

PENDEKATAN KIMIA HIJAU DALAM INDUSTRI WARISAN BUDAYA: PENGELOLAAN LIMBAH BATIK GIRILOYO, YOGYAKARTA

Khusna Arif Rakhman^{*1}, Iis Hamsir Ayub Wahab², Sundari³, Nurfatimah Sugrah^{1,4}, Wawan Suprianto Nadra⁵, Andi Tenri Pada Agustang⁶, Sasmayunita⁷, Yusri Sapsuha⁸, Saprini Hamdiani⁹

¹Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

²Program Studi Teknik Elektro, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

³Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

⁴Program Studi Pascasarjana Pendidikan IPA, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

⁵Program Studi Pascasarjana Pendidikan IPS, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

⁶Prodi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

⁷Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

⁸Program Studi Peternakan, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

⁹Program Studi Kimia, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia.

* Coressponding Author. E-mail: khusna.arif@unkhair.ac.id

Received: 6 November 2025 Accepted: 27 November 2025 Published: 27 November 2025

Abstrak

Industri batik tradisional di Kampung Batik Giriloyo, Yogyakarta, tidak hanya berfungsi sebagai pusat warisan budaya tetapi juga sebagai penggerak vital perekonomian lokal. Namun, proses produksinya yang tradisional, terutama penggunaan lilin dan pewarna sintetis, berpotensi menimbulkan risiko lingkungan. Studi berbasis kegiatan masyarakat ini menyelidiki bagaimana limbah yang dihasilkan dari produksi batik dikelola dan mengevaluasi efektivitas serta dampak keberlanjutan dari praktik yang ada. Melalui *international community service* 2025, observasi lapangan dan wawancara semi-terstruktur dengan perajin batik dan tokoh masyarakat mengungkapkan bahwa Giriloyo telah membangun sistem pengolahan limbah lokal dengan prosedur operasi standar yang jelas. Meskipun tidak ada keluhan lingkungan yang signifikan dari masyarakat di sekitarnya, studi ini mengidentifikasi area-area kunci yang perlu ditingkatkan, terutama rendahnya efisiensi penggunaan kembali lilin (di bawah 10%) dan tidak adanya tahapan pengolahan pewarna yang berkelanjutan. Berlandaskan pada prinsip-prinsip kimia hijau, terutama pencegahan, bahan pengganti yang lebih aman, dan pengurangan limbah. Studi ini merekomendasikan peningkatan teknologi yang terjangkau dan kemitraan strategis untuk meningkatkan kinerja lingkungan. Temuan ini menawarkan model yang dapat direplikasi untuk industri kerajinan yang berakar pada budaya dan sadar lingkungan di pedesaan. Makalah ini berkontribusi pada wacana yang berkembang tentang ekonomi warisan berkelanjutan dan menyoroti potensi inovasi lokal dalam mencapai ketahanan ekonomi dan pengelolaan lingkungan.

Kata Kunci: Batik, Batik Giriloyo, Kimia Hijau, and Pengelolaan limbah berkelanjutan

PENDAHULUAN

Kampung Batik Giriloyo, yang terletak di Desa Wukirsari, Bantul, Yogyakarta, merupakan salah satu pusat batik tulis tradisional terkemuka di Indonesia, yang terkenal karena melestarikan keaslian motif dan teknik batik klasik (Gbr. 1). Berakar secara historis pada kerajaan Islam Mataram, Giriloyo telah berkembang sebagai situs warisan budaya di mana batik merupakan kegiatan ekonomi dan media transmisi budaya antargenerasi (Anggarani Pribudi, 2020). Pelestarian dan revitalisasi tradisi batik di Giriloyo telah didukung kuat oleh koperasi

masyarakat setempat, yang menyelenggarakan pelatihan, pameran, dan inisiatif pemasaran bagi para perajin. Keterlibatan aktif para pemangku kepentingan desa dan kelompok perajin telah menumbuhkan rasa kepemilikan dan kebanggaan budaya bersama. Selain itu, pemerintah daerah Kabupaten Bantul telah memainkan peran kunci dengan mempromosikan Giriloyo sebagai tujuan wisata budaya, menyediakan dukungan infrastruktur, dan memfasilitasi akses ke pasar regional dan nasional. Untuk lebih memperkuat keberlangsungan budaya, pengetahuan batik lokal juga telah dimasukkan ke dalam kurikulum muatan lokal di sekolah menengah di wilayah



Bantul, yang memungkinkan generasi muda mempelajari seni dan filosofi batik sejak usia dini. Upaya kolaboratif ini telah membantu memposisikan Giriloyo sebagai model pembangunan ekonomi berbasis budaya di Yogyakarta.



Gambar 1. Proses Canting Batik di Giriloyo

Selama beberapa dekade, perkembangan batik di Giriloyo menghadapi berbagai tantangan, mulai dari persaingan dengan batik cap dan printing (Agus Dwi Cahya et al., 2021) hingga permintaan pasar yang fluktuatif. Namun, gangguan terparah terjadi selama pandemi COVID-19, yang secara signifikan mengurangi aktivitas pariwisata dan penjualan batik, sehingga mengancam mata pencaharian banyak perajin. Pasca pandemi, masyarakat Giriloyo telah menunjukkan ketahanan yang luar biasa dengan merevitalisasi produksi, mengadopsi strategi pemasaran daring (Utomo & Susanta, 2020), dan memulai program pelatihan kolaboratif untuk meningkatkan kualitas dan daya saing (Utami & Cahyana, 2021). Salah satu pendorong utama kebangkitan ini adalah peran aktif para kreator konten digital dan YouTuber yang menampilkan proses pembuatan batik Giriloyo, sejarah budaya, dan kisah-kisah perajin di platform mereka. Konten video ini, yang sering menampilkan cuplikan di balik layar teknik pewarnaan lilin-resist tradisional, membantu menarik khalayak yang lebih luas dan mengedukasi pemirsa tentang nilai batik tulis. Beberapa video viral memperkenalkan Giriloyo sebagai desa batik autentik, memicu minat baru dari pemirsa domestik dan internasional. Kolaborasi antara pengrajin dan pembuat konten juga memungkinkan promosi produk melalui media sosial, meningkatkan penjualan daring, dan membuka peluang pasar baru. Hasilnya, visibilitas batik Giriloyo meluas melampaui sirkuit pariwisata lokal, membangun kehadiran digital yang terus mendukung kebangkitan

ekonomi dan budaya desa. Salah satu upaya pemulihan pascapandemi yang utama adalah dorongan untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan dalam produksi batik. Inisiatif lokal telah mulai mengeksplorasi praktik yang lebih sadar lingkungan, termasuk menggunakan kembali lilin bekas untuk siklus produksi berikutnya, mengurangi penggunaan pewarna sintetis, dan mengadopsi prinsip-prinsip dasar kimia hijau (Safitri & Rahmayanti, 2020). Upaya ini tidak hanya bertujuan untuk mengurangi dampak lingkungan tetapi juga untuk meningkatkan efisiensi material dan mengurangi biaya produksi (Ajizah et al., 2021), sehingga meningkatkan margin keuntungan pengrajin dan memastikan keberlanjutan kerajinan dalam jangka panjang.

Para perajin batik Giriloyo, yang sebagian besar terdiri dari perempuan dari keluarga setempat, telah lama mengandalkan teknik tradisional yang melibatkan penggunaan lilin dan pewarna sintetis. Meskipun praktik-praktik ini penting untuk menjaga kualitas dan identitas batik asli, praktik-praktik ini juga menimbulkan masalah lingkungan, terutama terkait pembuangan sisa lilin dan limbah pewarna kimia ke dalam ekosistem lokal. Dalam proses batik tradisional, lilin cair diaplikasikan pada kain menggunakan canting, alat tembaga kecil yang memungkinkan perajin menggambar pola rumit dengan tangan. Lilin tersebut bertindak sebagai bahan penahan, mencegah pewarna menembus kain di area tertentu. Setelah kain diwarnai, lilin dihilangkan dengan merebus atau merendam kain dalam air panas, yang melelehkan lilin dan memisahkannya dari serat tekstil yang disebut lorot (Karlina et al., 2024). Proses penghilangan lilin ini menghasilkan sejumlah besar air limbah yang terkontaminasi lilin, yang seringkali dibuang langsung ke tanah atau sistem drainase tanpa pengolahan yang tepat. Selain itu, sebagian besar lilin bekas tercampur dengan pewarna dan residu kain, sehingga sulit didaur ulang atau digunakan kembali tanpa pemurnian. Seiring waktu, penumpukan limbah lilin di lingkungan terbuka dapat menyebabkan penyumbatan saluran air, impermeabilitas tanah, dan peningkatan beban kimia pada ekosistem di sekitarnya. Dalam beberapa kasus, praktik pembuangan yang tidak tepat seperti pembakaran lilin bekas melepaskan zat berbahaya ke udara, berkontribusi terhadap polusi udara dan menimbulkan risiko kesehatan bagi masyarakat setempat (Utama & Fitriyani, 2022). Isu-isu ini

menggarisbawahi kebutuhan mendesak untuk memperkenalkan praktik-praktik yang bertanggung jawab terhadap lingkungan, termasuk metode pemulihan dan daur ulang lilin, sebagai bagian dari dorongan yang lebih luas menuju kimia hijau dalam industri batik tradisional.

Menanggapi kekhawatiran ini, Kampung Batik Giriloyo telah mengambil langkah proaktif dengan mendirikan instalasi pengelolaan limbah batik skala kecil untuk menangani residu lilin dan pewarna sebelum dibuang ke lingkungan. Proses pengolahannya meliputi metode koagulasi menggunakan tawas untuk menghilangkan pewarna dari air limbah dan sistem filtrasi sederhana untuk mengurangi kandungan kimia (Islam & Mostafa, 2020; Aragaw & Bogale, 2023). Sejalan dengan itu, para perajin juga mulai mempraktikkan pemanfaatan kembali lilin, yaitu lilin bekas dikumpulkan, disaring, dan digunakan kembali untuk produksi batik selanjutnya. Pemanfaatan kembali limbah lilin batik sejalan dengan prinsip-prinsip kimia hijau, khususnya Prinsip 1 (Pencegahan), yang menekankan minimalisasi limbah di sumbernya, dan Prinsip 5 (Pelarut dan Bahan Bantu yang Lebih Aman), yang mendorong penggunaan dan daur ulang bahan bantu yang bertanggung jawab (de Marco et al., 2019). Dengan memanfaatkan kembali dan menggunakan kembali lilin, proses produksi batik menjadi lebih berkelanjutan, mengurangi permintaan bahan baku baru, dan mengurangi pencemaran lingkungan. Namun, metode pemulihan yang ada saat ini masih sangat sederhana, dan efisiensi daur ulang lilin masih di bawah 10%, akibat tingginya tingkat pengotor dan penurunan kualitas lilin setelah penggunaan berulang. Efisiensi yang rendah ini menjadi tantangan bagi para pengrajin, karena membatasi kelayakan ekonomi penggunaan kembali dan belum secara signifikan mengurangi ketergantungan pada bahan baku segar. Oleh karena itu, terdapat kebutuhan mendesak untuk meningkatkan efektivitas teknis proses pemurnian lilin, baik untuk meminimalkan beban lingkungan maupun meningkatkan efisiensi biaya produksi, sejalan dengan prinsip-prinsip kimia hijau dan berkelanjutan.

Artikel ini menyajikan temuan proyek pengabdian masyarakat dan pembelajaran berbasis layanan internasional yang dilaksanakan di Kampung Batik Giriloyo, dengan fokus pada observasi dan analisis praktik pengelolaan limbah lokal. Artikel ini menyoroti potensi dan tantangan

dalam mengintegrasikan prinsip-prinsip kimia hijau ke dalam industri batik tradisional, serta memberikan rekomendasi praktis untuk memperkuat kesadaran lingkungan, ketahanan ekonomi, dan keberlanjutan budaya dalam industri berbasis warisan.

METODE PELAKSANAAN

Program pengabdian masyarakat ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan menggunakan studi observasional dan wawancara semi terstruktur untuk mengeksplorasi dan memahami praktik produksi batik dan upaya pengelolaan limbah yang ada di Kampung Batik Giriloyo, Desa Wukirsari, Bantul, Yogyakarta.

Studi Observasi

Observasi lapangan dilakukan langsung di beberapa unit produksi batik rumahan di wilayah Giriloyo. Tujuan observasi ini adalah untuk mendokumentasikan proses pembuatan batik langkah demi langkah, khususnya penggunaan lilin dan pewarna sintetis, serta mengidentifikasi titik-titik kritis penghasil limbah. Observasi difokuskan pada input material, alur kerja produksi, tahap aplikasi dan pembuangan lilin, serta praktik terkini terkait pembuangan dan daur ulang limbah. Catatan, foto, dan dokumentasi video diambil untuk mendukung pengumpulan data dan menyediakan referensi visual untuk analisis selanjutnya.

Wawancara Semi-Terstruktur

Untuk mendapatkan wawasan yang lebih mendalam tentang praktik dan tantangan lokal, wawancara semi-terstruktur dilakukan dengan para pemangku kepentingan utama, termasuk perajin batik, pemilik bengkel, dan pengurus Komunitas Batik Giriloyo. Wawancara tersebut mencakup topik-topik seperti peran ekonomi produksi batik bagi masyarakat, pengetahuan dan persepsi tentang isu-isu lingkungan, strategi pengelolaan limbah terkini, dan inisiatif menuju praktik berkelanjutan. Format wawancara yang fleksibel memungkinkan diskusi terbuka sekaligus memastikan konsistensi antar peserta. Kombinasi observasi langsung dan dialog memungkinkan tim peneliti memperoleh pemahaman praktis dan kontekstual tentang bagaimana praktik batik tradisional bersinggungan dengan isu-isu lingkungan dan keberlanjutan. Data yang dikumpulkan dari metode-metode ini menginformasikan identifikasi isu-isu utama dan perumusan



rekomendasi untuk meningkatkan kinerja lingkungan produksi batik melalui pendekatan kimia hijau.

HASIL KEGIATAN

Pengelolaan Limbah Lilin dan Pewarna

Observasi lapangan dan wawancara mengungkapkan bahwa Kampung Batik Giriloyo telah mencapai kemajuan yang signifikan dalam menangani masalah lingkungan terkait produksi batik. Desa ini telah membangun instalasi pengolahan limbah dan merumuskan prosedur operasi standar (SOP) untuk menangani limbah lilin dan pewarna sintetis (Gbr. 2). Fasilitas ini, meskipun berskala kecil, menunjukkan komitmen masyarakat terhadap praktik-praktik yang bertanggung jawab terhadap lingkungan. Secara khusus, pengelolaan limbah lilin melibatkan proses pemulihan di mana lilin dikumpulkan setelah digunakan, dimurnikan sebagian, dan kemudian digunakan kembali dalam siklus produksi berikutnya. Sebagian lilin yang didaur ulang juga dijual kepada pembeli pihak ketiga, memberikan aliran pendapatan tambahan yang kecil bagi para perajin.



Gambar 2. Proses lorot: mengurangi lilin dan pewarna dari batik

Meskipun upaya-upaya ini menjanjikan, masih terdapat beberapa keterbatasan. Proses pemulihan lilin yang ada saat ini masih relatif mendasar, dengan teknologi penyempurnaan yang minim, sehingga tingkat efisiensi penggunaan kembali di bawah 10%. Sebagian besar lilin yang digunakan kembali berkualitas rendah, sehingga membatasi kesesuaiannya untuk karya batik halus, yang mengandalkan detail garis yang presisi dan karakteristik aliran yang terkontrol. Lebih lanjut, tidak adanya sistem pemurnian yang terstandarisasi berarti lilin yang dipulihkan mungkin masih mengandung residu kimia atau pengotor yang memengaruhi kualitas

estetika kain dan dampak lingkungan jika digunakan kembali atau dibuang secara tidak benar.

Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun keberadaan sistem pengelolaan limbah yang terstruktur patut dipuji, terdapat kebutuhan yang jelas untuk peningkatan teknologi dan peningkatan kapasitas guna meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses pemulihan lilin. Investasi dalam teknologi pemurnian yang sederhana namun dapat diskalakan seperti filtrasi multi-tahap, sedimentasi, atau pemisahan berbasis pelarut yang ramah lingkungan dapat meningkatkan kualitas lilin daur ulang secara signifikan dan mengurangi ketergantungan pada bahan baku baru. Mendorong kolaborasi dengan lembaga akademik atau penyedia teknologi hijau juga dapat mendukung pengembangan model produksi yang lebih berkelanjutan di masa mendatang. Selain pengelolaan limbah lilin, masyarakat Kampung Batik Giriloyo juga telah menerapkan sistem dasar penanganan limbah pewarna cair, yang utamanya berasal dari tahap pembilasan dan pewarnaan produksi batik. Sistem yang ada saat ini melibatkan pengumpulan air limbah yang terkontaminasi pewarna ke dalam instalasi pengolahan khusus. Dalam pengaturan ini, tawas ditambahkan sebagai koagulan untuk mendorong sedimentasi partikel warna dan menjernihkan air limbah. Air yang telah diolah sebagian kemudian dialirkan ke kolam kontrol yang ditanami eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), yang berfungsi sebagai fitoremediasi alami karena kemampuannya menyerap polutan tertentu. Meskipun metode ini mencerminkan upaya yang dipimpin masyarakat untuk mengurangi dampak lingkungan dari produksi batik, metode ini masih terbatas dalam cakupan dan efektivitasnya. Proses pengolahan ini tidak memiliki tahapan krusial seperti oksidasi kimia, filtrasi karbon aktif, atau pengolahan biologis yang umumnya diperlukan untuk memenuhi standar air limbah industri, terutama untuk limbah pewarna sintetis, yang seringkali resisten terhadap degradasi dan dapat bertahan di lingkungan. Lebih lanjut, volume dan waktu retensi di instalasi yang ada mungkin tidak memadai untuk memastikan dekontaminasi menyeluruh, terutama selama periode produksi tinggi.

Keberadaan sistem pengelolaan air limbah lokal menunjukkan kesadaran dan inisiatif lingkungan, tetapi praktik yang ada saat ini belum memenuhi standar baku untuk



pengolahan limbah pewarna industri. Terdapat kebutuhan mendesak untuk meningkatkan kualitas dan kapasitas infrastruktur pengolahan air limbah agar selaras dengan standar lingkungan nasional dan internasional. Hal ini akan meningkatkan keamanan lingkungan dan memperkuat keberlanjutan jangka panjang serta tanggung jawab sosial ekonomi berbasis budaya Giriloyo.

Indikasi Pencemaran Lingkungan

Dalam meninjau praktik pengelolaan limbah saat ini di Kampung Batik Giriloyo, penting untuk mempertimbangkan risiko lingkungan yang terkait dengan limbah industri batik, khususnya residu lilin dan limbah pewarna sintetis. Meskipun langkah-langkah pengolahan awal telah dilaksanakan, potensi pencemaran lingkungan tetap ada, terutama mengingat lokasi geografis instalasi pengelolaan limbah yang berada di area persawahan yang erat kaitannya dengan sistem pertanian setempat. Limbah lilin, jika tidak dikelola dengan baik, dapat berkontribusi terhadap sifat hidrofobisitas tanah dengan membentuk lapisan tipis kedap air yang menghambat infiltrasi air dan pertukaran gas. Kondisi ini dapat mengurangi kesuburan tanah dan berdampak buruk pada produktivitas tanaman. Selain itu, lilin yang mengandung residu pelarut atau hidrokarbon terdegradasi dapat meresap ke dalam tanah atau badan air di sekitarnya, yang berkontribusi terhadap akumulasi bahan kimia dan efek toksik pada mikrobiota tanah dan organisme akuatik (Hidayati et al., 2024; Goswami et al., 2024).

Limbah pewarna sintetis, terutama yang berbasis struktur azo dan antrakuinon, menimbulkan masalah ekologi yang lebih besar. Pewarna ini tahan terhadap degradasi alami, dapat bersifat toksik, mutagenik, atau karsinogenik, dan bertahan di lingkungan tanah dan air untuk jangka waktu yang lama. Ketika air limbah yang mengandung pewarna menyusup ke area pertanian, hal ini dapat mengubah pH tanah, menghambat aktivitas enzimatis, dan mengganggu pertumbuhan tanaman (Phang et al., 2022; Lellis et al., 2019). Selain itu, limbah berwarna mengurangi penetrasi cahaya ke dalam badan air, mengganggu ekosistem perairan dan organisme fotosintetik (Islam et al., 2025). Mengingat dekatnya kolam air limbah dengan sawah irigasi, terdapat risiko signifikan pelindian, luapan air saat hujan deras, atau limpasan permukaan, yang dapat membawa

polutan yang belum diolah atau yang telah diolah sebagian ke dalam zona pertanian dan cadangan air tanah. Tanpa integrasi sistem pengolahan air limbah yang lebih maju dan terstandarisasi, paparan tersebut dapat menyebabkan bioakumulasi zat berbahaya pada tanaman, memengaruhi keamanan pangan, dan pada akhirnya mengancam kesehatan lingkungan dan manusia (Shakir et al., 2017). Temuan ini menyoroti kebutuhan mendesak akan penilaian risiko ekologis dan peningkatan teknis dalam sistem pengelolaan limbah Giriloyo untuk memastikan produksi batik tetap sesuai dengan praktik lingkungan dan pertanian berkelanjutan.

Terlepas dari potensi risiko yang terkait dengan limbah industri batik, observasi dan wawancara di lokasi menunjukkan bahwa petani lokal atau penduduk di daerah sekitarnya tidak mengajukan keluhan lingkungan yang signifikan. Kedekatan unit produksi dan pengolahan air limbah batik dengan lahan pertanian, terutama sawah, belum menyebabkan kerusakan yang nyata atau kekhawatiran publik dalam beberapa tahun terakhir. Bahkan, menurut wawancara dengan tokoh masyarakat setempat dan anggota koperasi batik, keberadaan industri batik secara umum dipandang selaras dengan kehidupan pertanian desa. Lebih lanjut, studi independen yang dilakukan selama beberapa tahun terakhir oleh universitas dan lembaga lingkungan setempat telah melaporkan bahwa sistem pengolahan limbah saat ini, meskipun sederhana, telah berhasil mencegah kontaminasi langsung terhadap ekosistem di sekitarnya. Temuan ini didukung oleh karakteristik geografis Desa Wukirsari, di mana sebagian besar kegiatan pertanian mengandalkan air hujan dan air tanah, alih-alih saluran irigasi primer. Akibatnya, risiko pembuangan langsung limbah batik yang belum diolah ke jaringan irigasi minimal, dan kemungkinan polutan memasuki sistem pertanian melalui jalur air permukaan relatif rendah.

Namun demikian, meskipun tidak adanya keluhan lingkungan yang nyata dan temuan penelitian awal cukup menggembirakan, penting untuk menyadari bahwa kontaminasi laten atau jangka panjang masih dapat terjadi jika praktik pengelolaan limbah saat ini tidak ditingkatkan secara bertahap. Oleh karena itu, pemantauan lingkungan secara berkala dan peningkatan kapasitas pengolahan disarankan untuk memastikan keberlanjutan produksi batik tidak mengorbankan kesehatan tanah, kualitas air, atau produktivitas pertanian di masa



mendatang.

Pendekatan Kimia Hijau untuk Keseimbangan Ekonomi dan Lingkungan yang Berkelanjutan

Untuk memastikan industri batik tradisional seperti Kampung Batik Giriloyo tetap berkelanjutan secara ekonomi dan bertanggung jawab terhadap lingkungan, integrasi prinsip-prinsip kimia hijau (Gambar 3) ke dalam praktik produksi dan pengelolaan limbah sangatlah penting. Khususnya, daur ulang dan penggunaan kembali lilin batik dapat secara signifikan mengurangi biaya bahan baku dan meminimalkan dampak lingkungan. Pendekatan ini sejalan dengan beberapa prinsip utama kimia hijau, antara lain:

- Prinsip 1: Pencegahan: Menekankan pengurangan limbah sejak awal daripada pengolahan setelah pembentukan.
- Prinsip 5: Pelarut dan Bahan Tambahan yang Lebih Aman: Mendorong penggunaan atau penggunaan kembali bahan tambahan seperti lilin yang aman dan efisien.
- Prinsip 6: Desain untuk Efisiensi Energi: Mendorong penggunaan proses yang mengurangi konsumsi energi, yang relevan dalam peleburan dan pemurnian lilin.



Gambar 3. 12 Prinsip Kimia Hijau (de Marco et al., 2019). Lisensi oleh *Saudi Pharmaceutical Journal*

Upaya daur ulang lilin telah diterapkan pada tingkat dasar di Giriloyo. Namun, peningkatan efisiensi dari di bawah 10% ke tingkat yang lebih tinggi memerlukan perbaikan dalam teknik pemurnian lilin. Secara global, beberapa metode pemulihan lilin yang murah dan efektif telah dikembangkan, seperti:

- Sistem Sedimentasi dan Filtrasi: Digunakan dalam industri tekstil tradisional, di mana lilin bekas dilelehkan, disaring melalui saringan halus atau karbon aktif, dan dicetak ulang (Lin et al., 2020; Cunha et al., 2025).

- Pemurnian Berbasis Pelarut: Sebuah metode yang diterapkan dalam industri lilin dan krayon skala kecil di Brasil dan Malaysia, di mana pelarut yang aman (misalnya, etanol atau minyak kelapa) digunakan untuk menghilangkan residu pewarna dan arang sebelum digunakan kembali (Klotz et al., 2024).

- Mikrofiltrasi dan Adsorpsi Tanah Liat: Teknik yang dipelajari di Filipina untuk memurnikan lilin menggunakan tanah liat bentonit atau kaolin, yang menyerap sisa pigmen dan surfaktan dari lilin bekas (Missau et al., 2018; Bueno et al., 2021).

Metode-metode ini tidak hanya hemat biaya dan dapat direplikasi dalam konteks pengrajin pedesaan, tetapi juga mengurangi kebutuhan untuk membeli lilin baru, yang dapat menjadi bagian signifikan dari biaya produksi batik tulis. Penerapan kimia hijau di Giriloyo dapat melampaui perlindungan lingkungan dan juga berpotensi meningkatkan ketahanan ekonomi para pengrajin, terutama dalam masa pemulihan pascapandemi. Dengan pelatihan yang terarah, kolaborasi dengan lembaga penelitian, dan investasi kecil dalam peralatan pemurnian sederhana, Giriloyo dapat menjadi model bagi industri tradisional yang ramah lingkungan dan inovatif, berakar pada kearifan lokal namun tetap maju menuju pembangunan berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penerapan program penelitian partisipatif berbasis masyarakat di Kampung Batik Giriloyo telah mengungkap narasi yang menarik tentang ketahanan, pelestarian budaya, dan tumbuhnya kesadaran lingkungan dalam industri batik tulis tradisional. Melalui observasi lapangan dan wawancara, studi ini menemukan bahwa masyarakat telah berhasil membangun sistem pengelolaan limbah lokal, khususnya untuk limbah lilin dan pewarna sintetis, disertai dengan prosedur operasi standar (SOP) yang jelas. Upaya ini patut dipuji dan menunjukkan komitmen yang kuat terhadap keberlanjutan, meskipun infrastruktur teknologi yang tersedia terbatas.

Pemulihan dan penggunaan kembali lilin batik, meskipun sudah dipraktikkan, masih relatif tidak efisien, dengan kurang dari 10% lilin bekas yang berhasil didaur ulang. Demikian pula, proses pengolahan limbah pewarna, menggunakan koagulasi tawas dan fitoremediasi dengan eceng gondok, telah berhasil meminimalkan keluhan lingkungan langsung dan



mencegah kontaminasi yang terlihat, terutama mengingat ketergantungan geografis desa pada sistem irigasi tadah hujan dan berbasis air tanah. Namun, dampak lingkungan jangka panjang dan potensi risiko akumulasi bahan kimia di tanah dan badan air di sekitarnya memerlukan perbaikan berkelanjutan dan pemantauan terstandar.

Untuk menyelaraskan produksi batik dengan prinsip-prinsip kimia hijau, terutama Prinsip 1 (Pencegahan), 5 (Pelarut dan bahan pengganti yang lebih aman), dan 6 (Desain untuk efisiensi energi), integrasi teknologi pemurnian lilin yang lebih efektif dan terjangkau, sebagaimana dipraktikkan di wilayah lain di seluruh dunia, menawarkan jalur menuju optimalisasi lingkungan dan ekonomi. Pendekatan-pendekatan ini dapat secara signifikan mengurangi biaya material, meningkatkan efisiensi produksi, dan memperkuat posisi desa sebagai model bagi industri warisan budaya yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Saran dan Rekomendasi

Berdasarkan temuan dan analisis, rekomendasi konkret berikut diusulkan:

1. Untuk Pemerintah Daerah dan Otoritas Lingkungan Hidup Daerah:

- Mengembangkan program dukungan untuk transfer teknologi hijau dengan memfasilitasi kemitraan antara lembaga akademik, LSM lingkungan, dan komunitas batik.
- Memberikan subsidi atau hibah infrastruktur untuk alat pemurnian limbah skala kecil (misalnya, unit penyaringan lilin, filter penetral pewarna) yang dirancang khusus untuk industri tingkat pengrajin.
- Melakukan penilaian lingkungan berkala terhadap desa-desa batik untuk memantau keamanan air tanah, tanah, dan tanaman, terutama di wilayah yang dekat dengan lahan pertanian.

2. Untuk Pemangku Kepentingan dan Pembuat Kebijakan dalam Pembangunan Budaya dan Ekonomi:

- Mengintegrasikan praktik batik berkelanjutan ke dalam branding pariwisata lokal untuk meningkatkan nilai pasar dan daya tarik global.
- Mendorong kerja sama antardesa untuk fasilitas pengolahan limbah bersama, mengurangi beban individu dan meningkatkan efisiensi dalam skala besar.
- Memasukkan modul manajemen lingkungan ke dalam program pelatihan dan sertifikasi batik

untuk menanamkan kesadaran kimia hijau kepada calon pengrajin.

3. Untuk Tokoh Masyarakat dan Manajer Industri Batik di Giriloyo:

- Berinvestasi dalam peningkatan metode daur ulang lilin, seperti penerapan filtrasi multi-tahap atau pemurnian adsorptif berbiaya rendah menggunakan tanah liat alami.
- Mendokumentasikan dan menstandarisasi semua prosedur penanganan limbah untuk pelatihan dan potensi replikasi oleh komunitas batik lainnya.
- Menjajaki kolaborasi dengan kreator konten, peneliti, dan pakar eco-branding untuk memperluas pasar eco-batik sekaligus meningkatkan kesadaran tentang praktik lingkungan.

Dengan mengambil langkah-langkah strategis ini, komunitas Kampung Batik Giriloyo dapat memperkuat perannya sebagai penjaga tradisi budaya sekaligus pelopor industri kerajinan berbasis lingkungan yang bertanggung jawab, memastikan vitalitas ekonomi dan keseimbangan ekologi bagi generasi mendatang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Khairun yang telah memberi dukungan pendanaan melalui hibah pengabdian kepada Masyarakat tahun 2025, **No. kontrak: 280/UN44.L1/AM.01/2025**. Penulis juga berterima kasih kepada panitia/penyelenggara **The First International Community Service 2025** atas penyelenggaraan kegiatan pengabdian di Bantul, Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Dwi Cahya, Muinah Fadhilah, Sahilah, & Karyaningsih. (2021). Transformasi Manageria Transformasi Manageria. *Journal Of Islamic Education Management*, 2(1), 57–72. <https://doi.org/10.47476/manageria.v4i1.3907>
- Ajizah, S., Hidayat, N., & Suhartini, S. (2021). Modelling Green Production Process in the Natural Dyes Batik Industry Using Cleaner Production Options. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, 12(1), 39–54.
- Anggarani Pribudi, A. P. (2020). Community-based Approach to Sustain Batik Tourism



- Village Area in the Special Region of Yogyakarta (The Case of Giriloyo Village). *Journal of Sosial Science*, 1(4), 113–122. <https://doi.org/10.46799/jsss.v1i4.47>
- Aragaw, T. A., & Bogale, F. M. (2023). Role of coagulation/flocculation as a pretreatment option to reduce colloidal/bio-colloidal fouling in tertiary filtration of textile wastewater: A review and future outlooks. *Frontiers in Environmental Science*, 11(April). <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1142227>
- Bueno, S., Durán, E., Gámiz, B., & Hermosín, M. C. (2021). Formulating low cost modified bentonite with natural binders to remove pesticides in a pilot water filter system. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(1). <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104623>
- Cunha, S., Santos, L., & Aguiar, J. (2025). Recovery paraffin wax waste as phase change material for application in cement mortars for exterior coatings of buildings. *Journal of Energy Storage*, 129(June). <https://doi.org/10.1016/j.est.2025.117343>
- de Marco, B. A., Rechelo, B. S., Tótolí, E. G., Kogawa, A. C., & Salgado, H. R. N. (2019). Evolution of green chemistry and its multidimensional impacts: A review. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 27(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2018.07.011>
- Goswami, D., Mukherjee, J., Mondal, C., & Bhunia, B. (2024). Bioremediation of azo dye: A review on strategies, toxicity assessment, mechanisms, bottlenecks and prospects. *Science of the Total Environment*, 954(September). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.176426>
- Hidayati, Y., Siswanto, D., Rumhayati, B., & Retnaningdyah, C. (2024). Characterization of Batik Waste Containing Synthetic Textile Dyes and The Artisan Awareness Regarding The Hazardous Batik Waste. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 16(2), 213–223. <https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v16i2.2325>
- Islam, M. R., & Mostafa, M. G. (2020). Characterization of textile dyeing effluent and its treatment using polyaluminum chloride. *Applied Water Science*, 10(5), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s13201-020-01204-4>
- Islam, M., Rakha, A., Nawaj, J., & Mondal, H. (2025). A critical review on textile dye-containing wastewater : Ecotoxicity , health risks , and remediation strategies for environmental safety. *Cleaner Chemical Engineering*, 11(January).
- Karlina, A., Nurochman, I., Risanto, W., Seliah, & Selasi, D. (2024). Eksplorasi Proses Pembuatan Batik Tulis di Plered : Tehnik, Tradisi, dan Inovasi. *Neraca : Jurnal Ekonomi, Manajemen, Dan Akuntansi*, 2(6), 622–626. <http://jurnal.kolibi.org/index.php/neraca>
- Klotz, M., Oberschelp, C., Salah, C., Subal, L., & Hellweg, S. (2024). The role of chemical and solvent-based recycling within a sustainable circular economy for plastics. *Science of the Total Environment*, 906(October 2023). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167586>
- Lellis, B., Fávaro-Polonio, C. Z., Pamphile, J. A., & Polonio, J. C. (2019). Effects of textile dyes on health and the environment and bioremediation potential of living organisms. *Biotechnology Research and Innovation*, 3(2), 275–290. <https://doi.org/10.1016/j.biori.2019.09.001>
- Lin, Y. Y., Chen, W. H., & Liu, H. C. (2020). Aging and emulsification analyses of hydrothermal liquefaction bio-oil derived from sewage sludge and swine leather residue. *Journal of Cleaner Production*, 266. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122050>
- Missau, J., Rocha, J. de G. da, Dotto, G. L., Bertuol, D. A., Ceron, L. P., & Tanabe, E. H. (2018). Purification of crude wax using a filter medium modified with a nanofiber coating. *Chemical Engineering Research and Design*, 136(July), 734–743. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2018.06.031>



- Phang, F. A., Roslan, A. N., Zakaria, Z. A., Zaini, M. A. A., Pusppanathan, J., & Talib, C. A. (2022). Environmental Awareness in Batik Making Process. *Sustainability (Switzerland)*, 14(10), 1–14. <https://doi.org/10.3390/su14106094>
- Safitri, R. A., & Rahmayanti, M. (2020). Characterization and Application of Chitosan as a Natural Coagulant in Reducing Remazol Red Dyestuff Concentration and COD Value of Batik Liquid Waste. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 23(9), 333–337. <https://doi.org/10.14710/jksa.23.9.333-337>
- Shakir, E., Zahraw, Z., & Al-Obaidy, A. H. M. J. (2017). Environmental and health risks associated with reuse of wastewater for irrigation. *Egyptian Journal of Petroleum*, 26(1), 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2016.01.003>
- Utama, P. B., & Fitriyani, S. (2022). Kajian Kerusakan Lingkungan Pada Perairan Sungai Bedog Akibat Pembuangan Limbah Batik Di Kabupaten Bantul. *Hexagon Jurnal Teknik Dan Sains*, 3(1), 17–21. <https://doi.org/10.36761/hexagon.v3i1.1341>
- Utami, Y. S., & Cahyana, N. H. (2021). Promotional Innovation of Giriloyo Batik Through Digital Storytelling. *RSF Conference Series: Business, Management and Social Sciences*, 1(4), 104–108. <https://doi.org/10.31098/bmss.v1i4.313>
- Utomo, H. S., & Susanta, S. (2020). The Effect of Digital Marketing Capability Against Marketing Performance with Innovation as mediation (Study on Batik SMEs during the Covid-19 Pandemic). *LPPM UPN "Veteran" Yogyakarta Conference Series*, 1(1), 166–173. <https://doi.org/10.31098/pss.v1i1.193>

