



<b>Accepted:</b> Februari 2021	<b>Revised:</b> Maret 2026	<b>Published:</b> April 2026
-----------------------------------	-------------------------------	---------------------------------

## **Optimalisasi Pengembangan Motif Batik Melalui Difusi Inovasi Pada Komunitas Pengrajin Di Desa Bawangan**

**Baiq Tuhfatul Unsi<sup>1</sup>, Fina Auliya<sup>2</sup>, Lutfi Khanifah<sup>3</sup>, Faradila Amalia<sup>4</sup>**

E-mail: [baiqtuhfatulunsi@iaibafa.ac.id](mailto:baiqtuhfatulunsi@iaibafa.ac.id)<sup>1</sup>, [finaauliya@mhs.iaibafa.ac.id](mailto:finaauliya@mhs.iaibafa.ac.id)<sup>2</sup>, [lutfikhanifah@mhs.iaibafa.ac.id](mailto:lutfikhanifah@mhs.iaibafa.ac.id)<sup>3</sup>, [faradilaamalia@mhs.iaibafa.ac.id](mailto:faradilaamalia@mhs.iaibafa.ac.id)<sup>4</sup>,

Institut Agama Islam Bani Fattah (IAIBAFa) Jombang Indonesia

### ***Abstract***

*This community service project aimed to optimize the development of batik motifs through the diffusion of innovation approach among artisans in Bawangan Village, Jombang Regency, East Java. The main challenges included limited motif variation, the use of synthetic dyes that pollute the environment, and weak access to digital markets. The project was implemented using the Participatory Action Research (PAR) method, emphasizing active artisan participation in problem identification, training, mentoring, and evaluation. The results indicated improved design skills with the creation of eight new motifs inspired by local flora and fauna, a 30% reduction in synthetic dye usage through the adoption of eco-friendly dyes, and enhanced digital promotion capacity that generated external orders. Pre-post evaluation showed a 52% increase in artisans' design comprehension. This project highlights the importance of collaboration among universities, local government, and artisan communities to strengthen cultural identity and enhance the global competitiveness of batik.*

**Keywords:** *Batik; innovation diffusion; eco-friendly dyes.*

### **Abstrak**

Pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk mengoptimalkan pengembangan motif batik melalui pendekatan diffusion of innovation pada komunitas pengrajin di Desa Bawangan, Kabupaten Jombang, Jawa Timur. Permasalahan utama meliputi keterbatasan variasi motif, penggunaan pewarna sintesis yang mencemari lingkungan, dan rendahnya akses terhadap pasar digital. Kegiatan dilaksanakan dengan metode Participatory Action Research (PAR) yang menekankan keterlibatan aktif perajin dalam proses identifikasi masalah, pelatihan, pendampingan, dan evaluasi. Hasil kegiatan menunjukkan

peningkatan keterampilan desain dengan lahirnya delapan motif baru berciri khas flora dan fauna lokal, pengurangan penggunaan pewarna sintetis sebesar 30% melalui adopsi pewarna alami, serta peningkatan kemampuan promosi daring yang menghasilkan pesanan dari luar desa. Evaluasi pra–pasca menunjukkan peningkatan skor pemahaman desain rata-rata 52%. Program ini menegaskan pentingnya kolaborasi antara perguruan tinggi, pemerintah desa, dan komunitas pengrajin untuk memperkuat identitas budaya lokal sekaligus meningkatkan daya saing batik di pasar global.

**Kata kunci:** Batik; Difusi Inovasi; pewarna alami.

## Pendahuluan

Batik merupakan salah satu warisan budaya Indonesia yang memiliki nilai historis, estetis, dan filosofis yang tinggi. Pengakuan internasional terhadap batik semakin diperkuat sejak ditetapkannya oleh UNESCO sebagai Masterpiece of the Oral and Intangible Heritage of Humanity pada tahun 2009. Selain berfungsi sebagai identitas budaya, batik juga memiliki peran strategis dalam mendukung perekonomian masyarakat, khususnya melalui sektor Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) yang tersebar di berbagai daerah. Namun demikian, di tengah dinamika industri kreatif yang semakin kompetitif dan berbasis inovasi, keberlanjutan usaha batik tidak hanya bergantung pada aspek tradisi, tetapi juga pada kemampuan pelaku usaha dalam melakukan adaptasi terhadap perkembangan pasar. Transformasi menuju produk yang inovatif, bernilai tambah, serta responsif terhadap tren global—seperti eco-fashion dan digitalisasi pemasaran—menjadi tuntutan yang tidak dapat diabaikan.

Permasalahan tersebut secara konkret dialami oleh komunitas UMKM pengrajin batik di Desa Bawangan, Kabupaten Jombang. Berdasarkan hasil observasi awal dan diskusi partisipatif dengan mitra, ditemukan beberapa persoalan utama. Pertama, keterbatasan inovasi desain, di mana motif yang dihasilkan cenderung repetitif sehingga kurang mampu bersaing di pasar yang semakin menuntut diferensiasi produk. Kedua, ketergantungan pada penggunaan pewarna sintetis yang berpotensi menimbulkan dampak lingkungan serta belum sejalan dengan tren konsumsi ramah lingkungan. Ketiga, rendahnya pemanfaatan teknologi digital dalam pemasaran, sehingga jangkauan distribusi produk masih terbatas pada pasar lokal. Keempat, minimnya keterlibatan generasi muda dalam kegiatan produksi maupun pengembangan usaha, yang berpotensi menghambat

proses regenerasi perajin. Berbagai permasalahan tersebut berdampak langsung pada rendahnya nilai tambah produk, terbatasnya akses pasar, serta stagnasi perkembangan usaha. Apabila kondisi ini tidak segera ditangani secara sistematis, maka keberlanjutan usaha batik lokal akan semakin terancam di tengah persaingan industri kreatif yang terus berkembang.

Upaya untuk menjawab permasalahan tersebut, program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini dirancang dalam bentuk intervensi berbasis pemberdayaan komunitas dengan pendekatan partisipatif. Program ini tidak hanya berorientasi pada transfer pengetahuan, tetapi juga pada penguatan kapasitas mitra secara berkelanjutan. Adapun solusi yang ditawarkan meliputi beberapa aspek utama. Pertama, pelatihan dan pendampingan pengembangan desain motif batik berbasis kearifan lokal guna meningkatkan kreativitas dan diferensiasi produk. Kedua, pengenalan serta praktik penggunaan pewarna alami sebagai alternatif produksi yang lebih ramah lingkungan sekaligus memiliki nilai jual lebih tinggi. Ketiga, pelatihan pemasaran digital melalui pemanfaatan media sosial dan penyusunan katalog produk sederhana untuk memperluas akses pasar. Keempat, pelibatan generasi muda dalam proses produksi dan promosi sebagai strategi awal dalam mendorong regenerasi perajin.

Pendekatan yang digunakan dalam program ini mengacu pada prinsip pemberdayaan partisipatif yang selaras dengan konsep Participatory Action Research (PAR), di mana mitra dilibatkan secara aktif dalam seluruh tahapan kegiatan, mulai dari identifikasi masalah, pelaksanaan program, hingga refleksi hasil. Pendekatan ini diyakini mampu menghasilkan perubahan yang lebih berkelanjutan karena mendorong tumbuhnya kesadaran kritis, kemandirian, serta peningkatan kapasitas internal komunitas. Melalui rangkaian kegiatan tersebut, program ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas komunitas UMKM pengrajin batik Desa Bawangan dalam aspek desain, produksi, dan pemasaran. Dengan demikian, diharapkan mitra mampu menghasilkan produk batik yang lebih inovatif, ramah lingkungan, serta memiliki daya saing yang lebih tinggi di pasar yang lebih luas.

Kegiatan PkM ini tidak hanya berkontribusi terhadap peningkatan kesejahteraan ekonomi masyarakat, tetapi juga mendukung upaya pelestarian budaya lokal serta penguatan posisi batik sebagai bagian penting dari industri kreatif nasional yang berkelanjutan.

## Metode

Program Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan Participatory Action Research (PAR), yaitu suatu metode yang menekankan keterlibatan aktif mitra dalam keseluruhan proses kegiatan, mulai dari identifikasi masalah, perencanaan tindakan, pelaksanaan intervensi, hingga refleksi hasil secara berkelanjutan. Pendekatan ini dipilih karena relevan dengan tujuan pemberdayaan komunitas, di mana perubahan tidak hanya diukur dari output program, tetapi juga dari proses pembelajaran sosial yang terjadi dalam komunitas. Selain itu, penelitian ini juga mengintegrasikan kerangka Diffusion of Innovation yang dikemukakan oleh Everett M. Rogers untuk menganalisis proses adopsi inovasi oleh mitra, khususnya terkait penerimaan terhadap desain motif baru, penggunaan pewarna alami, serta pemanfaatan pemasaran digital.

Subjek dalam kegiatan ini adalah komunitas UMKM pengrajin batik di Desa Bawangan, Kabupaten Jombang, dengan unit analisis pada anggota inti yang terlibat secara aktif selama program berlangsung. Pemilihan subjek dilakukan secara purposive dengan mempertimbangkan tingkat keterlibatan dan kontribusi dalam kegiatan.

Data dalam kegiatan ini dikumpulkan melalui kombinasi metode kualitatif dan kuantitatif guna memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai proses dan dampak program. Adapun teknik yang digunakan meliputi:

1. Observasi partisipatif

Dilakukan selama seluruh tahapan program untuk mengamati perubahan dalam proses produksi, pola kerja, serta tingkat partisipasi mitra.

2. Wawancara semi-terstruktur

Dilaksanakan sebelum dan setelah intervensi guna menggali informasi terkait permasalahan awal, persepsi terhadap inovasi, serta dampak sosial dan ekonomi yang dirasakan oleh perajin.

3. Kuesioner pra-pasca (pretest-posttest)

Digunakan untuk mengukur peningkatan kapasitas desain dengan skala penilaian 0–100 yang mencakup aspek pemahaman konsep desain, proporsi, dan estetika motif.

4. Dokumentasi dan pencatatan produksi

Meliputi data jumlah produksi batik, jenis pewarna yang digunakan (sintetis maupun alami), serta catatan penjualan (sales log) selama program berlangsung.

Dampak program diukur menggunakan indikator terstruktur yang mencakup aspek teknis, ekonomi, dan sosial. Indikator tersebut meliputi:

- a. Peningkatan skor pemahaman desain (hasil pretest–posttest)
- b. Jumlah dan variasi motif baru yang dihasilkan
- c. Proporsi penggunaan pewarna alami dalam produksi
- d. Peningkatan jumlah pesanan dan perluasan jangkauan pasar
- e. Perubahan pendapatan mitra
- f. Tingkat partisipasi dan kepercayaan diri komunitas

Pendekatan ini sejalan dengan evaluasi program berbasis pemberdayaan yang tidak hanya menilai hasil akhir, tetapi juga perubahan kapasitas dan perilaku mitra. Teknik analisis data dilakukan secara terpadu melalui pendekatan kuantitatif dan kualitatif.

#### 1. Analisis kuantitatif

Digunakan untuk mengukur efektivitas intervensi melalui perhitungan gain absolut dan perhitungan normalized gain (N-Gain) untuk mengetahui tingkat peningkatan kapasitas peserta.

#### 2. Analisis kualitatif

Dilakukan melalui tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan/verifikasi. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi perubahan pola pikir, praktik produksi, serta dinamika partisipasi komunitas. Analisis Adopsi Inovasi dalam kerangka difusi inovasi, analisis difokuskan pada lima atribut utama inovasi, yaitu:

- a. keunggulan relatif (relative advantage)
- b. kesesuaian (compatibility)
- c. kompleksitas (complexity)
- d. kemudahan diuji coba (trialability)
- e. keterlihatan hasil (observability)

Kelima aspek ini digunakan untuk menilai sejauh mana inovasi yang diperkenalkan dalam program dapat diterima dan diadopsi oleh komunitas perajin.

Uji keabsahan data untuk menjamin validitas dan reliabilitas data, digunakan teknik: Triangulasi metode dan sumber, dengan membandingkan data hasil observasi, wawancara, kuesioner, dan dokumentasi dan Member checking, yaitu konfirmasi hasil temuan kepada mitra untuk memastikan kesesuaian dengan kondisi lapangan. Pendekatan ini penting dalam penelitian berbasis PAR untuk menjaga akurasi interpretasi terhadap realitas sosial yang diteliti. Perlu ditegaskan bahwa data kuantitatif dalam kegiatan ini bersifat deskriptif-eksploratif, sehingga tidak ditujukan untuk generalisasi statistik. Data digunakan sebagai penguat dalam memahami proses perubahan yang terjadi dalam konteks pemberdayaan komunitas berbasis PAR.

Dengan pendekatan metodologis ini, program tidak hanya menghasilkan luaran berupa peningkatan keterampilan, tetapi juga memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai proses transformasi sosial, ekonomi, dan kultural dalam komunitas UMKM pengrajin batik.

#### 1. Tahapan Kegiatan

Metode kegiatan dirinci dalam beberapa tahap berikut:

##### a. Pemetaan Kebutuhan (Needs Assessment)

- 1) Observasi langsung ke rumah produksi batik.
- 2) Wawancara dengan pengrajin mengenai tantangan motif, pewarna, dan pemasaran.
- 3) Analisis kondisi pasar lokal melalui diskusi dengan tokoh desa dan konsumen.
- 4) Hasil pemetaan ini digunakan untuk merancang modul pelatihan yang relevan.



Gambar 1.

Kunjungan ke rumah produksi batik

##### b. Pelatihan

Desain Motif Baru

- 1) Materi: teknik menggali inspirasi dari flora, fauna, cerita rakyat, dan simbol budaya lokal.

- 2) Metode: brainstorming, focus group discussion, dan praktik menggambar motif di kertas sebelum diaplikasikan pada kain.
- 3) Output: sketsa awal motif yang dikembangkan menjadi desain batik khas Bawangan.



Gambar 2. Desain Motif Baru

c. Pelatihan Pewarnaan Ramah Lingkungan

- 1) Perkenalan konsep eco-friendly dyes berbasis bahan alam seperti daun

jati, kulit manggis, dan indigo.

- 2) Praktik langsung pencampuran warna alami dengan panduan ahli.
- 3) Perbandingan hasil warna alami vs sintetis dari segi kualitas, ketahanan, dan estetika.



Gambar 3. Pendampingan Pewarna Ramah Lingkungan

d. Pelatihan Promosi Digital

- 1) Pengenalan media sosial (WhatsApp Business, Instagram, Facebook Marketplace) sebagai sarana pemasaran murah.
- 2) Praktik membuat katalog digital sederhana menggunakan kamera ponsel.
- 3) Simulasi transaksi daring dengan konsumen lokal.

- e. Pendampingan dan Monitoring
  - 1) Pendampingan dilakukan setiap minggu melalui kunjungan lapangan. Tim memantau perkembangan desain, uji coba pewarna, dan posting promosi digital.
  - 2) Diskusi reflektif dilakukan untuk menilai keberhasilan dan kendala setiap langkah.

### ***Hasil Penelitian***

Pelaksanaan program Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) pada komunitas UMKM pengrajin batik di Desa Bawangan menunjukkan adanya perkembangan yang bermakna, baik pada aspek keterampilan teknis maupun dinamika sosial komunitas. Salah satu indikator konkret dari peningkatan kapasitas tersebut adalah kemampuan mitra dalam menghasilkan delapan motif batik baru, yaitu Bawangan Bamboo, Talok Blossom, Sungai Arus Lembut, Padi Menari, Jati Emas, Selo Wulung, Burung Jalak Putih, dan Kembang Melati Bawangan. Motif-motif tersebut lahir dari proses eksplorasi berbasis potensi lokal yang mengintegrasikan unsur flora, fauna, serta narasi kultural setempat. Dengan demikian, produk yang dihasilkan tidak hanya memiliki nilai estetika, tetapi juga memperkuat identitas lokal sebagai bagian dari strategi diferensiasi produk dalam industri kreatif.

Evaluasi peningkatan keterampilan desain dilakukan melalui pendekatan pra-pasca menggunakan instrumen kuesioner dan penilaian fasilitator. Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan rata-rata skor pemahaman desain dari 54 pada tahap awal menjadi 82 setelah intervensi, dengan persentase peningkatan sebesar 52%. Namun demikian, penting untuk ditegaskan bahwa jumlah partisipan inti dalam program ini terbatas, yaitu empat orang perajin. Oleh karena itu, temuan kuantitatif ini tidak dimaksudkan untuk menghasilkan generalisasi statistik, melainkan sebagai temuan kontekstual (*context-bound findings*) yang merepresentasikan proses peningkatan kapasitas dalam setting komunitas tertentu. Dalam konteks penelitian berbasis pemberdayaan, ukuran keberhasilan tidak semata ditentukan oleh jumlah sampel, tetapi oleh kedalaman proses transformasi yang terjadi.

Dalam kerangka Participatory Action Research (PAR), capaian program tidak hanya diukur dari output yang bersifat kuantitatif, tetapi juga dari proses refleksi kritis dan perubahan sosial yang dialami oleh komunitas. Berdasarkan

hasil refleksi partisipatif antara fasilitator dan mitra, ditemukan beberapa bentuk transformasi yang signifikan:

1. Peningkatan Kesadaran Kolektif (Collective Awareness)

Komunitas mulai menyadari pentingnya pemanfaatan potensi lokal sebagai sumber inspirasi desain. Sebelumnya, produksi batik cenderung mengandalkan motif umum yang beredar di pasaran. Melalui proses refleksi bersama, perajin mengembangkan pemahaman baru bahwa identitas lokal dapat menjadi nilai tambah dalam meningkatkan daya saing produk.

2. Perubahan Pola Pikir Kreatif (Creative Mindset Shift)

Terjadi pergeseran paradigma dari praktik produksi berbasis imitasi menuju pendekatan yang lebih eksploratif dan inovatif. Perajin tidak lagi hanya mereplikasi motif yang sudah ada, tetapi mulai berani mengembangkan ide orisinal yang kontekstual dengan lingkungan sosial-budaya mereka.

3. Penguatan Partisipasi dan Kolaborasi Internal

Pendekatan PAR mendorong terbentuknya ruang dialog yang lebih terbuka antar anggota komunitas. Diskusi, pertukaran ide, serta evaluasi bersama menjadi bagian dari praktik rutin yang sebelumnya belum terstruktur. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan kapasitas sosial dalam bentuk kolaborasi dan kerja kolektif.

4. Transformasi Praktik Produksi

Perubahan juga terlihat pada aspek teknis produksi, di mana perajin mulai menerapkan prinsip-prinsip desain seperti komposisi, proporsi, dan estetika secara lebih sadar dan sistematis. Proses produksi tidak lagi bersifat spontan, tetapi didasarkan pada pertimbangan desain yang lebih terencana.

5. Peningkatan Kepercayaan Diri dan Agensi Komunitas

Selain aspek teknis, perubahan signifikan juga terlihat pada meningkatnya kepercayaan diri perajin dalam menampilkan dan memasarkan produknya. Komunitas mulai menunjukkan keberanian untuk memperkenalkan motif baru sebagai identitas khas mereka, yang sebelumnya cenderung dihindari karena kekhawatiran tidak diterima pasar.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa keberhasilan program tidak dapat direduksi hanya pada peningkatan skor atau jumlah produk yang dihasilkan. Dalam perspektif pemberdayaan, perubahan yang lebih mendasar justru terletak pada aspek outcome, yaitu transformasi cara berpikir, pola interaksi sosial, serta praktik produksi komunitas.

Temuan ini sejalan dengan prinsip dasar PAR yang menekankan bahwa proses refleksi kolektif merupakan kunci dalam menghasilkan perubahan yang berkelanjutan. Dengan kata lain, peningkatan kapasitas teknis yang terjadi merupakan hasil dari proses pembelajaran sosial yang berlangsung secara partisipatif. Lebih lanjut, jika dikaitkan dengan teori difusi inovasi dari Everett M. Rogers, adopsi inovasi dalam komunitas ini dapat dikategorikan sebagai tahap awal yang didorong oleh persepsi terhadap keunggulan relatif dan kesesuaian inovasi dengan konteks lokal. Hal ini terlihat dari meningkatnya penerimaan terhadap motif baru yang berbasis kearifan lokal.

Meskipun menunjukkan hasil yang positif, program ini memiliki keterbatasan pada jumlah partisipan yang relatif kecil, sehingga tidak memungkinkan untuk dilakukan generalisasi secara luas. Namun demikian, dalam pendekatan PAR, keterbatasan tersebut justru menjadi kekuatan karena memungkinkan eksplorasi yang lebih mendalam terhadap proses perubahan dalam konteks spesifik komunitas. Implikasi dari temuan ini adalah bahwa model pemberdayaan berbasis partisipatif memiliki potensi untuk direplikasi pada komunitas serupa, dengan penyesuaian terhadap karakteristik lokal masing-masing.

Dengan demikian, hasil program ini menunjukkan bahwa intervensi berbasis PAR tidak hanya menghasilkan luaran berupa peningkatan keterampilan desain, tetapi juga mendorong transformasi sosial yang mencakup perubahan pola pikir, praktik produksi, serta dinamika partisipasi komunitas. Keberhasilan program lebih tepat dipahami sebagai proses pemberdayaan yang holistik, bukan sekadar capaian output semata.

### **Peningkatan Kreativitas Desain Motif**

Evaluasi keterampilan desain pada komunitas UMKM pengrajin batik dilakukan melalui pendekatan pra–pasca (pretest–posttest) dengan menggunakan instrumen kuesioner terstruktur serta penilaian fasilitator. Hasil pengukuran menunjukkan adanya peningkatan skor rata-rata dari 54 pada tahap awal menjadi

82 setelah pelaksanaan program pada skala 0–100. Secara deskriptif, selisih sebesar 28 poin ini mengindikasikan adanya peningkatan kapasitas pemahaman desain pada peserta.

Namun demikian, penggunaan persentase peningkatan dengan rumus sederhana yang menghasilkan nilai sekitar 51,8% dinilai kurang tepat dalam konteks evaluasi pendidikan. Pendekatan tersebut memiliki keterbatasan karena tidak mempertimbangkan batas maksimum skor serta berpotensi menghasilkan interpretasi yang bias, terutama ketika nilai awal relatif rendah. Oleh karena itu, dalam kajian ini, peningkatan tidak ditafsirkan sebagai persentase pertumbuhan, melainkan dianalisis menggunakan indikator yang lebih robust, yaitu gain absolut dan gain ternormalisasi (N-Gain).

Pendekatan normalized gain diperkenalkan oleh Richard R. Hake sebagai metode yang lebih representatif dalam mengukur efektivitas pembelajaran, karena memperhitungkan jarak antara skor awal dengan skor maksimum. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai rata-rata N-Gain sebesar 0,61 yang berada pada kategori sedang hingga tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa intervensi program memiliki efektivitas yang cukup baik dalam meningkatkan pemahaman desain peserta.

### Analisis Data Kuantitatif (Penguatan Statistik Deskriptif)

**Tabel 1. Hasil Pretest-Posttest dan Gain Skor**

NO	Subjek	Pretest	Posttrst	Gain Absolut (Δ)	N-Gain	Kategori
1	P1	56	84	28	0,64	Sedang-Tinggi
2	P2	52	78	26	0,54	Sedang
3	P3	55	81	26	0,58	Sedang
4	P4	53	85	32	0,68	Sedang-Tinggi
<b>Rata-rata</b>		<b>54</b>	<b>82</b>	<b>28</b>	<b>0,61</b>	<b>Sedang-Tinggi</b>

**Keterangan:**Gain Absolut ( $\Delta$ ) = Posttest – Pretest

N-Gain = (Post – Pre) / (100 – Pre)

Kategori:

&lt; 0,3 = Rendah

0,3 – 0,7 = Sedang

0,7 = Tinggi

**Tabel 2. Statistik Deskriptif dan Effect Size**

Indikator	Nilai
Rata-rata pretest	54
Rata-rata Posttest	82
Gain Absolut	28
Rata-rata N-Gain	0,61
Kategori Efektivitas	Sedang-Tinggi
Standar Deviasi Pretest	1,83
Standar Deviasi Posttest	3,11
Effect Size (Cohen's d)	10,89
Interprestasi	Sangat Besar*

Perhitungan effect size menggunakan pendekatan Cohen's d menunjukkan nilai yang sangat tinggi. Namun demikian, perlu diberikan catatan metodologis bahwa nilai tersebut dipengaruhi oleh ukuran sampel yang sangat kecil ( $n=4$ ) serta variasi data yang relatif rendah, sehingga berpotensi menghasilkan estimasi yang terdistorsi (overestimation effect). Menurut Jacob Cohen, interpretasi effect size harus mempertimbangkan konteks penelitian, khususnya ukuran sampel dan homogenitas data. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, nilai effect size tidak digunakan sebagai dasar utama dalam menarik kesimpulan, melainkan sebagai indikator tambahan yang perlu dibaca secara hati-hati.

Sejalan dengan pendekatan Participatory Action Research (PAR), data kuantitatif dalam penelitian ini diposisikan sebagai data pendukung (supporting evidence) yang melengkapi analisis kualitatif. Fokus utama evaluasi terletak pada proses perubahan yang terjadi dalam komunitas, bukan pada generalisasi

statistik. Dengan jumlah partisipan inti yang terbatas, hasil analisis ini bersifat deskriptif-eksploratif dan kontekstual. Hal ini sesuai dengan karakteristik PAR yang lebih menekankan pada kedalaman pemahaman terhadap proses transformasi sosial dibandingkan dengan luasnya cakupan sampel.

Evaluasi peningkatan keterampilan desain tidak hanya didasarkan pada indikator numerik seperti gain skor atau N-Gain, tetapi juga dikaitkan dengan proses refleksi kritis yang menunjukkan adanya: perubahan pola pikir kreatif, peningkatan kesadaran kolektif, transformasi praktik produksi. Pendekatan ini memperkuat bahwa keberhasilan program tidak semata-mata terletak pada capaian angka, tetapi pada perubahan kapasitas dan dinamika sosial komunitas secara menyeluruh.

### **Penerapan Pewarna Ramah Lingkungan**

Sebelum pelaksanaan program, praktik produksi batik pada komunitas UMKM pengrajin di Desa Bawangan didominasi oleh penggunaan pewarna sintetis. Pemilihan tersebut didasarkan pada pertimbangan efisiensi, kemudahan akses bahan, serta konsistensi hasil warna. Namun, kondisi ini belum sejalan dengan tren industri tekstil yang mulai mengarah pada penggunaan bahan ramah lingkungan (*eco-friendly production*), sehingga berpotensi membatasi daya saing produk di pasar yang lebih luas.

Melalui kegiatan pelatihan dan pendampingan, mulai terjadi perubahan awal dalam praktik produksi. Dua orang perajin secara aktif mengadopsi penggunaan pewarna alami yang bersumber dari bahan lokal seperti daun jati, kulit manggis, dan tanaman indigofera. Hasil eksplorasi menunjukkan bahwa bahan-bahan tersebut mampu menghasilkan variasi warna alami seperti cokelat, hijau, dan biru dengan tingkat ketahanan warna yang cukup baik, meskipun masih memerlukan standarisasi proses untuk menjaga konsistensi hasil. Menghindari ambiguitas dalam interpretasi data, tingkat adopsi pewarna alami dalam penelitian ini diukur menggunakan indikator berbasis unit produksi, yaitu: Proporsi jumlah kain batik yang diproduksi menggunakan pewarna alami dibandingkan dengan total produksi kain selama periode program.

Berdasarkan pencatatan produksi komunitas (*production log*), diperoleh data sebagai berikut: Total produksi kain batik selama program: 40 lembar dan jumlah kain yang menggunakan pewarna alami: 12 lembar. Sehingga, proporsi

penggunaan pewarna alami dihitung sebagai: Dengan demikian, angka 30% secara tegas merepresentasikan: persentase jumlah unit kain batik, bukan volume bahan pewarna dan bukan jumlah perajin. Pemilihan indikator ini didasarkan pada pertimbangan bahwa unit produksi merupakan ukuran yang paling representatif dalam menggambarkan perubahan praktik produksi secara nyata pada tingkat komunitas.

Interpretasi Adopsi proporsi 30% belum menunjukkan dominasi penggunaan pewarna alami, temuan ini mengindikasikan adanya fase awal adopsi inovasi dalam komunitas. Dalam kerangka teori difusi inovasi yang dikemukakan oleh Everett M. Rogers, kondisi ini dapat dikategorikan sebagai tahap *early adoption*, di mana sebagian anggota komunitas mulai mencoba dan menginternalisasi inovasi sebelum diadopsi secara luas. Fase ini umumnya ditandai oleh: keterlibatan individu yang lebih terbuka terhadap perubahan, adanya proses uji coba (*trialability*), dan munculnya evaluasi awal terhadap manfaat inovasi. Dalam konteks ini, dua perajin yang mengadopsi pewarna alami berperan sebagai *early adopters* yang berpotensi memengaruhi anggota komunitas lainnya.

Selain perubahan pada aspek produksi, penggunaan pewarna alami juga memberikan implikasi terhadap persepsi konsumen. Berdasarkan wawancara dengan beberapa konsumen, produk batik yang menggunakan pewarna alami dinilai memiliki nilai tambah karena dianggap lebih aman, sehat, dan ramah lingkungan. Temuan ini sejalan dengan penelitian terkini yang menunjukkan adanya peningkatan preferensi konsumen terhadap produk tekstil berkelanjutan berbasis bahan alami, seiring dengan meningkatnya kesadaran global terhadap isu lingkungan.

Dalam perspektif *Participatory Action Research (PAR)*, perubahan yang terjadi tidak hanya dipahami sebagai peningkatan output produksi, tetapi juga sebagai bagian dari proses transformasi sosial dalam komunitas. Adopsi pewarna alami dalam program ini mencerminkan: pergeseran praktik produksi, dari berbasis efisiensi menuju keberlanjutan, peningkatan kesadaran ekologis, terutama terkait dampak lingkungan dari penggunaan bahan kimia, munculnya inisiatif eksploratif, di mana perajin mulai bereksperimen dengan bahan lokal.

Namun demikian, perubahan ini masih berada pada tahap awal dan memerlukan pendampingan lanjutan, khususnya dalam hal standarisasi warna, efisiensi produksi, serta strategi pemasaran produk berbasis *eco-friendly*.

Perlu dicatat bahwa ukuran sampel dan skala produksi dalam program ini masih terbatas, sehingga temuan yang diperoleh bersifat kontekstual dan tidak ditujukan untuk generalisasi. Meskipun demikian, dalam pendekatan PAR, temuan semacam ini memiliki nilai penting sebagai dasar refleksi dan pengembangan program lanjutan yang lebih adaptif terhadap kebutuhan komunitas.

### Penguatan Pemasaran Digital

Salah satu intervensi strategis dalam program ini adalah penguatan kapasitas pemasaran digital pada komunitas UMKM pengrajin batik. Sebelum pelaksanaan program, praktik pemasaran masih bersifat konvensional dan terbatas pada jaringan lokal, seperti penjualan langsung kepada tetangga, pasar tradisional, serta partisipasi dalam pameran berskala kecil. Pola ini menyebabkan jangkauan pasar relatif sempit dan kurang mampu menjangkau konsumen di luar wilayah desa. Setelah pelaksanaan pelatihan dan pendampingan, mulai terjadi perubahan dalam strategi pemasaran. Dua orang perajin secara aktif mengadopsi pemasaran digital dengan memanfaatkan perangkat sederhana, seperti kamera ponsel untuk membuat katalog produk, serta penggunaan aplikasi WhatsApp Business, Instagram, dan Facebook sebagai media promosi. Katalog digital yang disusun berisi foto produk, deskripsi motif, serta informasi harga, yang kemudian dibagikan melalui jaringan daring.

Untuk mengukur dampak perubahan pemasaran, digunakan dua indikator utama yang bersifat terukur, yaitu: jumlah pesanan per bulan (monthly order volume) dan jangkauan konsumen (market reach). Data diperoleh melalui: pencatatan penjualan sederhana (sales log) selama periode program dan wawancara terstruktur dengan perajin Perbandingan kondisi sebelum dan sesudah program disajikan sebagai berikut:

**Tabel 3. Perbandingan Akses Pasar Sebelum dan Sesudah Program**

Aspek	Sebelum Program	Sesudah Program
Media promosi	Offline (tetangga, pasar)	Online (Whatsaap Business, Instagram, Facebook)

Jumlah pesanan per bulan	2-3 pesanan	5-6 pesanan
Jangkauan Konsumen	Lokal	Lokal+luar desa

Keterangan :

Data pra-program diperoleh melalui wawancara retrospektif (self-report)

Data pasca-program diperoleh dari sales log selama 1 bulan + verifikasi wawancara.

Berdasarkan data tersebut, terjadi peningkatan jumlah pesanan hampir dua kali lipat pada perajin yang mengadopsi pemasaran digital, yaitu dari rata-rata 2–3 pesanan menjadi 5–6 pesanan per bulan. Selain itu, mulai terdapat konsumen baru yang berasal dari luar desa, yang sebelumnya tidak terjangkau melalui metode pemasaran konvensional. Temuan ini menunjukkan adanya ekspansi jangkauan pasar sebagai dampak langsung dari pemanfaatan media digital. Namun demikian, perlu ditegaskan bahwa durasi pengamatan yang relatif singkat ( $\pm 1$  bulan) serta jumlah partisipan yang terbatas menjadikan data ini bersifat eksploratif dan tidak ditujukan untuk generalisasi statistik.

Kerangka teori difusi inovasi dari Everett M. Rogers, adopsi pemasaran digital oleh dua perajin dapat dikategorikan sebagai tahap awal (early adoption). Pada tahap ini, individu yang lebih terbuka terhadap inovasi mulai mencoba teknologi baru dan berpotensi menjadi agen perubahan dalam komunitas. Faktor yang mendorong adopsi dalam konteks ini meliputi: Kemudahan penggunaan platform digital (low complexity), manfaat langsung dalam meningkatkan penjualan (relative advantage), dan kemampuan untuk diuji coba secara bertahap (trialability).

Dalam perspektif Participatory Action Research (PAR), perubahan yang terjadi tidak hanya dilihat dari peningkatan jumlah pesanan, tetapi juga dari transformasi praktik dan kapasitas komunitas. Beberapa perubahan yang teridentifikasi meliputi: Peningkatan literasi digital: perajin mulai memahami penggunaan platform digital sebagai sarana promosi, Perubahan strategi pemasaran: dari pasif (menunggu pembeli) menjadi aktif (menjangkau konsumen), Meningkatnya kepercayaan diri dalam menawarkan produk ke pasar yang lebih luas, Terbentuknya praktik baru dalam dokumentasi produk (foto, katalog, deskripsi).

Transformasi ini menunjukkan bahwa digitalisasi tidak hanya berdampak pada aspek ekonomi, tetapi juga pada perubahan pola pikir dan perilaku usaha dalam komunitas. Meskipun menunjukkan tren positif, implementasi pemasaran digital dalam program ini masih berada pada tahap awal dan menghadapi beberapa keterbatasan, antara lain: Keterbatasan keterampilan teknis lanjutan (misalnya desain konten dan manajemen akun), konsistensi dalam pembaruan konten, dan keterbatasan waktu pengamatan dampak.

Namun demikian, temuan ini memberikan indikasi bahwa digitalisasi memiliki potensi signifikan dalam meningkatkan akses pasar UMKM, khususnya pada sektor industri kreatif berbasis budaya. Hal ini sejalan dengan temuan Chen et al serta laporan terbaru dari Kementerian Koperasi dan UKM yang menyatakan bahwa adopsi teknologi digital dapat memperluas jangkauan pasar dan meningkatkan daya saing UMKM secara berkelanjutan.

### **Partisipasi Generasi Muda dan Dampak Sosial**

Selain capaian pada aspek teknis produksi dan pemasaran, program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini juga menunjukkan dampak sosial yang signifikan, khususnya dalam mendorong keterlibatan generasi muda dalam aktivitas industri batik berbasis komunitas. Berdasarkan hasil observasi partisipatif selama program berlangsung, ditemukan adanya peningkatan keterlibatan anak-anak dari keluarga perajin dalam berbagai tahapan produksi, seperti proses desain motif, pewarnaan, hingga kegiatan promosi digital secara sederhana. Keterlibatan ini bersifat informal dan tidak terstruktur, namun menunjukkan indikasi awal munculnya minat generasi muda terhadap keberlanjutan usaha batik sebagai warisan budaya sekaligus sumber ekonomi keluarga.

Dalam konteks keberlanjutan industri kreatif berbasis budaya, partisipasi generasi muda memiliki peran strategis sebagai agen regenerasi. Minimnya keterlibatan generasi muda seringkali menjadi tantangan utama dalam keberlangsungan UMKM tradisional. Oleh karena itu, temuan ini dapat dipandang sebagai indikator awal keberhasilan program dalam membangun social sustainability, yaitu keberlanjutan yang didukung oleh transfer pengetahuan antar generasi.

Dampak dari sisi ekonomi, komunitas perajin melaporkan adanya peningkatan pendapatan dalam kisaran 10–15% selama periode program berlangsung. Data ini diperoleh melalui wawancara terstruktur dengan pendekatan self-reported income, serta didukung oleh catatan penjualan sederhana (sales log) pada sebagian anggota komunitas. Namun demikian, perlu ditegaskan bahwa: data pendapatan tidak diukur באמצעות sistem akuntansi formal, sebagian masih berbasis estimasi perajin, dan terdapat potensi bias subjektivitas dalam pelaporan.

Dengan demikian, angka peningkatan pendapatan tersebut harus dipahami sebagai indikator estimatif dan kontekstual, bukan sebagai hasil pengukuran finansial yang terstandar. Pendekatan ini tetap relevan dalam studi berbasis pemberdayaan, di mana keterbatasan sistem pencatatan keuangan sering menjadi karakteristik umum pada UMKM skala mikro (Kementerian Koperasi dan UKM, 2023). Meskipun bersifat terbatas, temuan ini memberikan indikasi bahwa inovasi yang diperkenalkan—baik pada aspek desain, penggunaan pewarna alami, maupun pemasaran digital—berkontribusi terhadap peningkatan nilai ekonomi produk.

Di luar aspek ekonomi, salah satu dampak paling signifikan dari program ini adalah meningkatnya kepercayaan diri (self-efficacy) perajin. Berdasarkan hasil refleksi partisipatif, perajin menyatakan adanya perubahan dalam cara mereka memandang produk yang dihasilkan. Produk batik dengan motif baru dan pendekatan ramah lingkungan mendapatkan apresiasi lebih tinggi dari konsumen, yang pada akhirnya meningkatkan rasa percaya diri dan kebanggaan terhadap karya mereka.

Dalam perspektif pemberdayaan, peningkatan kepercayaan diri merupakan indikator penting dari transformasi sosial-psikologis, karena berkaitan dengan kemampuan individu untuk mengambil inisiatif, berinovasi, dan beradaptasi terhadap perubahan. Selain itu, interaksi yang lebih intens antara perajin, fasilitator, dan konsumen juga mendorong terbentuknya social learning, yaitu proses pembelajaran kolektif yang terjadi melalui pengalaman bersama. Hal ini memperkuat kapasitas komunitas tidak hanya dalam aspek teknis, tetapi juga dalam membangun jaringan sosial dan kepercayaan (social capital).

Dalam kerangka Participatory Action Research (PAR), dampak program ini dapat dipahami sebagai proses transformasi yang bersifat multi-dimensi, meliputi: Dimensi kultural: meningkatnya kesadaran terhadap nilai budaya batik,

sebagai identitas lokal, Dimensi sosial: tumbuhnya partisipasi generasi muda dan penguatan interaksi komunitas, Dimensi psikologis: meningkatnya kepercayaan diri dan rasa memiliki terhadap produk, Dimensi ekonomi: adanya indikasi peningkatan pendapatan dan nilai jual produk.

Pendekatan ini menegaskan bahwa keberhasilan program tidak hanya diukur melalui output yang bersifat kuantitatif, tetapi juga melalui perubahan kualitas kehidupan sosial komunitas secara keseluruhan.

Temuan ini memiliki implikasi penting bahwa program pemberdayaan berbasis partisipatif mampu mendorong perubahan yang lebih luas dibandingkan intervensi teknis semata. Namun demikian, untuk memastikan keberlanjutan dampak, diperlukan: pendampingan lanjutan bagi generasi muda, penguatan kapasitas manajemen usaha, dan peningkatan literasi keuangan dan digital.

Dengan langkah tersebut, diharapkan transformasi yang telah dimulai dapat berkembang menjadi praktik yang berkelanjutan dalam komunitas.

Ringkasan Temuan Utama

### **Implikasi Program**

Berdasarkan hasil pelaksanaan program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM), terdapat sejumlah implikasi penting yang mencerminkan kontribusi program pada berbagai dimensi, meliputi aspek teoretis, praktis, kebijakan, ekonomi, sosial, dan lingkungan.

#### **1. Implikasi Teoretis**

Temuan dalam program ini memperkuat relevansi pendekatan Participatory Action Research (PAR) sebagai kerangka metodologis dalam pemberdayaan komunitas UMKM. Hasil menunjukkan bahwa intervensi berbasis partisipatif tidak hanya menghasilkan luaran (output) berupa produk atau peningkatan keterampilan, tetapi juga mendorong terjadinya:

- a. Peningkatan kapasitas individu dan kolektif (capacity building)
- b. Perubahan pola pikir menuju orientasi inovasi (mindset shift)
- c. Terbentuknya proses pembelajaran sosial berbasis partisipasi

Dengan demikian, keberhasilan program tidak semata diukur melalui indikator kuantitatif, tetapi juga melalui perubahan sosial dan refleksi kolektif yang terjadi dalam komunitas. Hal ini sejalan dengan prinsip PAR yang menekankan pentingnya proses transformasi sebagai bagian dari hasil.

## 2. Implikasi Praktis (Bagi UMKM Pengrajin Batik)

Secara praktis, program ini memberikan dampak langsung terhadap peningkatan kapasitas usaha perajin batik, antara lain:

- a. Diversifikasi produk melalui penciptaan motif baru berbasis kearifan lokal
- b. Adopsi pewarna alami sebagai strategi diferensiasi produk ramah lingkungan
- c. Pemanfaatan pemasaran digital melalui platform seperti WhatsApp Business, Instagram, dan Facebook

Implikasi dari temuan ini menunjukkan bahwa UMKM memiliki peluang untuk bertransformasi dari pola usaha tradisional menuju model bisnis kreatif yang berbasis inovasi, nilai tambah, dan digitalisasi pemasaran.

## 3. Implikasi Kebijakan (Pemerintah Desa dan Daerah)

Hasil program ini juga memiliki implikasi strategis bagi pengambilan kebijakan di tingkat lokal. Diperlukan dukungan yang lebih sistematis dari pemerintah desa maupun daerah dalam bentuk:

- a. Penyediaan akses permodalan berbasis UMKM
- b. Program pelatihan berkelanjutan (desain, digitalisasi, dan manajemen usaha)
- c. Fasilitasi sertifikasi produk, seperti eco-batik dan Hak Kekayaan Intelektual (HKI)

Dengan demikian, program PkM ini berpotensi dijadikan sebagai model intervensi pemberdayaan ekonomi kreatif berbasis desa yang dapat direplikasi pada komunitas serupa dengan penyesuaian konteks lokal.

## 4. Implikasi Ekonomi

Dari aspek ekonomi, terdapat indikasi peningkatan pendapatan komunitas dalam kisaran 10–15%, meskipun masih bersifat estimatif. Temuan ini menunjukkan adanya potensi pertumbuhan ekonomi lokal yang didorong oleh:

- a. Inovasi produk (motif baru)
- b. Diferensiasi berbasis keberlanjutan (pewarna alami)
- c. Perluasan pasar melalui digitalisasi

Implikasinya, program ini berkontribusi pada penguatan ekonomi berbasis komunitas (community-based economy), di mana peningkatan nilai tambah produk menjadi kunci dalam meningkatkan daya saing UMKM.

## 5. Implikasi Sosial

Pada dimensi sosial, program ini menunjukkan adanya perubahan yang cukup signifikan, antara lain:

- a. Meningkatnya keterlibatan generasi muda dalam proses produksi dan promosi
- b. Tumbuhnya kepercayaan diri perajin dalam mengembangkan dan memasarkan produk

Keterlibatan generasi muda menjadi indikator awal terbentuknya regenerasi pelaku usaha, yang sangat penting dalam menjaga keberlanjutan industri batik sebagai warisan budaya. Sementara itu, peningkatan kepercayaan diri mencerminkan keberhasilan pemberdayaan pada aspek non-ekonomi, khususnya dalam membangun agency dan kemandirian komunitas.

#### 6. Implikasi Lingkungan

Adopsi pewarna alami dalam proses produksi menunjukkan langkah awal menuju praktik usaha yang lebih ramah lingkungan. Meskipun masih dalam tahap awal, perubahan ini membuka peluang bagi UMKM untuk memasuki pasar produk berkelanjutan (*sustainable products*), yang saat ini mengalami pertumbuhan signifikan di tingkat global.

Implikasinya, integrasi aspek lingkungan dalam proses produksi tidak hanya berdampak pada keberlanjutan ekologis, tetapi juga meningkatkan nilai jual dan citra produk di pasar.

#### 7. Sintesis Implikasi

Secara keseluruhan, program PkM ini menunjukkan bahwa intervensi berbasis pendampingan partisipatif mampu mendorong transformasi komunitas secara holistik, yang meliputi:

- a. Peningkatan kapasitas dan kemandirian komunitas
- b. Inovasi produk berbasis potensi lokal
- c. Adopsi teknologi digital dalam pemasaran
- d. Peningkatan kesadaran terhadap keberlanjutan lingkungan

Dengan demikian, program ini tidak hanya menghasilkan perubahan jangka pendek, tetapi juga memiliki potensi sebagai model pemberdayaan UMKM batik yang berkelanjutan dan terintegrasi, mencakup dimensi ekonomi, sosial, dan lingkungan.

## Penutup

Program PKM berhasil meningkatkan kapasitas pengrajin Desa Bawangan melalui penciptaan 8 motif baru, adopsi pewarna alami, promosi digital, dan peningkatan pendapatan 10–15%.

Rekomendasi:

1. Pemerintah desa mendukung modal & digitalisasi.
2. Perguruan tinggi melanjutkan pendampingan.
3. Perajin membentuk forum kreatif berkelanjutan.
4. Perluasan pasar melalui sertifikasi eco-batik dan kerja sama marketplace global.

### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Pemerintah Desa Bawangan, komunitas perajin batik, mahasiswa pendamping, serta universitas yang telah mendukung kegiatan ini.

### Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistik Industri Mikro dan Kecil Indonesia 2023*.
- Chambers, R. (2017). *Can We Know Better? Reflections for Development*. Practical Action Publishing..
- Chen, J., et al. (2021). *Digital transformation of SMEs and its impact on business performance*. Journal of Business Research.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2<sup>nd</sup> ed.)*. Erlbaum.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methodes Approaches*. Sage.
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing Change/Gain Scores*. Indiana University.
- Ibid.
- Kementerian Koperasi dan UKM. (2023). *Laporan Transformasi Digital UMKM Indonesia*.
- Kementerian Pariwisata dan Ekonomi Kreatif. (2022). *Laporan Ekonomi Kreatif Indonesia*.
- Kementerian Perindustriaan. (2023). *Perkembangan Industri Tekstil dan Produk Tekstil Ramah Lingkungan*.
- Kementerian Perindustrian (2023). *Perkembangan Industri Batik Nasional*.

- Kementrian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi. (2021). *Panduan Pelaksanaan Pengabdian kepada Masyarakat*.
- Kemmis, S., Mc Taggart, R., & Nixon, R. (2014). *The Action Research Planner*. Springer.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saladana, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook*. Sage.
- Niinimäki, K., et al. (2020). The environment, 1(4), 189-200.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations (5<sup>th</sup> ed.)*. Free Press
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Wang, Y., et al. (2023). *Consumer Preference for eco-friendly textile products*. Journal of Cleaner Production.