (3) Melalui program pengabdian masyarakat ini diperkenalkan teknologi fotokatalitik sebagai solusi ramah lingkungan, efisien, dan aplikatif untuk pengolahan limbah zat pewarna batik, khususnya bagi komunitas pengrajin seperti yang ada di Kelurahan Batu Ampar, Balikpapan.

B. METODE PELAKSANAAN

Batik Shaho merupakan produsen batik khas Kalimantan Timur yang berlokasi di Jl. LKMD No. 45 RT. 5, Kelurahan Batu Ampar, Kecamatan Balikpapan Utara, Kalimantan Timur. Batik Shaho dikenal dengan motif-motif khas Kalimantan yang terinspirasi dari ukiran Dayak, seperti liukan akar, ranting pohon, dan patung manusia. Mereka juga mengembangkan motif kontemporer seperti panorama alam, hewan, dan abstrak. Batik Shaho dikelola oleh keluarga pendirinya dan beberapa perajin lokal. Mereka juga aktif dalam memberikan pelatihan membatik kepada masyarakat, termasuk anak-anak dan ekspatriat. Pelatihan ini mencakup teknik batik tulis, cap, dan printing, serta sering diadakan bekerja sama dengan Dinas Koperasi, UMKM, dan Perindustrian Balikpapan. Saat ini memiliki jumlah pekerja sebanyak 20 orang. Selain itu, Batik Shaho juga memberdayakan penyandang disabilitas, seperti tuna wicara dan tuna rungu, dengan memberikan pelatihan dan kesempatan bekerja di galeri mereka. Hal ini dilakukan karena keprihatinan Supratono terhadap kesulitan yang dihadapi penyandang disabilitas dalam mencari pekerjaan.

Pengabdian masyarakat ini berfokus pada pengolahan limbah zat pewarna batik yang bertujuan untuk mengurangi dampak pencemaran lingkungan yang ditimbulkan oleh limbah cair batik, terutama yang mengandung zat warna sintetis, dan bahan kimia berbahaya. Adapun teknik

atau metode yang digunakan dalam kegiatan ini yakni dalam bentuk sosialisasi dan pelatihan menggunakan alat degradator fotokatalitik limbah zat pewarna melalui demonstrasi secara langsung dengan peserta kegiatan.

1. Tahap Persiapan Kegiatan

Pada tahap pra-kegiatan, tim pelaksana yang terdiri atas ketua, anggota, serta dibantu oleh mahasiswa, melakukan observasi lapangan guna meninjau kondisi dan situasi mitra secara langsung. Observasi ini dilakukan melalui wawancara dengan pemilik dan karyawan Batik Shaho, serta perwakilan dari kelompok masyarakat di Kelurahan Batu Ampar. Proses identifikasi permasalahan dilakukan dengan sesi diskusi interaktif bersama pemilik usaha Batik Shaho. Tahap ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai tantangan yang dihadapi oleh mitra. Tim pelaksana terdiri dari ketua dan anggota dibantu oleh mahasiswa melaksanakan pengamatan untuk mendata keadaan di lapangan melalui wawancara dengan pemilik, karyawan batik shaho, dan kelompok masyarakat kelurahan Batu Ampar. Pemilik usaha batik Shaho ditanyai tentang masalah sebagai bagian dari proses identifikasi masalah. Dari hasil identifikasi diperoleh informasi sebagai berikut: (1) terbatas produksi batik Shaho yang langka. Produk ini tidak dijual secara bebas di butik atau toko seperti batik lainnya, (2) batik Shaho mampu melahirkan berbagai jenis motif unik dari hulu ke hilir. Motif batik shaho berasal dari budaya dayak bahau dan kenyah yang merupakan suku dayak terbesar di Kalimantan Timur, dan (3) Proses pewarnaan kain batik menggunakan zat warna sintesis berupa senyawa remazol dan naphtol.

2. Partisipasi Mitra dalam Pelaksanaan Program

Mitra berperan aktif dalam mendukung pelaksanaan program dengan menyediakan lokasi kegiatan, serta mengoordinasikan kelompok masyarakat penggiat East-Borneo Batik di Kelurahan Batu Ampar untuk terlibat secara aktif. Keterlibatan ini mencakup partisipasi dalam sesi pelatihan dan pendampingan, yang dilaksanakan sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan bersama tim pelaksana. Adapun uraian keterlibatan mitra dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat dapat dijelaskan sebagai berikut: (1) Menyediakan tempat pelaksanaan program di wilayah Kelurahan Batu Ampar, yang digunakan untuk pelatihan, pendampingan, serta instalasi atau demonstrasi alat pengolahan limbah pewarna batik. Lokasi yang disediakan merupakan area yang strategis dan mudah dijangkau oleh para peserta kegiatan, sehingga mendukung kelancaran logistik dan efektivitas kegiatan; (2) Mitra Batik Shaho memastikan bahwa masyarakat sasaran, khususnya pengrajin batik, ikut serta dalam seluruh rangkaian kegiatan, mulai dari pelatihan, praktik langsung, hingga sesi evaluasi; (3) Berperan sebagai penghubung antara tim pengabdian dan masyarakat, sehingga jika ada penyesuaian jadwal atau kendala teknis,

dapat segera diatasi melalui komunikasi dua arah; (4) Membantu tim pengabdian untuk memahami kebutuhan lokal serta budaya kerja para pengrajin, sehingga pendekatan pelatihan dan pendampingan lebih tepat sasaran; (5) Selain tempat, mitra juga dapat memberikan bantuan berupa: peralatan pendukung sederhana (kursi, meja, sumber listrik, dll), konsumsi ringan untuk peserta pelatihan, penyebaran informasi kegiatan melalui jejaring lokal (RT/RW, komunitas seni, dll).

3. Tahapan Demonstrasi Alat Degradator

Pada tahap ini, kegiatan penelitian telah memasuki fase diseminasi, yaitu proses demonstrasi inovasi alat kepada pihak mitra pengabdian masyarakat. Tujuannya adalah untuk memperkenalkan dan menguji efektivitas produk inovasi dalam kondisi real di lapangan. Tahapan demonstrasi ini sangat penting dalam menjembatani hasil riset laboratorium dengan kebutuhan real industri kecil, serta menjadi langkah awal menuju komersialisasi teknologi tepat guna berbasis lingkungan. Tahapan ini melibatkan beberapa kegiatan utama sebagai berikut:

a. Persiapan Demonstrasi

Tahap demonstrasi diawali dengan pemeriksaan dan kalibrasi Alat. Sebelum dilakukan demonstrasi, alat fotoreaktor tipe semikontinyu dengan konfigurasi multiple series diperiksa kembali untuk memastikan fungsionalitasnya. Parameter utama seperti laju aliran, intensitas cahaya UV, dan waktu retensi dicek agar sesuai dengan spesifikasi rancangan. Kemudian dilanjutkan penyusunan materi sosialisasi, dimana tim peneliti menyusun materi presentasi, leaflet, serta panduan penggunaan alat dalam bentuk manual atau video pendek. Tujuannya agar mitra dapat memahami prinsip kerja dan manfaat alat secara praktis.

b. Sosialisasi dan Pengantar Teknologi

Pada tahap ini dilakukan pemaparan konsep teknologi: kepada mitra (Pusat Kerajinan Batik Shaho), yakni dijelaskan mengenai latar belakang penciptaan alat degradator, seperti masalah limbah cair industri batik, prinsip kerja fotokatalisis, serta keunggulan konfigurasi multiple series dalam meningkatkan efisiensi degradasi senyawa organik. Penjelasan teknis dilakukan dengan mengenalkan prototipe alat, mulai dari komponen utama (reaktor fotokatalitik, pompa sirkulasi, lampu UV, katalis), alur proses semikontinyu, hingga cara perawatan dan potensi modifikasi untuk skala industri.

c. Demonstrasi Langsung di Lokasi Mitra

Simulasi pengolahan limbah batik dilakukan dengan menggunakan sampel air limbah dari proses pewarnaan batik digunakan langsung untuk menguji performa alat. Proses ditunjukkan mulai dari pengisian limbah, pengaktifan sistem, hingga keluaran limbah terdegradasi. Selanjutnya dilakukan pengukuran efektivitas alat dengan cara

dilakukan pengambilan sampel sebelum dan sesudah proses untuk dianalisis secara sederhana, seperti pengukuran pH, warna, atau bau, guna memperlihatkan perubahan nyata hasil kerja alat.

d. **Diskusi dan Evaluasi Bersama Mitra**

Pada tahap ini dilakukan sesi tanya jawab dengan mitra, dimana mitra Batik Shaho diberikan kesempatan untuk menyampaikan pertanyaan, pendapat, maupun masukan terhadap desain, operasional, dan hasil kerja alat. Selain itu bersama mitra juga dilakukan pembahasan mengenai kemungkinan adopsi alat dalam proses produksi secara berkelanjutan, termasuk kebutuhan modifikasi atau pelatihan lebih lanjut.

4. Tahap Monitoring dan Evaluasi

Tahap ini dilakukan dengan mengevaluasi efektivitas strategi diseminasi yang digunakan dengan memantau hasil pengisian kepuasan ku, tanggapan dari pembaca, dan dampak lebih lanjut dari hasil penelitian. Tahap evaluasi dilakukan untuk mengukur tingkat pemahaman mitra batik Shaho dalam menggunakan rancangan alat fotoreaktor dengan membandingkan hasil kuesioner sebelum pelaksanaan kegiatan (sebagai data pre-test) dan setelahnya (sebagai data post-test). Kuesioner terdiri dari 12 pertanyaan yang secara komprehensif mampu mengukur tingkat pemahaman peserta, indikator keberhasilan dinilai dari adanya peningkatan nilai post-test dibandingkan dengan pre-test.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilakukan dengan metode pelatihan dan pendampingan dalam menggunakan alat degradator fotokatalitik limbah zat pewarna kain batik. Alat degradator dirancang dengan tipe aliran semikontinyu dilengkapi sensor degradasi real time. Pemberian pelatihan ini ditujukan untuk memberi pemahaman akan pentingnya membentuk komunitas pengrajin batik Shaho di kelurahan Batu Ampar, sebagai wadah silaturahmi, pengembangan ketrampilan dan kesadaran berwirausaha (Gambar 1). Selain itu juga untuk memwadhahi para pengrajin batik melalui inovasi teknologi alat degradator zat pewarna kain batik yang diharapkan dapat membantu pengolahan buangan limbah zat pewarna kain batik. Dengan demikian, kelompok masyarakat penggiat batik Borneo semakin sadar akan bahayanya penggunaan zat warna sintetis jika penanganannya kurang optimal. Tim pengabdian masyarakat mendemostrasikan rancangan inovasi alat degradator fotokatalitik zat pewarna dengan sistem semikontinyu, serta menawarkan solusi berupa kegiatan mengaplikasikan secara langsung pada pengolahan limbah zat pewarna (Gambar 2).

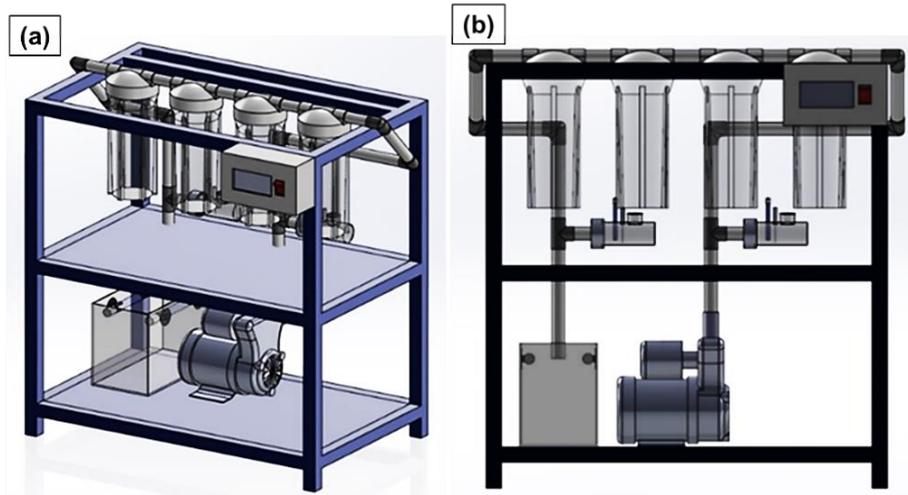


Gambar 1. Ketua kegiatan pengabdian masyarakat mempresentasikan alat degradator limbah zat pewarna kain batik



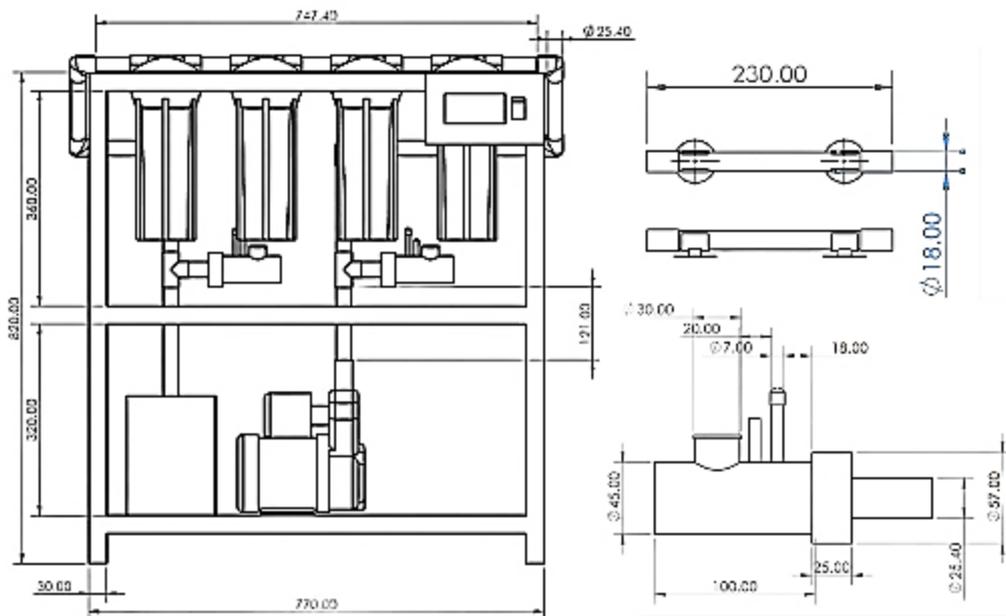
Gambar 2. Rancangan alat degradator dengan konsep sistem aliran semikontinyu konfigurasi multiple series dilengkapi sensor degradasi realtime

Pelatihan dijalankan dalam waktu satu hari penuh dan diikuti oleh 25 orang peserta yang terdiri dari perajin batik shaho dari kelurahan Batu Ampar. Metode yang pertama digunakan adalah pemaparan serta diskusi yang membahas tentang teknik pengolahan limbah pewarna batik dengan menggunakan alat degradator yang berbasis fotokatalitik. Kegiatan pengabdian masyarakat ini difokuskan pada perancangan prototype alat fotoreaktor untuk melangsungkan reaksi fotokatalitik dengan memanfaatkan sinar UV dan material komposit TiO_2 . Desain reaktor dengan tipe semikontinyu dilengkapi sensor degradasi real time sebagai pendukung kinerja fotokatalis pada reaksi fotokatalitik merupakan topik baru dalam penelitian ini. Penelitian ini difokuskan pada rancangan fotoreaktor dengan sistem kontinyu multiple series dilengkapi dengan sensor degradasi real time sebagai target luaran penelitian. Adapun keterkaitan penelitian dengan topik dan tema riset yakni melibatkan nanomaterial TiO_2 sebagai media fotokatalis dan sensor sebagai komponen alat fotoreaktor. Dalam hal ini, fotokatalis dapat dikategorikan menjadi salah satu teknologi yang memanfaatkan energi cahaya untuk mereduksi polutan berbahaya dalam limbah cair (Diaz-Angulo et al., 2019; Hikmah & Wahyuni, 2023).



Gambar 3. Desain prototype alat fotoreaktor (tampak samping dan depan)

Dalam kegiatan ini, dilakukan perancangan dan pengujian alat degradator fotokatalitik untuk pengolahan limbah zat pewarna methylene blue (MB). Reaktor yang digunakan dalam proses ini dirancang dengan menggunakan bahan stainless steel 316, dengan ukuran panjang sekitar 30 cm dan lebar 15 cm (Gambar 4). Untuk komponen pengaliran cairan, diterapkan penggunaan pipa PVC dari merk Rucika berukuran diameter 0,5 inci, dan dipasang bersama dengan rangka pipa PVC yang berfungsi sebagai penopang (Table 1). Sebagai sumber radiasi digunakan dua buah lampu UV jenis black light masing-masing berdaya 10 watt (Gambar 3). Reflektor sinar UV menggunakan lembaran kertas putih. Sedangkan fotokatalis yang digunakan ialah TiO_2 Degussa P25 dalam bentuk slurry. Parameter yang diuji meliputi konsistensi katalis, laju sirkulasi, volume awal limbah serta konsentrasi awal limbah methylene blue. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, diketahui bahwa kondisi terbaik tercapai pada konsistensi katalis 0,5 g/L, laju aliran 6 L/menit, serta volume limbah sebanyak 6 L. Dalam kondisi tersebut, proses pengurangan konsentrasi methylene blue (MB) 40 ppm selama 6 jam operasi dengan pH 2 secara bersamaan dapat menurunkan konsentrasi MB hingga 0,45 ppm. Sebaliknya, pengurangan zat pewarna MB secara terpisah hanya mampu mengurangi konsentrasi MB hingga 5,26 ppm. Di kondisi operasi terbaik tersebut pula, larutan MB 40 ppm dapat menurunkan konsentrasinya hingga 1,9 ppm dalam 8 jam pada pH 2. Sedangkan degradasi MB secara terpisah pada pH larutan 7 hanya mampu menurunkan MB hingga 5,45 ppm. Konsentrasi MB optimal untuk proses degradasi ini adalah 40 ppm, di mana degradasi MB dapat mencapai sekitar 97%. Adapun dimensi kerangka dan ukuran alat degradator fotokatalitik yang digunakan dalam kegiatan masyarakat ini ditunjukkan pada Gambar 4.



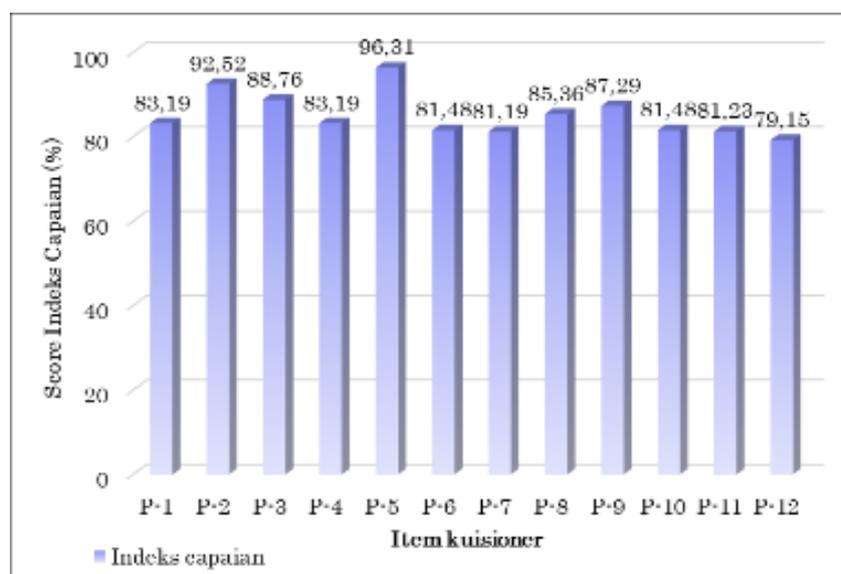
Gambar 4 Dimensi ukuran komponen alat fotoreaktor

Tabel 1. Ukuran dimensi alat degradator zat pewarna kain batik

Dimensi	Spesifikasi
Rangka	
Lebar	48 cm
Panjang	77 cm
Tinggi	82 liter
Material	Stainless steel
Filter	
Diameter	9 cm
Tinggi	22 cm
Unit	4 buah
Material	Nylon
pH meter	34 cm
Diameter	4.5 cm
Panjang	10 cm
Material	Waterproof AMTAST PH-037
Pipa	9 cm
Total panjang saluran air	230 cm
Diameter	1/2 inch
Material	PVC (Polyvinyl Chloride)
Display pH meter	19 cm
Panjang: 20 cm	20 cm
Lampu UV	
Panjang	23 cm
Diameter	2,8 cm
Ketebalan	6,25 mm
Jumlah	2
Material	Akrilik kuat (bening dan biru)

Respon peserta dalam kegiatan diseminasi hasil penelitian dikumpulkan melalui pembagian kuesioner yang memuat pertanyaan-pertanyaan evaluatif terkait demonstrasi alat pirolisis, sebagaimana tercantum pada

Tabel 2. Sebanyak 25 peserta terlibat dalam pengisian kuesioner, dan didampingi oleh tim mahasiswa pelaksana, mengingat sebagian peserta memiliki latar belakang pendidikan yang beragam. Dalam kuesioner ini, para peserta diminta untuk memilih jawaban sesuai dengan skala: Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS). Agar memudahkan dalam pengolahan data, setiap respon diberi skor tertentu dan dihitung rata-ratanya. Hasil evaluasi dari 20 responden tersebut ditampilkan pada Gambar 5. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kegiatan pelatihan dan sosialisasi alat degradator fotokatalitik limbah zat pewarna batik Shaho secara keseluruhan dinilai efektif oleh peserta, dengan sebagian besar item mendapatkan skor di atas 85.49. Aspek yang mendapat penilaian tertinggi adalah ketersediaan komponen peralatan lokal (P-5) dengan skor 96,31, yang menunjukkan bahwa peserta sangat puas dengan aksesibilitas komponen alat degradator di wilayah Balikpapan. Selain itu, kualitas materi penelitian yang disampaikan tim pelaksana (P-2) juga mendapat respons positif dengan skor 92,52, mengindikasikan bahwa peserta memahami baik konsep maupun aplikasi teknologi yang diajarkan. Namun, terdapat pula aspek yang masih perlu perbaikan, seperti proses pembuatan alat degradator yang dinilai kurang mudah untuk diaplikasikan di kalangan masyarakat (P-12) dengan skor terendah 79,15, serta tingkat antusiasme peserta dalam membuat desain alat (P-6 dan P-10) yang masih belum optimal dengan skor masing-masing 81,48 dan 81,48. Hal ini mengindikasikan bahwa metode pembelajaran praktik dan desain alat perlu dioptimalkan agar lebih ramah pengguna dan mampu meningkatkan motivasi peserta. Analisis lebih lanjut terhadap hasil evaluasi menunjukkan bahwa sebagian peserta masih memiliki keraguan terhadap efektivitas teknologi fotokatalis dalam mengatasi limbah pewarna secara nyata (P-7 dan P-11), dengan skor masing-masing 81,19 dan 81,23. Keraguan ini mungkin disebabkan oleh kurangnya demonstrasi hasil uji coba teknologi di lapangan selama kegiatan. Untuk meningkatkan kepercayaan peserta, kegiatan masa depan sebaiknya mencakup demo langsung pengolahan limbah menggunakan alat degradator serta penyampaian data hasil pengujian yang meyakinkan. Selain itu, kesepakatan peserta tentang kebutuhan kerjasama intensif antara tim pelaksana dan mitra batik Shaho (P-4) dengan skor 83,19 menunjukkan bahwa pendampingan teknis berkelanjutan sangat diperlukan untuk memastikan implementasi teknologi secara optimal di industri lokal.



Gambar 5. Indeks capaian kegiatan diseminasi penelitian berdasarkan rekapitulasi hasil kuisisioner peserta kegiatan

Dengan demikian, kegiatan pelatihan ini tidak hanya memberikan pemahaman teoritis, tetapi juga mempersiapkan fondasi untuk kolaborasi lebih lanjut yang dapat meningkatkan pengelolaan limbah pewarna batik secara berkelanjutan. Rendahnya capaian pada (P-9) kemungkinan disebabkan oleh keraguan peserta dalam memberikan respon positif, terutama terkait kemudahan implementasi teknologi fotoreaktor yang didemonstrasikan, serta tantangan penerapannya dalam jangka panjang untuk pengolahan limbah zat pewarna batik. Beberapa pertimbangan yang muncul dalam penggunaan teknologi fotokatalis ini meliputi kompleksitas pengaturan sensor degradasi real-time dan penggunaan lampu UV untuk aktivasi material katalis, yang memerlukan komponen dengan biaya cukup tinggi jika diaplikasikan pada skala reaktor besar.

Tabel 2. Survey hasil evaluasi kuisisioner penilaian peserta kegiatan

Item	Jenis Survey dan Pertanyaan Kuisisioner	Indeks Capaian
P-1	Apakah kegiatan penyebaran informasi mengenai hasil pengembangan alat degradator fotokatalitik dengan sensor pengurangan secara real time yang telah dilakukan tersebut sudah bersifat interaktif dan komunikatif?	83,19
P-2	Apakah materi yang disampaikan tim pelaksana kegiatan dalam diseminasi hasil penelitian tersebut, baik dari segi konsep maupun praktek?	92,52
P-3	Apakah penyampaian materi oleh narasumber dalam diseminasi hasil penelitian tentang teknologi fotokatalis untuk pengolahan limbah zat pewarna memberikan manfaat besar bagi mitra batik shaho?	88,76
P-4	Apakah kegiatan penyampaian hasil penelitian oleh narasumber mengenai teknologi fotokatalis untuk pengolahan limbah zat pewarna memerlukan tindak lanjut berupa kerja sama yang lebih intensif antara tim pelaksana dengan mitra	83,19

Item	Jenis Survey dan Pertanyaan Kuisisioner	Indeks Capaian
	batik shaho?	
P-5	Apakah komponen peralatan yang digunakan untuk merancang alat degradator fotokatalitik mudah diperoleh di wilayah setempat?	96,31
P-6	Apakah peserta cukup antusias belajar dan berlatih membuat desain alat degradator fotokatalitik untuk pengolahan limbah zat pewarna?	81,48
P-7	Apakah peserta kegiatan setuju bahwa pengolahan limbah zat pewarna batik menggunakan teknologi fotokatalis dapat mengatasi buangan limbah cair zat pewarna dari pusat kerajinan batik shaho?	81,19
P-8	Apakah para peserta setuju jika hasil dari kegiatan diseminasi penelitian ini diikuti dengan penyebarluasan informasi kepada masyarakat di wilayah lain di Balikpapan?	85,36
P-9	Apakah para peserta setuju jika dilakukan reancangan ulang unit alat degradator dalam skala yang lebih besar untuk memperoleh efisiensi pengurangan limbah zat pewarna yang lebih optimal?	87,29
P-10	Apakah peserta kegiatan setuju dengan pembuatan rancang bangun alat penjernihan limbah zat pewarna dengan memanfaatkan kolom filtrasi dikombinasi dengan teknologi fotokatalis?	81,48
P-11	Apakah para peserta kegiatan setuju bahwa demonstrasi alat degradator fotokatalitik yang digunakan tidak memerlukan biaya tinggi dan waktu yang diperlukan cukup singkat?	81,23
P-12	Apakah para peserta kegiatan menyetujui bahwa proses pembuatan alat degradator fotokatalitik mudah untuk diaplikasikan di kalangan masyarakat?	79,15

D. SIMPULAN DAN SARAN

Pengelolaan limbah zat pewarna dari industri batik melalui kegiatan pengabdian masyarakat merupakan langkah strategis dalam mengurangi dampak pencemaran lingkungan sekaligus meningkatkan kualitas hidup masyarakat sekitar. Melalui penerapan teknologi pengolahan limbah yang tepat guna, serta kolaborasi yang sinergis antara perguruan tinggi, pemerintah, dan masyarakat, diharapkan industri batik dapat berkembang ke arah yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Inisiatif ini tidak hanya berkontribusi pada pelestarian lingkungan, tetapi juga memperkuat kesadaran masyarakat terhadap pentingnya praktik industri yang bertanggung jawab dan inovatif. Hasil evaluasi melalui survei kuesioner sebanyak 25 responden menunjukkan bahwa lebih dari 90% peserta memperoleh skor rata-rata di atas 80. Capaian ini mencerminkan bahwa pelatihan yang dilaksanakan berhasil meningkatkan tingkat pemahaman dan keterampilan peserta, khususnya dalam hal pengolahan limbah zat pewarna menggunakan alat degradator fotokatalitik. Temuan ini mengindikasikan bahwa metode pelatihan yang diterapkan efektif dalam mentransfer pengetahuan teknis kepada peserta.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pengabdian masyarakat ITK mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Program Studi Teknik Kimia serta kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dalam menyusun laporan hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Tanpa dukungan mereka, laporan ini tidak akan dapat diselesaikan dan dimanfaatkan sebagai sumber informasi yang berguna bagi masyarakat luas. Ucapan terima kasih secara khusus juga kami sampaikan kepada LPPM Institut Teknologi Kalimantan (ITK) atas dukungan pendanaan melalui hibah Pengabdian kepada Masyarakat Tahun 2025, skema PMMD (Nomor Kontrak: 2590/IT10/PPM.04/2025). Kami juga menghargai kontribusi besar dari seluruh anggota tim pengabdian masyarakat, baik yang terlibat secara langsung sebagai panitia pelaksana maupun yang memberikan bantuan teknis. Berkat kerja sama dan komitmen mereka, program ini dapat terlaksana dengan baik dan berhasil mencapai tujuan yang telah ditetapkan.

DAFTAR RUJUKAN

- Azanaw, A., Birlie, B., Teshome, B., & Jemberie, M. (2022). Textile effluent treatment methods and eco-friendly resolution of textile wastewater. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 6, 100230. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2022.100230>
- Behera, M., Nayak, J., Banerjee, S., Chakraborty, S., & Tripathy, S. K. (2021). A review on the treatment of textile industry waste effluents towards the development of efficient mitigation strategy: An integrated system design approach. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(4), 105277. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105277>
- cendananews.com. (2015). *Keistimewaan Batik Shaho Balikpapan*. <https://www.cendananews.com/2015/07/keistimewaan-batik-shaho-asli-balikpapan.html>
- dgip.go.id. (2023). *Batik Shaho, Kerajinan Kain Bermotif Khas Kalimantan Timur*. <https://www.dgip.go.id/artikel/detail-artikel/batik-shaho-kerajinan-kain-bermotif-khas-kalimantan-timur?kategori=>
- Diaz-Angulo, J., Arce-Sarria, A., Mueses, M., Hernandez-Ramirez, A., & Machuca-Martinez, F. (2019). Analysis of two dye-sensitized methods for improving the sunlight absorption of TiO₂ using CPC photoreactor at pilot scale. *Materials Science in Semiconductor Processing*, 103, 104640. <https://doi.org/10.1016/j.mssp.2019.104640>
- Ernawati, L., Ginting, R. R., Lestari, R., & Reza, M. (2024). Inovasi Ekstraktor Pewarna Alami Batik Khas Kalimantan Untuk Pemberdayaan Pusat Kerajinan Batik. *Jurnal Masyarakat Mandiri*, 8(3), 3041–3052.
- Fadli, R. K., Riswanto, A. S., Aji, D., & Widiasih, W. (2018). Aplikasi Elektrokoagulasi untuk Pengolahan Limbah Batik. *Jurnal Abdikarya: Jurnal Karya Pengabdian Dosen Dan Mahasiswa*, 1(2), 158–162.
- Fauziati, F. (2016). Pemanfaatan Zat Ekstraktif Limbah Serbuk Kayu Ulin sebagai Coating Meubel. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 3(6), 39. <https://doi.org/10.26578/jrti.v3i6.1425>
- Fitriyah, H., & Ciptandi, F. (2018). *Pengolahan limbah sabut kelapa tua sebagai pewarna alam pada produksi fesyen*. Universitas Telkom.

- Hasanudin, M., Widjiyati, Sumardi, Mudjini, Setioleksono, H., & Pamungkas, W. (2017). *Penelitian Penerapan Zat Warna Alam dan Kombinasinya pada produk Batik dan Tekstil Kerajinan Yogyakarta*.
- Hikmah, M., & Wahyuni, N. (2023). Sintesis Fotokatalis TiO₂ untuk Degradasi Zat Warna Sintetis Metilen Biru dengan Bantuan Sinar Tampak. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(3), 878. <https://doi.org/10.26418/jtllb.v11i3.70903>
- Indrayani, L. (2018). Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Sebagai Salah Satu Percontohan Ipal Batik Di Yogyakarta. *ECOTROPHIC: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 12(2), 173. <https://doi.org/10.24843/EJES.2018.v12.i02.p07>
- Jannah, I. N., & Muhimmatin, I. (2019). Pengelolaan Limbah Cair Industri Batik menggunakan Mikroorganisme di Kecamatan Cluring Kabupaten Banyuwangi. *Warta Pengabdian*, 13(3). <https://doi.org/10.19184/wrtp.v13i3.12262>
- kompasiana.com. (2023). *Batik Khas Kalimantan Timur*. <https://www.kompasiana.com/tutikandriani3746/63b774504addee222b3003a2/batik-khas-kalimantan-timur-batik-shaho>
- Kurniawati, S., & Indriyanti, N. Y. (2021). Adsorption of Anionic and Cationic Dyes in Batik Wastewater Using Biomass Adsorbents: Literature Review. *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, 6(3), 274. <https://doi.org/10.20961/jkpk.v6i3.55409>
- Laksono, A. D., Damastuti, R., Amanah, N. L., Assa, M. H., Cheng, Y., Ernawati, L., Nugroho, A., & Abdullah, H. (2023). *Photocatalytic and Adsorptive Removal of Liquid Textile Industrial Waste with Carbon-Based Nanomaterials* (pp. 1–73). https://doi.org/10.1007/978-981-19-6748-1_1
- Maryudi, M., Amelia, S., & Salamah, S. (2019). Removal of Methylene Blue of Textile Industry Waste with Activated Carbon using Adsorption Method. *Reaktor*, 19(4), 168–171. <https://doi.org/10.14710/reaktor.19.4.168-171>
- Murniati, T., & Muljadi. (2013). Pengolahan Limbah Batik Cetak dengan Menggunakan Metode Filtrasi-Elektrolisis untuk Menentukan Efisiensi Penurunan Parameter COD, BOD, dan Logam Berat (Cr) Setelah Perlakuan Fisika-Kimia. *Ekulibrium*, 12(1), 27–36.
- Pangestuti, M. B., Utami, R. N., Suhartini, S., & Hidayat, N. (2021). Potensi Limbah Cair Batik sebagai Sumber Bioenergi (Studi Kasus di UKM Batik Blimbing Malang). *AgriTECH*, 41(4), 305. <https://doi.org/10.22146/agritech.54099>
- Purnomo, A. S., Prasetyoko, D., Nurhadi, H., Hakim, M. L., Asranudin, A., Alkas, T. R., Yuniarti, E. P., Rohmah, A. A., & Nabilah, B. (2022). Pengolahan Limbah Pewarna Batik di Desa Klampar Kecamatan Proppo Kabupaten Pamekasan dengan Penerapan Adsorben Superadsorpsi. *Sewagati*, 6(2), 1–9. <https://doi.org/10.12962/j26139960.v6i2.189>
- Zahro, S. F., & Adityosulindro, S. (2023). Literature Review: Penggunaan Bahan Berbasis Limbah Sebagai Adsorben untuk Degradasi Zat Warna pada Air Limbah. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(3), 359–368. <https://doi.org/10.14710/jkli.22.3.359-368>