

Integrasi Smart Drying dan Business Intelligence untuk Batik Ramah Lingkungan di Pakandangan Tengah

Evi Dwi Hastri^{1*}, Mo. Baqir Ainun², Holid Holid³

^{1,2,3}Universitas Wiraraja

*Corresponding author, e-mail: evidwihastri@wiraraja.ac.id

Abstrak

Kelompok Pengrajin Batik Bunga Seroja di Desa Pakandangan Tengah menghadapi berbagai persoalan yang menghambat produktivitas dan keberlanjutan usaha, baik pada aspek produksi maupun manajemen. Permasalahan utama meliputi rendahnya kepatuhan hukum lingkungan, penggunaan pewarna kimia tanpa kontrol, ketergantungan pada cuaca dalam proses pengeringan, hingga belum adanya pemanfaatan teknologi ramah lingkungan. Dari sisi manajemen, pengrajin terkendala sistem produksi yang tidak terstruktur, pemasaran yang terbatas hanya pada pesanan paguyuban, serta minimnya pemanfaatan data untuk pengambilan keputusan. Kegiatan pengabdian ini bertujuan meningkatkan efisiensi produksi, kepatuhan hukum lingkungan, serta daya saing pemasaran melalui penerapan teknologi ramah lingkungan *Smart Drying* dan sistem manajemen berbasis *Business Intelligence* (BI). Metode yang digunakan meliputi sosialisasi hukum lingkungan, pelatihan penerapan teknologi hemat energi, implementasi *Smart Drying*, serta pendampingan manajemen produksi dan pemasaran digital berbasis BI. Hasilnya menunjukkan peningkatan signifikan: pemahaman hukum lingkungan naik dari 40% menjadi 80%, penggunaan bahan kimia berlebih berkurang 30%, efisiensi energi meningkat 50%, dan produktivitas saat musim hujan bertambah hingga 30%. Pada aspek manajemen, efisiensi produksi naik dari 60% menjadi 90%, sisa bahan baku berkurang dari 25% menjadi 5%, pertumbuhan pelanggan baru mencapai 40%, serta akurasi penyesuaian produksi terhadap tren pasar mencapai 80%. Dengan demikian, penerapan teknologi ramah lingkungan dan inovasi BI terbukti memberikan implikasi positif dalam mendorong keberlanjutan industri batik lokal sekaligus meningkatkan kesejahteraan pengrajin.

Kata Kunci: Batik Tulis Madura; Business Intelligence; Smart Drying.

Abstract

The Batik Artisan Group Bunga Seroja in Pakandangan Tengah Village faces various challenges that hinder productivity and business sustainability, both in production and management aspects. Key issues include low compliance with environmental regulations, uncontrolled use of chemical dyes, dependency on weather conditions during drying, and the absence of eco-friendly technology adoption. On the management side, artisans struggle with unstructured production systems, limited marketing that relies only on community orders, and minimal data utilization for decision-making. This community engagement program aims to enhance production efficiency, environmental compliance, and market competitiveness through the implementation of eco-friendly *Smart Drying* technology and a *Business Intelligence* (BI)-based management system. The methods applied include environmental law campaigns, training on energy-efficient technology, *Smart Drying* implementation, and mentoring in BI-based production management and digital marketing. The results demonstrate significant improvements: environmental law awareness increased from 40% to 80%, excessive chemical use decreased by 30%, energy efficiency rose by 50%, and productivity during the rainy season improved by 30%. In management, production efficiency increased from 60% to 90%, raw material waste reduced from 25% to 5%, new customer growth reached 40%, and production adjustment accuracy to market trends achieved 80%. Thus, the adoption of eco-friendly technology and BI innovation has proven to deliver positive implications in supporting the sustainability of the local batik industry while improving artisans' welfare.

Keywords: Business Intelligence; Madura Hand-drawn Batik; Smart Drying.

How to Cite: Hastri, E. D., Ainun, M. B. & Holid, H. (2026). Integrasi Smart Drying dan Business Intelligence untuk Batik Ramah Lingkungan di Pakandangan Tengah. *Abdi: Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, 8(2), 414-425.



This is an open access article distributed under the Creative Commons Share-Alike 4.0 International License. If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original. ©2026 by author.

Pendahuluan

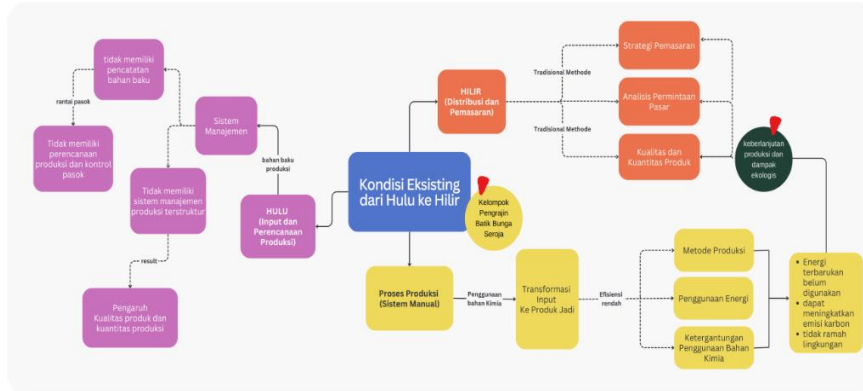
Kelompok Pengrajin Batik Bunga Seroja di Desa Pakandangan Tengah, Kecamatan Bluto, Kabupaten Sumenep, merupakan salah satu kelompok masyarakat yang memiliki potensi besar dalam pengembangan industri kreatif berbasis kearifan lokal (Siregar et al., 2020). Batik tulis Madura yang dihasilkan memiliki nilai seni tinggi dan menjadi identitas budaya khas daerah (Masyari, 2021). Kelompok ini terdiri dari 21 pengrajin aktif yang sebagian besar memperoleh keterampilan membuat secara turun-temurun. Namun, meskipun memiliki potensi budaya dan ekonomi yang kuat, kondisi eksisting pengrajin masih menghadapi berbagai keterbatasan, baik dari segi produksi, manajemen, maupun pemasaran (Purnama Sari, 2016). Salah satu kendala terbesar yang mereka hadapi adalah lemahnya pemanfaatan teknologi dalam proses produksi, yang menyebabkan hasil batik kurang optimal, produktivitas rendah, dan daya saing produk terbatas di pasar yang lebih luas.

Permasalahan produksi yang paling krusial terletak pada tahap pengeringan kain batik (Achmad et al., 2020). Hingga kini, pengrajin masih sepenuhnya mengandalkan metode tradisional dengan menjemur kain di bawah sinar matahari atau menggunakan bahan bakar fosil. Cara ini tidak hanya boros energi, tetapi juga sangat bergantung pada kondisi cuaca. Saat musim hujan, proses pengeringan dapat terhambat hingga 12 jam bahkan berhari-hari, sehingga produktivitas menurun sekitar 30%. Ketergantungan terhadap cuaca juga meningkatkan risiko kerusakan kain hingga 70%, mengakibatkan kerugian ekonomi yang signifikan (Adeliani et al., 2023). Di sisi lain, penggunaan energi berbasis fosil menambah beban biaya produksi serta berkontribusi terhadap emisi karbon (Pratiwi, 2013). Dengan demikian, permasalahan pengeringan tidak sekadar teknis, tetapi juga terkait dengan isu lingkungan dan keberlanjutan usaha batik (Aziz & Sukma, 2021).

Selain aspek pengeringan, permasalahan lain yang dihadapi adalah penggunaan pewarna kimia secara berlebihan tanpa sistem pengelolaan limbah yang memadai (Zukhruf et al., 2024). Air sisa pewarnaan yang langsung dibuang ke lingkungan sekitar berpotensi mencemari ekosistem setempat dan berdampak pada kesehatan pengrajin. Dari sisi manajemen, ketiadaan sistem pencatatan modern membuat efisiensi produksi rendah, sisa bahan baku tinggi, dan strategi pemasaran terbatas (Supaya et al., 2022). Saat ini, pemasaran batik masih bergantung pada pesanan dari paguyuban, sehingga pertumbuhan pelanggan baru sangat kecil (Wibowo et al., 2021). Minimnya pemanfaatan teknologi digital dan analisis data pasar juga membuat produk batik kesulitan bersaing dengan produk sejenis dari daerah lain yang lebih adaptif terhadap perubahan tren.

Kebaruan dari kegiatan pengabdian ini terletak pada integrasi teknologi *Smart Drying* berbasis efisiensi energi dengan sistem *Business Intelligence* (BI) dalam pengembangan usaha batik tradisional pada kelompok pengrajin Batik Bunga Seroja. Beberapa penelitian dan kegiatan pengabdian sebelumnya umumnya hanya berfokus pada peningkatan kualitas produksi batik melalui pelatihan keterampilan, pemasaran digital, atau penggunaan teknologi pengering sederhana secara parsial. Sementara itu, program ini menawarkan pendekatan yang lebih komprehensif dengan menggabungkan inovasi teknologi ramah lingkungan untuk proses pengeringan kain batik, penguatan manajemen usaha berbasis data, serta edukasi pengelolaan limbah berkelanjutan dalam satu model pemberdayaan terpadu. Selain meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas produk, pendekatan ini juga diarahkan untuk mendukung keberlanjutan lingkungan, penguatan daya saing UMKM batik, serta pemberdayaan sosial melalui pelibatan perempuan dan generasi muda. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya menyelesaikan permasalahan teknis produksi, tetapi juga menghadirkan model transformasi usaha batik berbasis teknologi dan keberlanjutan yang belum banyak diterapkan pada pengrajin batik skala lokal di Kabupaten Sumenep.

Untuk memahami seluruh proses produksi secara menyeluruh, diperlukan pemetaan kondisi eksisting dari hulu ke hilir guna mengidentifikasi tantangan serta peluang perbaikan. Tahap hulu, yang mencakup input dan perencanaan produksi, menjadi dasar utama dalam memastikan ketersediaan bahan baku, tenaga kerja, serta teknologi yang mendukung efisiensi produksi. Selanjutnya, proses produksi berjalan melalui berbagai tahapan hingga akhirnya memasuki hilir, yang mencakup distribusi, pemasaran, dan penerimaan produk oleh konsumen. Dengan pemetaan ini, dapat diketahui aspek-aspek yang perlu ditingkatkan, baik dari sisi efisiensi, keberlanjutan, maupun daya saing produk di pasar.



Gambar 1. Pemetaan Kondisi Eksisting dari Hulu ke Hilir

Melihat kompleksitas permasalahan tersebut, diperlukan intervensi teknologi ramah lingkungan yang dapat langsung menjawab persoalan utama pengrajin. *Smart Drying* hadir sebagai solusi tepat karena mampu mengatasi ketergantungan pada cuaca sekaligus menekan konsumsi energi (Safitra et al., 2021). Dengan teknologi ini, waktu pengeringan kain dapat dipangkas dari 8–12 jam menjadi hanya 4–6 jam, sehingga efisiensi energi meningkat hingga 50% dan produktivitas stabil sepanjang tahun. Selain itu, risiko kerusakan kain akibat cuaca dapat ditekan drastis, sehingga kualitas produk batik lebih terjamin. Penerapan *Smart Drying* juga mendukung prinsip keberlanjutan dengan mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dan menurunkan emisi karbon tidak langsung. Teknologi ini bukan hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga membangun citra batik sebagai produk ramah lingkungan yang memiliki nilai jual lebih tinggi di pasar modern (Wardoyo et al., 2023).

Tujuan utama dari kegiatan pengabdian ini adalah meningkatkan kapasitas produksi dan daya saing pengrajin batik melalui integrasi teknologi *Smart Drying* dengan sistem *Business Intelligence* (BI). Melalui *Smart Drying*, pengrajin dapat menghasilkan batik dengan kualitas yang lebih konsisten, proses produksi lebih efisien, dan dampak lingkungan lebih rendah (Fitria & Yustisya, 2021). Sementara itu, *Business Intelligence* memungkinkan pengrajin untuk mengakses informasi pasar secara real-time, menganalisis tren penjualan, mengoptimalkan penggunaan bahan baku, serta memperluas jaringan pemasaran melalui platform digital. Integrasi kedua aspek ini diharapkan dapat menjawab permasalahan produksi dan manajemen secara bersamaan. Rencana pemecahan masalah yang ditawarkan mencakup beberapa langkah strategis. Pertama, penerapan *Smart Drying* sebagai inovasi teknologi ramah lingkungan untuk meningkatkan efisiensi energi, mempercepat proses produksi, serta mengurangi risiko kerugian akibat cuaca. Kedua, penguatan manajemen usaha melalui implementasi sistem *Business Intelligence* agar pengrajin dapat melakukan analisis data produksi dan pemasaran dengan lebih baik. Ketiga, penyusunan modul edukasi hukum lingkungan serta pelatihan pengelolaan limbah ramah lingkungan untuk meningkatkan kesadaran dan kepatuhan pengrajin terhadap aspek keberlanjutan. Keempat, pemberdayaan sosial dengan melibatkan perempuan dan generasi muda dalam kegiatan pelatihan serta manajemen usaha, sehingga terjadi regenerasi pengrajin dan keberlanjutan usaha di masa depan.

Kelompok Pengrajin Batik Bunga Seroja yang terkategori masyarakat produktif secara ekonomi yang menjadi mitra sasaran pada Program Pengabdian kepada masyarakat ini dengan permasalahan prioritas yang telah disepakati untuk dilanjutkan ke tahap penyelesaian masalah yakni permasalahan di bidang produksi dan bidang manajemen.



Gambar 2. Fokus Bidang Permasalahan dan Solusi yang Ditawarkan

Dengan pendekatan ini, diharapkan batik dari Desa Pakandangan Tengah tidak hanya dikenal sebagai produk budaya lokal yang memiliki nilai seni tinggi, tetapi juga sebagai produk ramah lingkungan yang berdaya saing tinggi. Penerapan *Smart Drying* sebagai teknologi inti menjadi titik balik penting bagi pengrajin batik dalam menghadapi tantangan era modern, sekaligus mendukung agenda pembangunan berkelanjutan melalui efisiensi energi, pengurangan limbah, dan peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Metode Pelaksanaan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini dilakukan melalui serangkaian tahapan yang dirancang untuk menjawab permasalahan prioritas yang dihadapi oleh pengrajin batik di Desa Pakandangan Tengah. Metode yang diterapkan dibagi menjadi dua bidang utama, yaitu bidang produksi dan bidang manajemen, dengan pendekatan berbasis teknologi ramah lingkungan serta pemanfaatan *Business Intelligence* (BI).

Tabel 1. Metode Pelaksanaan Kegiatan

No.	Metode Pelaksanaan	Sub Bidang Permasalahan	Solusi yang Ditawarkan	Target Luaran
1	Sosialisasi Kampanye Lingkungan melalui Hukum	Kepatuhan terhadap hukum lingkungan	Pengaplikasian Usaha di Industri Batik berbasis Ramah Lingkungan melalui Kampanye Hukum Lingkungan	1. Modul edukasi tentang kepatuhan hukum lingkungan dalam usaha di industri batik 2. Sesi kampanye hukum lingkungan
2	Penerapan teknologi dan inovasi serta pengadaan barang produksi	Penggunaan pewarna kimia yang tidak terkontrol	Penerapan Teknologi dan Alat Produksi	Paket alat produksi batik Paket bahan baku produksi kain Paket bahan penetralisir limbah pewarna
3	Pelatihan dan praktik Teknologi Hemat Energi Menggunakan <i>Smart Drying</i>	Belum adanya upaya penggunaan energi terbarukan atau teknologi hemat energi	Penerapan Teknologi Hemat Energi Menggunakan <i>Smart Drying</i> untuk mempercepat proses pengeringan kain pasca pelorotan malam, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.	1 unit <i>Smart Drying</i> diimplementasikan dalam proses produksi batik untuk menanggulangi peningkatan risiko pencemaran lingkungan karena pewarna kimia Minimal 85% pengrajin memahami dan menerapkan praktik hemat energi setelah mengikuti pelatihan Waktu pengeringan kain berkurang hingga 50% dibandingkan metode konvensional
4	Penerapan teknologi dan inovasi Teknologi ramah lingkungan berupa Ruang pengering kain batik (<i>Drying Chamber</i>)	Ketergantungan pada cuaca dalam proses pengeringan	Penerapan Teknologi Hemat Energi Menggunakan <i>Smart Drying</i> untuk mempercepat proses pengeringan kain pasca pelorotan malam	1 Ruang pengering kain batik (<i>Drying Chamber</i>) untuk memaksimalkan penyebaran panas Waktu pengeringan kain berkurang hingga 50% dibandingkan metode konvensional

	Pendampingan sistem digital manajemen produksi berbasis BI		Penerapan Sistem Manajemen Produksi Berbasis <i>Business Intelligence</i> (BI) untuk meningkatkan efisiensi dan pengambilan keputusan yang lebih akurat	1 sistem digital manajemen produksi berbasis BI diterapkan dalam operasional industri batik berbasis Artificial Intelligence
5	Evaluasi pada Penerapan Sistem Manajemen Produksi Berbasis <i>Business Intelligence</i> (BI) untuk meningkatkan efisiensi dan pengambilan keputusan yang lebih akurat	Ketiadaan sistem manajemen produksi yang terstruktur	Penerapan Strategi Pemasaran Digital Berbasis <i>Business Intelligence</i> (BI) untuk memperluas jangkauan pasar dan meningkatkan pesanan/orderan batik	Peningkatan efisiensi produksi sebesar 30% dibandingkan metode pencatatan manual Pengurangan sisa bahan baku sebesar 20% dengan sistem monitoring stok yang lebih akurat sehingga mengurangi kerugian modal
6	Penerapan teknologi Pemasaran Digital Berbasis <i>Business Intelligence</i> (BI) untuk memperluas jangkauan pasar Pendampingan dan evaluasi platform digital (Instagram, TikTok, Shopee)	Strategi pemasaran yang hanya bergantung pada pesanan dari paguyuban	Penerapan Sistem Analisis Data Penjualan & Tren Pasar	Minimal 3 platform digital (Instagram, TikTok, Shopee) Pertumbuhan pelanggan baru sebesar 30% melalui strategi pemasaran berbasis data.
7	Pelatihan sistem BI diterapkan untuk analisis permintaan pasar dan tren produk Pendampingan dan evaluasi pada analisis data dan tren pasar	Minimnya pemanfaatan data dan teknologi		Sistem BI diterapkan untuk analisis permintaan pasar dan tren produk Penyesuaian produksi sebesar 50% berdasarkan hasil analisis tren pasar.

Bidang Produksi

Kepatuhan terhadap hukum lingkungan

Untuk meningkatkan kesadaran pengrajin terhadap pentingnya usaha ramah lingkungan, dilakukan kampanye hukum lingkungan. Tahap pelaksanaan dimulai dari penyusunan modul edukasi hukum lingkungan yang berisi regulasi, praktik terbaik, dan contoh penerapan di industri batik. Modul ini kemudian disampaikan melalui dua sesi kampanye interaktif, yang melibatkan diskusi, tanya jawab, dan simulasi kasus sederhana. Hasil yang diharapkan adalah pengrajin memahami dasar hukum dan mulai menerapkan prinsip usaha ramah lingkungan dalam kegiatan produksi batik (Maharani et al., 2017).

Penggunaan pewarna kimia yang tidak terkontrol

Untuk mengatasi masalah penggunaan pewarna kimia, dilakukan penerapan teknologi dan inovasi alat produksi. Tahapan kegiatan meliputi: (1) pengadaan paket alat produksi batik, (2) penyediaan paket bahan baku kain, dan (3) penyediaan bahan penetralisir limbah pewarna. Proses ini disertai pelatihan teknis penggunaan alat dan pengelolaan limbah, sehingga pengrajin dapat menghasilkan produk batik yang lebih aman dan ramah lingkungan (Ragil et al., 2023).

Belum adanya upaya penggunaan energi terbarukan atau teknologi hemat energi

Solusi yang ditawarkan adalah penerapan teknologi hemat energi melalui *Smart Drying*. Metode pelaksanaan dimulai dengan pelatihan teknis penggunaan *Smart Drying* kepada para pengrajin, dilanjutkan dengan praktik langsung dalam proses produksi. Target yang diharapkan adalah satu unit *Smart Drying* diimplementasikan, minimal 85% pengrajin memahami cara penggunaannya, dan terjadi pengurangan waktu pengeringan hingga 50% dibandingkan metode konvensional (Bhramantyo et al., 2023).

Ketergantungan pada cuaca dalam proses pengeringan

Untuk menanggulangi permasalahan ini, diterapkan Drying Chamber yang dapat memaksimalkan penyebaran panas. Tahapan pelaksanaan meliputi: (1) desain dan pembangunan ruang pengering ramah lingkungan, (2) pelatihan penggunaan chamber, dan (3) monitoring hasil pengeringan dibandingkan dengan metode konvensional. Dengan cara ini, ketergantungan pada kondisi cuaca dapat dikurangi, dan produktivitas pengrajin tetap terjaga (Nurdin & Amelia, 2024).

Bidang Manajemen***Ketiadaan sistem manajemen produksi yang terstruktur***

Untuk meningkatkan efisiensi produksi, diterapkan Sistem Manajemen Produksi berbasis *Business Intelligence* (BI). Metode pelaksanaannya adalah (1) pendampingan intensif dalam implementasi sistem digital berbasis BI, (2) simulasi pencatatan produksi, stok, dan distribusi, serta (3) evaluasi secara berkala. Target yang diharapkan adalah peningkatan efisiensi produksi sebesar 30% dan pengurangan sisa bahan baku sebesar 20%.

Strategi pemasaran yang hanya bergantung pada pesanan dari paguyuban

Solusi yang diterapkan adalah strategi pemasaran digital berbasis BI. Tahapan pelaksanaannya meliputi: (1) pelatihan penggunaan platform digital seperti Instagram, TikTok, dan Shopee, (2) pembuatan konten promosi batik yang menarik, dan (3) pendampingan dalam mengelola akun pemasaran digital. Hasil yang ditargetkan adalah minimal tiga platform digital aktif digunakan, serta pertumbuhan pelanggan baru sebesar 30%.

Minimnya pemanfaatan data dan teknologi

Untuk menjawab permasalahan ini, diterapkan sistem analisis data penjualan dan tren pasar berbasis BI. Tahapan kegiatan meliputi: (1) pelatihan pengrajin dalam membaca dan menganalisis data tren pasar, (2) pendampingan penggunaan dashboard BI, dan (3) evaluasi pemanfaatan hasil analisis dalam pengambilan keputusan produksi. Target luaran yang diharapkan adalah adanya penyesuaian produksi sebesar 50% berdasarkan analisis tren pasar, sehingga produksi lebih adaptif terhadap kebutuhan konsumen.

Hasil dan Pembahasan

Pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat di Desa Pakandangan Tengah menunjukkan hasil signifikan pada aspek produksi dan manajemen pengrajin batik. Dari sisi produksi, kepatuhan terhadap hukum lingkungan mengalami peningkatan yang nyata. Sebelum kegiatan, hanya sekitar 40% pengrajin memahami aturan hukum lingkungan dan belum tersedia sarana edukasi formal. Setelah intervensi, telah disusun satu modul edukasi hukum lingkungan dan dilaksanakan dua kali sesi kampanye, sehingga pemahaman pengrajin meningkat hingga 80%. Selain itu, penggunaan pewarna kimia yang sebelumnya tidak terkontrol mulai berkurang setelah disediakan paket alat produksi ramah lingkungan dan bahan penetralisir limbah, dengan hasil 70% pengrajin mengurangi penggunaan bahan kimia berlebih, menurunkan limbah berbahaya sekitar 25%. Upaya efisiensi energi juga berhasil dilakukan melalui penerapan satu unit *Smart Drying*, yang mempercepat waktu pengeringan dari 8–12 jam menjadi hanya 4–6 jam serta meningkatkan efisiensi energi sebesar 50%. Ketergantungan terhadap cuaca pun dapat diminimalisir berkat adanya drying chamber berbasis teknologi ramah lingkungan, sehingga produktivitas saat musim hujan meningkat 30% dan risiko kerusakan kain akibat cuaca berkurang hingga 70%.

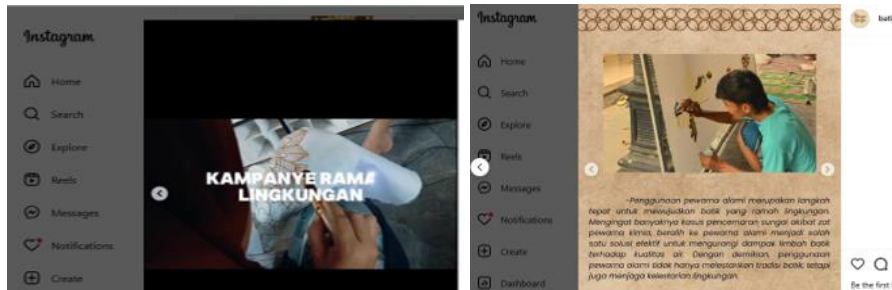
Kampanye Hukum Lingkungan

Kegiatan kampanye hukum lingkungan dilaksanakan sebagai upaya untuk meningkatkan kesadaran dan pemahaman pengrajin batik di Desa Pakandangan Tengah mengenai pentingnya kepatuhan terhadap aturan hukum lingkungan dalam industri batik. Sebelum kegiatan, tingkat pemahaman pengrajin terhadap aspek hukum lingkungan masih sangat rendah (kurang dari 40%), serta belum tersedia modul atau media edukasi yang dapat dijadikan rujukan (Putro & Liauw, 2024).

Tahapan pelaksanaan kampanye ini diawali dengan penyusunan modul edukasi hukum lingkungan, yang berisi materi pokok tentang peraturan perundang-undangan terkait pengelolaan limbah, penggunaan bahan kimia, serta praktik ramah lingkungan yang dapat diterapkan dalam produksi batik. Modul ini dirancang sederhana dan praktis agar mudah dipahami pengrajin (Jariyah, 2025).

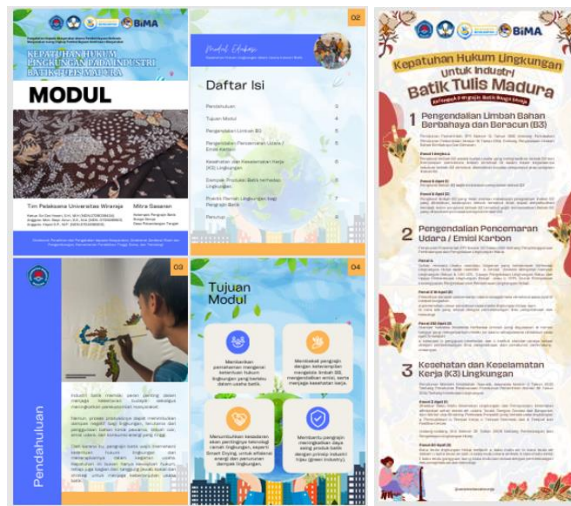


Gambar 3. Edukasi tentang Regulasi dan Kepatuhan Hukum Lingkungan bagi Pengrajin Batik



Gambar 4. Konten Kampanye Lingkungan pada Platform Digital

Selanjutnya, dilakukan dua sesi kampanye hukum lingkungan dengan metode interaktif. Sesi pertama berfokus pada pengenalan dasar hukum lingkungan, termasuk kewajiban pelaku usaha batik dalam mengelola limbah cair dan padat agar tidak mencemari lingkungan (Anugrahaningrum et al., 2021). Sesi kedua menitikberatkan pada penerapan langsung di lapangan, seperti cara mengurangi penggunaan bahan kimia berlebih, teknik pengolahan limbah sederhana, serta manfaat ekonomi dan reputasi usaha jika mematuhi aturan hukum lingkungan (Rahmawati et al., 2024). Kegiatan kampanye ini tidak hanya berupa ceramah, tetapi juga melibatkan diskusi, tanya jawab, simulasi kasus sederhana, dan praktik lapangan, sehingga pengrajin lebih mudah memahami relevansi hukum dengan aktivitas usaha mereka sehari-hari.



Gambar 5. Modul Kepatuhan Hukum Lingkungan dan Poster Kampanye Lingkungan

Hasil yang diperoleh dari kegiatan ini cukup signifikan. Berdasarkan evaluasi, tingkat pemahaman pengrajin terhadap hukum lingkungan meningkat dari $\pm 40\%$ menjadi 80% . Para pengrajin mulai memahami bahwa kepatuhan hukum tidak hanya mencegah sanksi, tetapi juga dapat meningkatkan nilai jual produk batik karena dianggap lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Dengan demikian, kampanye hukum lingkungan telah menjadi pondasi penting dalam mendorong terciptanya industri batik yang lebih bertanggung jawab, berdaya saing, dan ramah lingkungan.

Penerapan Teknologi Ramah Lingkungan - *Smart Drying*

Penerapan teknologi *Smart Drying* menjadi salah satu inovasi utama dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat, khususnya untuk mengatasi masalah efisiensi energi, ketergantungan pada cuaca, serta tingginya risiko pencemaran lingkungan dari proses produksi batik. Sebelum adanya intervensi, seluruh

proses pengeringan kain batik masih bergantung pada panas matahari dan bahan bakar fosil, dengan durasi pengeringan mencapai 8–12 jam. Kondisi ini tidak hanya menyulitkan pengrajin saat musim hujan, tetapi juga menurunkan produktivitas hingga ±30% serta meningkatkan risiko kerusakan kain akibat cuaca yang tidak menentu (Laily et al., 2024).

Teknologi *Smart Drying* adalah inovasi pengeringan kain batik yang memanfaatkan sistem pemanas berbasis energi hemat dan kontrol suhu otomatis untuk mempercepat proses pengeringan. Teknologi ini mengurangi ketergantungan pada kondisi cuaca, sehingga produksi batik menjadi lebih efisien dan ramah lingkungan. *Smart Drying* menggunakan burner gas otomatis dan thermocontrol analog (30-110°C) yang memungkinkan pengaturan suhu sesuai kebutuhan, sehingga menghindari konsumsi energi berlebihan. Dengan blower elektrik dan kontrol suhu otomatis, mesin ini mempercepat pengeringan hingga 50% dibandingkan metode konvensional, sehingga konsumsi bahan bakar lebih efisien. Dengan fitur burner gas otomatis dan sensor kebocoran gas, pembakaran menjadi lebih efisien, mengurangi emisi karbon dan polutan udara (Syarafina, 2019). Mengurangi Pembuangan Limbah Cair Berbahaya dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang sering digunakan dalam proses pengeringan konvensional.



Gambar 6. Teknologi *Smart Drying*

Melalui program ini, dilakukan implementasi satu unit *Smart Drying* sebagai solusi ramah lingkungan yang mampu mempercepat proses pengeringan (Purwadi & Kusbandono, 2015). Teknologi ini bekerja dengan memanfaatkan energi hemat dan sistem sirkulasi panas yang stabil, sehingga mampu memangkas waktu pengeringan menjadi hanya 4–6 jam atau lebih cepat 50% dibanding metode konvensional. Untuk mendukung implementasi, pengrajin diberikan pelatihan teknis mengenai cara pengoperasian, perawatan, serta prinsip-prinsip efisiensi energi dalam penggunaan *Smart Drying*. Hasilnya, lebih dari 85% pengrajin memahami praktik hemat energi dan mampu mengoperasikan teknologi ini secara mandiri.

Selain itu, program ini juga mengintegrasikan Drying Chamber yang berfungsi untuk memaksimalkan penyebaran panas di dalam ruangan. Dengan teknologi ini, risiko ketergantungan pada kondisi cuaca dapat ditekan secara signifikan. Pada musim hujan, pengrajin yang sebelumnya mengalami penurunan produktivitas hingga 30% kini dapat menjaga stabilitas produksi, bahkan mengalami peningkatan produktivitas sekitar 30%. Risiko kerusakan kain akibat cuaca pun menurun hingga 70%. Penerapan *Smart Drying* juga berdampak pada pengurangan penggunaan bahan bakar fosil, sehingga menurunkan potensi emisi dan pencemaran lingkungan. Dengan adanya teknologi ini, pengrajin batik tidak hanya memperoleh efisiensi energi dan penghematan waktu, tetapi juga mampu menunjukkan komitmen terhadap praktik produksi yang lebih ramah lingkungan.

Tabel 2. Tingkat Keberhasilan Pemberdayaan Mitra pada Aspek Produksi Batik Ramah Lingkungan dengan *Smart Drying*

No	Indikator Permasalahan	Kondisi Sebelum Kegiatan	Kondisi Setelah Kegiatan	Perubahan Kuantitatif
1	Pemahaman hukum lingkungan	±40% pengrajin memahami	±80% pengrajin memahami	↑ +40%
2	Modul/edukasi hukum lingkungan	0 modul	1 modul + 2 sesi kampanye	+1 modul, +2 kampanye
3	Penggunaan bahan kimia berlebih	100% tanpa kontrol	70% mulai mengurangi	↓ -30%
4	Limbah berbahaya	Tidak terkontrol	Turun 25%	↓ -25%
5	Waktu pengeringan kain	8–12 jam	4–6 jam	↓ -50%
6	Efisiensi energi	Konvensional	Efisiensi naik 50%	↑ +50%
7	Produktivitas saat musim hujan	Menurun ±30%	Meningkat ±30%	↑ +30%

No	Indikator Permasalahan	Kondisi Sebelum Kegiatan	Kondisi Sesudah Kegiatan	Perubahan Kuantitatif
8	Risiko kerusakan kain akibat cuaca	Tinggi	Turun 70%	↓ -70%

Pelatihan dan Pendampingan Sistem *Business Intelligence* (BI) pada Aspek Manajemen

Inovasi penerapan *Business Intelligence* (BI) pada aspek manajemen produksi dan pemasaran telah menjadi terobosan penting dalam meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan daya saing pengrajin batik di Desa Pakandangan Tengah. Sebelum adanya intervensi, sistem manajemen produksi dilakukan secara manual tanpa struktur yang jelas, sehingga tingkat efisiensi hanya mencapai $\pm 60\%$ dan menyebabkan tingginya sisa bahan baku hingga 25% per siklus produksi. Hal ini tentu berdampak langsung pada kerugian modal dan ketidakstabilan arus produksi.



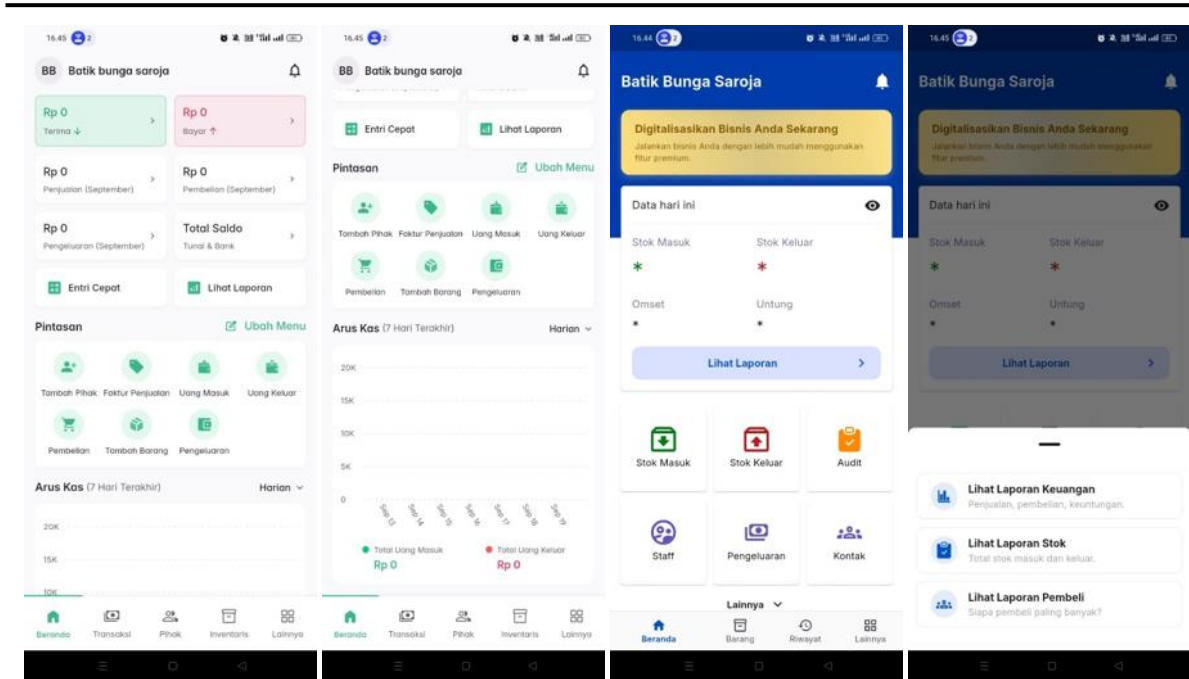
Gambar 7. Pelatihan dan Pendampingan *Business Intelligence* (BI)

Melalui implementasi sistem manajemen berbasis BI yang diperkaya dengan kecerdasan buatan (AI), pengrajin kini memiliki akses pada sistem digital yang mampu melakukan monitoring stok, pencatatan produksi, serta perencanaan kebutuhan bahan baku secara lebih akurat (Herdiana, 2023). Dampaknya sangat signifikan, di mana efisiensi produksi meningkat hingga 90% dan sisa bahan baku turun drastis menjadi hanya 5%. Sistem ini memungkinkan pengrajin melakukan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan berbasis data, sehingga setiap aktivitas produksi lebih terukur dan minim risiko pemborosan (Putri et al., 2025). BI juga mendorong transformasi besar. Pengrajin yang sebelumnya hanya mengandalkan pesanan dari paguyuban kini aktif memanfaatkan strategi pemasaran digital melalui platform seperti Instagram, TikTok, dan Shopee. BI berperan dalam menganalisis data pelanggan, tren produk, serta efektivitas saluran distribusi sehingga strategi promosi lebih tepat sasaran. Hasilnya, pertumbuhan pelanggan baru meningkat hingga 40% dan jangkauan pasar meluas lebih dari tiga kali lipat.

Analisis tren pasar berbasis BI memberikan nilai tambah yang besar dalam penyesuaian produksi. Jika sebelumnya produksi sering tidak sesuai permintaan dengan gap $\pm 50\%$, kini akurasi dalam menyesuaikan produksi dengan tren pasar mencapai 80%. Hal ini berhasil menekan risiko overstock maupun understock, sekaligus memastikan produk yang dihasilkan relevan dengan kebutuhan konsumen (Wulandari et al., 2023). Dengan demikian, penerapan BI bukan sekadar mendigitalisasi proses manajemen, tetapi juga menghadirkan paradigma baru dalam pengelolaan usaha batik (Meylani et al., 2023). Inovasi ini menegaskan bahwa keberhasilan pengrajin batik di era digital tidak hanya bergantung pada keahlian membatik, tetapi juga pada kemampuan mengintegrasikan teknologi data untuk pengambilan keputusan yang lebih strategis, berkelanjutan, dan kompetitif.

Tabel 3. Tingkat Keberhasilan Pemberdayaan Mitra pada Aspek Manajemen dengan sistem *Business Intelligence* (BI)

No	Indikator	Kondisi Sebelum	Kondisi Sesudah	Perubahan/Pengaruh
1	Efisiensi produksi	60%	90%	30%
2	Sisa bahan baku	25%	5%	-20%
3	Pertumbuhan pelanggan baru	<10%	40%	30%
4	Jangkauan pasar	1× (lokal/paguyuban)	>3× lipat	>3 kali lipat
5	Akurasi penyesuaian produksi (tren pasar)	50% (gap $\pm 50\%$)	80%	30%



Gambar 8. Sistem Digital berbasis BI - Analisis Data Penjualan & Tren Pasar dan BI Manajemen Produksi

Sehingga kegiatan ini menghasilkan peningkatan yang cukup signifikan pada aspek manajemen, pengrajin batik yang sebelumnya belum memiliki sistem produksi terstruktur kini telah memanfaatkan sistem berbasis *Business Intelligence* (BI) dan kecerdasan buatan (AI). Dampaknya, efisiensi produksi meningkat dari 60% menjadi 90%, dengan penurunan sisa bahan baku dari 25% menjadi hanya 5%. Dari sisi pemasaran, pengrajin yang semula hanya mengandalkan pesanan dari paguyuban kini aktif memanfaatkan platform digital seperti Instagram, TikTok, dan Shopee. Hal ini meningkatkan pertumbuhan pelanggan baru hingga 40% dan memperluas jangkauan pasar lebih dari tiga kali lipat. Selain itu, pemanfaatan data dalam manajemen usaha membawa perubahan besar, di mana analisis tren pasar melalui BI membantu pengrajin menyesuaikan produksi sesuai permintaan dengan akurasi 80%, sehingga risiko overstock dan understock dapat ditekan secara signifikan.

Kesimpulan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini diawali dengan harapan untuk meningkatkan efisiensi produksi, kepatuhan hukum lingkungan, serta penguatan manajemen usaha batik tulis Madura di Desa Pakandangan Tengah melalui penerapan teknologi ramah lingkungan dan sistem manajemen berbasis *Business Intelligence* (BI). Dari hasil pelaksanaan, terlihat adanya peningkatan signifikan pada beberapa aspek utama. Pada bidang produksi, penerapan *Smart Drying* berhasil menurunkan waktu pengeringan kain dari 8–12 jam menjadi hanya 4–6 jam, sekaligus meningkatkan efisiensi energi hingga 50% dan mengurangi ketergantungan pada cuaca, sehingga produktivitas meningkat sebesar 30% pada musim hujan. Kepatuhan hukum lingkungan juga mengalami kemajuan, dengan pemahaman pengrajin meningkat dari 40% menjadi 80% setelah adanya modul edukasi dan kampanye, serta adanya pengurangan limbah berbahaya hingga 25% berkat penggunaan bahan penetralisir dan pengendalian pewarna kimia. Pada bidang manajemen, penerapan sistem BI membantu pengrajin menyusun pencatatan produksi yang lebih terstruktur dan efisien, sementara pelatihan pemasaran digital membuka akses pasar yang lebih luas melalui media sosial dan marketplace lokal. Selain itu, pemanfaatan data sederhana telah membantu memetakan tren motif dan preferensi konsumen.

Ke depan, program ini direncanakan berlanjut melalui beberapa langkah strategis. Pada bidang produksi, akan dibentuk tim pemantau internal lingkungan dan kerja sama dengan Dinas Lingkungan Hidup, pengembangan branding batik ramah lingkungan, serta pelatihan generasi muda untuk menguasai teknologi *Smart Drying*. Pada bidang manajemen, keberlanjutan diarahkan pada penerapan pencatatan reguler, pembentukan tim pemasaran internal desa, dan pengembangan sistem digitalisasi sederhana yang lebih adaptif. Dengan demikian, Desa Pakandangan Tengah diharapkan dapat berkembang menjadi sentra batik tulis Madura yang adaptif, ramah lingkungan, serta berdaya saing tinggi di pasar lokal maupun global.

Meskipun program pengabdian ini telah menunjukkan arah keberlanjutan yang jelas, penulis belum mencantumkan secara spesifik keterbatasan fokus program yang dilaksanakan. Kegiatan masih berfokus pada aspek produksi dan manajemen internal kelompok pengrajin, sehingga belum mencakup penguatan akses permodalan, perluasan jejaring distribusi skala nasional maupun internasional, serta pendampingan sertifikasi produk dan hak kekayaan intelektual batik. Selain itu, implementasi teknologi *Smart Drying* dan sistem digitalisasi masih terbatas pada skala kelompok mitra, sehingga efektivitas penerapannya pada kelompok pengrajin lain dengan kondisi sumber daya berbeda belum dapat diukur secara menyeluruh. Keterbatasan lain juga terlihat pada durasi pendampingan yang relatif singkat, sehingga keberlanjutan penggunaan teknologi dan konsistensi penerapan sistem manajemen berbasis digital masih memerlukan monitoring dan evaluasi jangka panjang.

Ucapan Terimakasih

Tim pelaksana yang diketuai oleh Evi Dwi Hastri dan Anggota terdiri dari Moh. Baqir Ainun dan Hopid mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi atas kepercayaan kepada Universitas Wiraraja untuk melaksanakan kegiatan pengabdian kepada masyarakat skema Pemberdayaan Berbasis Masyarakat ruang lingkup Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat tahun pendanaan 2025 dengan nomor kontrak 019/LPPM/PP-04/E.02/UNIJA/VI/2025; 124/C3/DT.05.00/PM/2025; dan 035/LL7/DT.05.00/PM/2025 yang berjudul “Integrasi *Smart Drying* dan *Business Intelligence* untuk Efisiensi Manajemen dan Kepatuhan Hukum Lingkungan pada Pengrajin Batik di Desa Pakandangan Tengah”. Dengan adanya dukungan ini, dapat memberikan dampak baik kepada pelaku industri batik yang dapat meningkatkan pemberdayaan masyarakat baik dari segi perekonomian dan juga hukum, serta sosial.

Daftar Pustaka

- Achmad, A., Amir, A., & Azzahrah, A. (2020). Penerapan Manajemen Ekonomi Islam Pada Produksi Batik Labako UD. Bintang Timur Jember. *Istidial: Jurnal Ekonomi dan Hukum Islam*, 4(1), 13-23.
- Adeliani, O. P., Anita, E., & Lubis, P. A. (2023). Analisis Inovasi dan Kualitas Produk Pada Usaha Batik di Kota Jambi. *Jurnal Manajemen, Bisnis Dan Kewirausahaan (JUMBIKU)*.
- Anugrahaningrum, A. A., Yudana, G., & Aliyah, I. (2021). Tingkat kesesuaian infrastruktur Kampung Batik Laweyan Kota Surakarta berdasarkan konsep ramah lingkungan. *Region: Jurnal Pembangunan Wilayah dan Perencanaan Partisipatif*, 16(2), 358.
- Aziz, M. A. S., & Sukma, H. (2021). Pemanfaatan energi angin sebagai sumber energi penerangan jalan. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 9(1), 9-16.
- Bhramantyo, K. S. A., Tumbelaka, H. H., & Tulistyantoro, L. (2023). Perencanaan Sistem Kompor Listrik Untuk Produksi Batik. *Jurnal Teknik Elektro*, 16(2), 47-54.
- Fitria, S., & Yustisya, P. Z. (2021, November). Urgensi Produk Batik Ramah Lingkungan Dalam Menembus Potensi Pasar Internasional. In *Prosiding Seminar Nasional Industri Kerajinan dan Batik* (Vol. 3, No. 1, pp. 04-1).
- Herdiana, O. (2023). Perencanaan *Business Intelligence* untuk Strategi Pengembangan Produk Unggulan Menggunakan Algoritma Support Vector Machine. *Jurnal Informatika*, 2(2), 28-34.
- Jariyah, H. A. (2025). Inovasi Ramah Lingkungan Dalam Produksi Batik: Studi Kasus Batik Mahkota Laweyan. *Canting: Jurnal Batik Indonesia*, 2(1), 1-6.
- Laily, N., Baihaqy, A., Nurmianto, E., Satria, V. H., & Sari, J. (2024). Penerapan teknologi tepat guna lemari pengering dan meja pola pada UMKM Zulpah Batik di Tanjung Bumi. *Jurnal Abdi Panca Marga*, 5(2), 252-264.
- Maharani, D. K., Savitri, D., & Rohmawati, L. (2017). Peningkatan Efisiensi Proses Pewarnaan Melalui Pemberian Agen Fiksasi Ramah Lingkungan Pada Kelompok Batik Tulis Pasuruan. *Jurnal ABDI: Media Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2), 30-33.
- Masyari, M. (2021). *Damar Kambang*. Kepustakaan Populer Gramedia (KPG)
- Meylani, S. M. P., Emiliana, S. L., Permatasari, A., & Utomo, A. W. (2023). Penguatan Pemasaran Produk Batik Tulis “Mbah Jo” Melalui Strategi Product Branding. *Jebiman: Jurnal Ekonomi, Bisnis, Manajemen dan Akuntansi*, 1(1), 25-29.
- Nurdin, M. A. F., & Amelia, M. (2024, October). Proses Produksi Batik Pada Pondok Batik Kreasi Sukabumi. SEMNASTERA (Seminar Nasional Teknologi dan Riset Terapan) (Vol. 6, pp. 75-82).

- Pratiwi, Y. (2013). Peningkatan Kapasitas dan Kualitas Pengeringan, Pewarnaan dan Pengembangan Desain Produk Kerajinan Topeng dan Batik Kayu Untuk Meningkatkan Pasar Ekspor dan Pasar Domestik. *INOTEKS: Jurnal Inovasi Ilmu Pengetahuan, Teknologi, dan Seni*, 2(1).
- Purwadi, P. K., & Kusbandono, W. (2015). Mesin pengering pakaian energi listrik dengan mempergunakan siklus kompresi uap.. https://prosiding.bkstm.org/prosiding/2015/MT_61.pdf
- Putri, M., Wulandari, R. D., & Helyadi, H. (2025). Analisis Strategi Pemasaran Untuk Meningkatkan Penjualan Kain Batik Khas Kota Palembang (Studi Kasus Griya Kain Tuan Kentang). *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(3), 5246-5250.
- Putro, A., & Liauw, F. (2024). Batik Berkelanjutan: Teknologi Ramah Lingkungan di Kawasan Karet Kuningan. *Jurnal Sains, Teknologi, Urban, Perancangan, Arsitektur (Stupa)*, 6(2), 1865-1876.
- Ragil, A. W., Saifudin, A. G., Gunawan, A., & Misidawati, D. N. (2023). Analisis strategi pengelolaan air limbah industri batik yang berkelanjutan di kota pekalongan. *Sahmiyya: Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 1-9.
- Rahmawati, R., Handayani, S. R., & Susilowati, F. (2024). Pelatihan Manajemen Bisnis Ramah Lingkungan pada Batik Wongso di Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Abdimas Galuh*, 6(2), 1107-1114.
- Safitra, R. R., Firmansyah, F., & Haq, E. S. (2021). Pemberdayaan Masyarakat Desa Banjarsari Dengan Inovasi Canting Elektrik Dan Batik Smart Dryer Sebagai Upaya Peningkatan Produksi Pada Umkm Batik Rama. *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)* (Vol. 7, No. 3, pp. 74-84).
- Sari, I. P. (2016). Penerapan Pemasaran Viral Pada Ukm Rumah Batik Tulis Madura. *Sosio e-kons*, 8(2).
- Siregar, A. P., et al. (2020). Upaya pengembangan industri batik di Indonesia. *Dinamika Kerajinan dan Batik*, 37(1), 374833.
- Supaya, S., Mardinawati, M., & Wibowo, B. Y. (2022). Pengelolaan Manajemen Usaha pada Kelompok Pengrajin Batik Sekar Cantrik Temanggung. *Jurnal Hilirisasi Technology kepada Masyarakat (SITECHMAS)*, 3(1), 45-52.
- Syarafina, L. (2019). Rancang Bangun Sistem Kendali Pengering Kain Batik Otomatis Berbasis PLC. Universitas Diponegoro.
- Wardoyo, T., Yulianto, A., Laily, N., Syaifullah, M. I., Ikhwanasyah, D. P., Aziz, H. Y., & Akbar, A. N. (2023, October). Teknologi Ramah Lingkungan Dalam Proses Pembuatan Batik-Tulis Madura Motif Sampang. *Prosiding Conference on Research and Community Services* (Vol. 5, No. 1, pp. 737-748).
- Wibowo, N. M., Widiastuti, Y., Siswadi, S., & Karsam, K. (2021). Deferensiasi Batik Melalui Desain Kontemporer Berbasis Icon Lokal dan Penguatan Manajemen Mutu. *Prosiding Konferensi Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat dan Corporate Social Responsibility (PKM-CSR)*, 4, 948-965.
- Wulandari, R., Quthny, A. Y. A., & ... (2023). Srategibauran Pemasaran Dalam Meningkatkan Penjualan Batik (Study Kasus pada Rumah Batik Koperasi Adikarya Probolinggo Sejahtera). *Jurnal Mirai*, 2(3).
- Zukhruf, M. H., Halim, C. V., Rachmandika, F. C. A., Tjandra, N. A., Adani, N. S., & Nasution, A. M. T. (2024). Sistem Pengering Batik Hybrid Berbasis Solar Dryer dan Drum Pemanas Menggunakan Kontrol Proporsional-Integral sebagai Solusi Peningkatan Produktivitas Batik Griya Amirah. *SEWAGATI: Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat ITS*, 8(6), 2389-2400.