

## IMPLEMENTASI KEBIJAKAN *CIRCULAR ECONOMY* DI KOTA SERANG MELALUI INOVASI TINTA DARI SAMPAH DAUN KERING BERBASIS DIGITAL

SYARKAWI<sup>1\*</sup>, HARIYADI<sup>2</sup>, ZAKARIA HABIB AL-RA'ZIE<sup>3</sup>, NURUDDIN AR-ANIRI<sup>4</sup>, EGI NAJMI FALAH<sup>5</sup>

Administrasi Negara, Universitas Pamulang<sup>1,3,4,5</sup>, Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat<sup>2</sup>

Email: dosen03005@unpam.ac.id<sup>1\*</sup>

**Abstract:** *Urban waste management faces challenges not only in reducing waste volumes but also in the limited utilization of waste as a resource with added value. This condition highlights the importance of a circular economy approach that positions waste as a material that can be reused through innovation and community empowerment. This community engagement program aims to analyze the implementation of a community-based circular economy through the processing of dry leaf waste into environmentally friendly ink and to identify changes in the capacity and empowerment of the partner community following the implementation of the innovation. The program was conducted in collaboration with the Warisan Bumi Indonesia Community in Serang City through several stages, including problem identification, socialization, training, technology application, mentoring, monitoring, and evaluation. The innovations introduced included the sorting and drying of raw materials, natural color extraction, ink formulation, development of standard operating procedures for production, and digital-based record-keeping and reporting. Evaluation was conducted through observation, hands-on practice, pre-tests and post-tests, innovation implementation checklists, interviews, group discussions, and activity documentation. The results indicate a shift from the initial condition, in which dry leaf waste had not been transformed into derivative products and its management activities remained unstructured, toward a waste-processing practice that produces environmentally friendly ink, incorporates more standardized production stages, and is supported by digital record-keeping. The program also sought to strengthen the capacity of the community as a non-state actor in supporting the implementation of waste management policies and establishing sustainable circular economy practices. These findings demonstrate that the integration of technological innovation, community empowerment, and governance digitalization can serve as an alternative approach to strengthening the implementation of the circular economy at the local level.*

**Keywords:** *circular economy; community empowerment; dry leaf waste; environmental innovation; digitalization.*

**Abstrak:** Pengelolaan sampah perkotaan menghadapi tantangan tidak hanya pada aspek pengurangan volume sampah, tetapi juga pada keterbatasan pemanfaatan sampah sebagai sumber daya yang memiliki nilai tambah. Kondisi tersebut menunjukkan pentingnya pendekatan *circular economy* yang menempatkan sampah sebagai bahan yang dapat dimanfaatkan kembali melalui inovasi dan pemberdayaan masyarakat. Kegiatan ini bertujuan menganalisis implementasi *circular economy* berbasis komunitas melalui pengolahan sampah daun kering menjadi tinta ramah lingkungan serta mengidentifikasi perubahan kapasitas dan pemberdayaan mitra setelah penerapan inovasi. Kegiatan dilaksanakan bersama Komunitas Warisan Bumi Indonesia di Kota Serang melalui tahapan identifikasi masalah, sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, pendampingan, monitoring, dan evaluasi. Inovasi yang diterapkan meliputi pemilahan dan pengeringan bahan baku, ekstraksi warna alami, formulasi tinta, penyusunan standar operasional prosedur produksi, serta pencatatan dan pelaporan berbasis digital. Evaluasi dilakukan melalui observasi, praktik langsung, *pre-test* dan *post-test*, checklist penerapan inovasi, wawancara, diskusi kelompok, serta dokumentasi kegiatan. Hasil pelaksanaan menunjukkan adanya perubahan dari kondisi awal ketika sampah daun kering belum memiliki produk turunan dan kegiatan pengelolaannya belum terstruktur menuju praktik pengolahan yang menghasilkan tinta ramah lingkungan, memiliki tahapan produksi yang lebih terstandar, dan didukung pencatatan digital. Program juga diarahkan untuk memperkuat kapasitas komunitas sebagai aktor non-negara dalam mendukung implementasi kebijakan pengelolaan sampah dan membangun praktik *circular economy* yang berkelanjutan. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi inovasi

teknologi, pemberdayaan komunitas, dan digitalisasi tata kelola dapat menjadi pendekatan alternatif dalam memperkuat implementasi *circular economy* pada tingkat lokal.

**Kata Kunci:** *circular economy*; pemberdayaan masyarakat; sampah daun kering; inovasi lingkungan; digitalisasi.

## A. Pendahuluan

Persoalan pengelolaan sampah perkotaan pada dasarnya tidak hanya berkaitan dengan bagaimana sampah dikumpulkan dan dibuang, tetapi juga bagaimana material yang telah dianggap sebagai limbah dapat dikembalikan ke dalam siklus pemanfaatan dan menghasilkan nilai baru. Pendekatan *circular economy* menawarkan perubahan paradigma dari sistem produksi dan konsumsi linear menuju sistem yang mempertahankan material agar tetap memiliki nilai guna selama mungkin. Dalam konteks pengelolaan sampah, pendekatan tersebut menempatkan kegiatan pengurangan, penggunaan kembali, daur ulang, dan pemulihan material sebagai bagian dari proses pembangunan berkelanjutan. Karena itu, implementasi *circular economy* pada tingkat lokal membutuhkan tidak hanya kebijakan pemerintah, tetapi juga kapasitas masyarakat dan komunitas untuk mengembangkan praktik pengelolaan material yang sesuai dengan karakteristik sumber daya lokal (Kurniawan et al., 2022; Seyyedi et al., 2024).

Salah satu material yang potensial dikembangkan dalam kerangka tersebut adalah sampah daun kering. Di tingkat komunitas, material ini sering kali belum diposisikan sebagai sumber daya yang memiliki nilai ekonomi maupun ekologis (Wahyuni, 2022; Yunisvita et al., 2025). Kondisi awal mitra dalam program ini menunjukkan bahwa sampah daun kering yang berasal dari ruang terbuka hijau dan lingkungan sekitar pada umumnya hanya dikumpulkan kemudian dibuang atau dibakar. Akibatnya, material tersebut belum menghasilkan nilai guna maupun nilai tambah. Pada saat yang sama, mitra belum memiliki pengetahuan dan keterampilan untuk mengolah sampah daun kering menjadi produk yang bermanfaat serta belum memahami secara memadai konsep pemanfaatan limbah sebagai sumber daya. Kondisi tersebut memperlihatkan adanya kesenjangan antara potensi material organik lokal dengan kapasitas komunitas dalam mengembangkan pemanfaatannya (Ratri et al., 2023).

Permasalahan tersebut juga terlihat dari aspek keberdayaan mitra. Pada aspek produksi, kondisi awal menunjukkan bahwa 0% anggota mitra mampu memproduksi tinta ramah lingkungan, belum tersedia SOP produksi berbasis *circular economy*, pemanfaatan sampah daun kering sebagai bahan baku produksi masih 0%, dan kegiatan produksi belum dilakukan secara rutin maupun terukur. Kondisi ini menunjukkan bahwa persoalan utama bukan sekadar ketiadaan produk, tetapi juga belum terbentuknya kapasitas produksi yang memungkinkan komunitas mengelola sampah menjadi produk secara mandiri, terstandar, dan berkelanjutan.

Kesenjangan keberdayaan juga terdapat pada aspek sosial kemasyarakatan. Sebelum program dilaksanakan, tingkat keterlibatan anggota mitra dalam kegiatan pengelolaan sampah masih rendah dan tidak terjadwal, yaitu sekitar 30% anggota aktif. Selain itu, belum tersedia keterampilan edukasi lingkungan berbasis praktik kepada masyarakat sekitar dan kegiatan komunitas belum terdokumentasi secara sistematis maupun berbasis data, dengan tingkat dokumentasi digital sebesar 0%. Dengan demikian, persoalan yang dihadapi mitra memiliki dua dimensi yang saling berkaitan, yaitu keterbatasan kapasitas teknis dalam menghasilkan produk dan keterbatasan kapasitas sosial-organisasional dalam mengelola kegiatan secara berkelanjutan (Hariyadi et al., 2025).

Dalam konteks tersebut, program pengabdian kepada masyarakat ini mengembangkan inovasi pengolahan sampah daun kering menjadi tinta ramah lingkungan. Produk tersebut diposisikan sebagai produk *upcycle/recycle* yang dikembangkan dan diproduksi oleh Komunitas Warisan Bumi Indonesia melalui penerapan teknologi dan inovasi dari perguruan tinggi. Produk tinta merupakan turunan langsung dari dua aspek pemberdayaan yang menjadi fokus program, yaitu produksi terstandarisasi berbasis *circular economy* dan aspek sosial kemasyarakatan berbasis edukasi lingkungan. Dengan demikian, inovasi produk tidak ditempatkan sebagai tujuan akhir, tetapi sebagai instrumen untuk meningkatkan kapasitas komunitas dalam mengubah material yang sebelumnya menjadi limbah menjadi sumber daya yang memiliki nilai guna.

Implementasi inovasi dilakukan melalui rangkaian proses yang terstruktur. Tahapan tersebut mencakup pemilahan dan pengeringan daun kering sebagai bahan baku, penghalusan dan ekstraksi warna alami, formulasi tinta menggunakan bahan ramah lingkungan, standarisasi proses melalui

SOP, serta pencatatan dan pelaporan produksi berbasis digital. Rangkaian tersebut memperlihatkan adanya integrasi antara teknologi, standardisasi, dan tata kelola data dalam proses pemberdayaan. Dengan demikian, transfer teknologi kepada masyarakat tidak berhenti pada kemampuan menghasilkan produk, tetapi diarahkan untuk membangun sistem produksi yang dapat dilakukan secara lebih konsisten dan terdokumentasi (Istiyani & Handayani, 2022).

Dimensi digital menjadi penting karena salah satu persoalan awal mitra adalah belum tersedianya tata kelola pengelolaan sampah daun kering berbasis data. Program mengidentifikasi empat persoalan yang saling berkaitan, yaitu belum terbangunnya tata kelola berbasis data, rendahnya integrasi digital dalam implementasi *circular economy*, keterbatasan literasi digital mitra dalam tata kelola lingkungan, dan belum tersedianya model tata kelola digital yang mudah direplikasi (Masjhoer, 2025a). Oleh karena itu, digitalisasi dalam program tidak sekadar digunakan untuk mendokumentasikan kegiatan, tetapi diarahkan sebagai instrumen untuk meningkatkan efektivitas, transparansi, dan akuntabilitas pengelolaan sampah pada tingkat komunitas.

Penerapan sistem pencatatan digital juga memberikan peluang untuk mengubah pengelolaan sampah dari aktivitas yang bersifat informal menjadi kegiatan yang dapat diukur. Setiap tahapan produksi dicatat secara sistematis sehingga jumlah sampah daun kering yang didaur ulang dapat diukur secara kuantitatif. Sebelum program, sampah daun kering belum tercatat sebagai bagian dari proses daur ulang, sedangkan setelah program terdapat sampah daun kering yang berhasil diolah menjadi tinta ramah lingkungan dan dimanfaatkan kembali sebagai media edukasi dan kreativitas. Aspek ini sekaligus memperkuat relevansi program terhadap *Sustainable Development Goals (SDGs) 12*, khususnya konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab melalui peningkatan material yang didaur ulang.

Dari perspektif pemberdayaan, perubahan yang diharapkan melalui program diarahkan pada dua bidang utama. Pada aspek produksi, program menargetkan peningkatan kemampuan anggota dalam memproduksi tinta secara mandiri, tersusunnya satu SOP produksi, meningkatnya pemanfaatan sampah daun kering, serta terbentuknya produksi yang dilakukan secara rutin dan terukur. Dokumen program menetapkan target sekitar 75% anggota mampu melakukan proses produksi secara mandiri, pemanfaatan sekitar 60% sampah daun kering yang terkumpul, serta kapasitas awal produksi sekitar 10–15 botol per bulan. Angka tersebut menjadi indikator operasional penting untuk menilai perubahan keberdayaan aspek produksi, tetapi dalam artikel hasil nantinya perlu dikonfirmasi dengan data pengukuran aktual.

Pada aspek sosial kemasyarakatan, intervensi diarahkan untuk meningkatkan partisipasi, keterampilan edukasi lingkungan, dan kapasitas dokumentasi digital komunitas. Program menetapkan target peningkatan partisipasi hingga sekitar 85% anggota aktif, sekitar 70% anggota memiliki keterampilan menyampaikan edukasi lingkungan melalui praktik pengolahan sampah, serta seluruh kegiatan utama komunitas terdokumentasi dan dilaporkan secara digital. Indikator tersebut penting karena keberhasilan *circular economy* berbasis komunitas tidak cukup dilihat dari jumlah produk yang dihasilkan, tetapi juga dari kemampuan masyarakat untuk mengorganisasi, mempertahankan, dan menyebarluaskan praktik pengelolaan lingkungan.

Kerangka tersebut sejalan dengan indikator evaluasi program yang menempatkan pemberdayaan dan keberdayaan mitra sebagai salah satu komponen utama penilaian. Dalam konteks artikel ilmiah, indikator tersebut dapat diterjemahkan menjadi ukuran perubahan kondisi mitra pada dua aspek, yaitu produksi dan sosial kemasyarakatan, yang kemudian diperkuat dengan indikator penerapan teknologi dan inovasi. Oleh sebab itu, keberhasilan program perlu dianalisis melalui perubahan kondisi *before–after*, penerapan teknologi, keberadaan produk, kapasitas anggota, partisipasi, serta penggunaan sistem digital. Pendekatan ini memungkinkan artikel bergerak melampaui deskripsi kegiatan dan menghasilkan analisis empiris mengenai proses perubahan kapasitas komunitas.

Dari sisi implementasi kebijakan, posisi komunitas menjadi semakin penting karena kebijakan lingkungan pada tingkat lokal tidak hanya ditentukan oleh pemerintah, tetapi juga bergantung pada kemampuan aktor masyarakat dalam menerjemahkan tujuan kebijakan ke dalam praktik sehari-hari (Syarkawi, Ar-aniri, et al., 2026). Dalam program ini, Komunitas Warisan Bumi Indonesia berperan sebagai aktor masyarakat yang terlibat dalam pengumpulan, pemilahan, pengolahan, produksi, edukasi, dan dokumentasi. Dengan demikian, program dapat dipahami sebagai bentuk implementasi *circular economy* yang menghubungkan transfer teknologi perguruan tinggi, pemberdayaan

komunitas, inovasi pengelolaan sampah, dan digitalisasi tata kelola lingkungan (Syarkawi, Al-Ra'zie, et al., 2026).

Kebaruan artikel ini terletak pada upaya menganalisis *circular economy* bukan hanya sebagai pendekatan pengolahan material, tetapi sebagai proses pemberdayaan komunitas yang diukur melalui perubahan kapasitas produksi, kapasitas sosial, penerapan inovasi, dan digitalisasi tata kelola. Pendekatan tersebut penting karena produk tinta ramah lingkungan hanyalah salah satu keluaran program; perubahan yang lebih substantif terletak pada kemampuan mitra untuk mengubah sampah daun kering dari material yang sebelumnya dibuang atau dibakar menjadi bahan baku produk, menjalankan proses produksi yang lebih terstandar, melibatkan anggota komunitas, dan mendokumentasikan aktivitas secara digital. Dokumen program menunjukkan bahwa setelah intervensi mitra telah mampu mengolah sampah daun kering menjadi tinta ramah lingkungan dengan tahapan produksi yang terstandarisasi.

Berdasarkan uraian tersebut, artikel ini bertujuan menganalisis implementasi *circular economy* berbasis komunitas melalui inovasi pengolahan sampah daun kering menjadi tinta ramah lingkungan di Kota Serang, dengan fokus pada perubahan keberdayaan mitra pada aspek produksi dan sosial kemasyarakatan serta penerapan teknologi dan digitalisasi dalam tata kelola program. Secara khusus, artikel menganalisis kondisi awal mitra, proses penerapan inovasi, perubahan kapasitas produksi, perubahan kapasitas sosial kemasyarakatan, penerapan tata kelola digital, serta implikasinya terhadap keberlanjutan praktik *circular economy* pada tingkat komunitas.

## **B. Metodologi Pelaksanaan Kegiatan Desain dan Pendekatan**

Kegiatan ini menggunakan pendekatan deskriptif-evaluatif untuk menganalisis implementasi *circular economy* berbasis komunitas melalui pengolahan sampah daun kering menjadi tinta ramah lingkungan. Pendekatan tersebut digunakan untuk menggambarkan proses intervensi sekaligus mengidentifikasi perubahan kapasitas dan keberdayaan mitra setelah pelaksanaan program. Fokus evaluasi diarahkan pada dua bidang pemberdayaan, yaitu aspek produksi dan aspek sosial kemasyarakatan, serta diperkuat dengan penilaian terhadap penerapan teknologi dan inovasi, digitalisasi tata kelola, dan keberlanjutan program.

Pemilihan desain tersebut mengikuti kerangka evaluasi yang telah ditetapkan dalam program, khususnya indikator keberdayaan mitra yang membandingkan kondisi sebelum dan setelah pelaksanaan kegiatan. Dalam dokumen program, evaluasi diarahkan untuk mengukur perubahan pengetahuan, keterampilan, penerapan inovasi, partisipasi, dan kemampuan mitra dalam menjalankan kegiatan secara lebih mandiri. Instrumen yang dirancang mencakup pre-test dan post-test, observasi keterampilan, checklist penerapan inovasi, evaluasi kualitas produk, pemeriksaan sistem digital, wawancara, dan diskusi kelompok.

## **Lokasi dan Mitra**

Kegiatan dilaksanakan di Kota Serang, Provinsi Banten, dengan mitra Komunitas Warisan Bumi Indonesia. Pemilihan mitra didasarkan pada kondisi pengelolaan sampah daun kering yang belum berkembang menjadi kegiatan pengolahan yang menghasilkan produk bernilai tambah. Pada kondisi awal, sampah daun kering dari ruang terbuka hijau dan lingkungan sekitar dikumpulkan kemudian dibuang atau dibakar, sedangkan mitra belum memiliki keterampilan dan pengetahuan yang memadai untuk mengolahnya menjadi produk.

Mitra ditempatkan sebagai aktor utama dalam proses implementasi program. Peran mitra tidak terbatas pada penerima manfaat, tetapi mencakup keterlibatan dalam pemetaan kondisi awal, pengumpulan dan pemilahan bahan baku, proses produksi, penerapan SOP, edukasi lingkungan, dokumentasi, serta pengembangan keberlanjutan program. Posisi tersebut memungkinkan program mengintegrasikan transfer teknologi perguruan tinggi dengan kapasitas komunitas dalam pengelolaan lingkungan.

### Tahapan Pelaksanaan Program

Pelaksanaan program dilakukan melalui beberapa tahapan yang saling berkaitan, sebagai berikut;

1. Pemetaan kondisi awal. Tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi alur pengelolaan sampah daun kering, kondisi pemanfaatan bahan baku, aktor yang terlibat, mekanisme pencatatan, kapasitas produksi, serta kondisi partisipasi dan dokumentasi komunitas. Pemetaan juga digunakan untuk menetapkan kondisi awal sebagai dasar evaluasi perubahan setelah intervensi. Dokumen program menunjukkan bahwa pengelolaan dan pencatatan sampah pada kondisi awal masih dilakukan secara manual dan belum berbasis data.
2. Sosialisasi dan edukasi. Tahap ini diarahkan untuk membangun pemahaman mitra mengenai pemilahan sampah dari sumbernya, prinsip *circular economy*, potensi pemanfaatan sampah daun kering, serta hubungan antara pengelolaan sampah dan keberlanjutan lingkungan. Sosialisasi menjadi tahap awal sebelum mitra mengikuti proses penerapan teknologi dan produksi.
3. Pelatihan dan penerapan teknologi. Mitra diberikan pengetahuan dan keterampilan melalui praktik pengolahan daun kering menjadi tinta ramah lingkungan. Proses teknologi meliputi pemilahan dan pengeringan bahan baku, penghalusan, ekstraksi warna alami, formulasi tinta menggunakan bahan ramah lingkungan, dan pengujian produk. Program juga mencakup standarisasi proses melalui penyusunan SOP.
4. Pendampingan. Pendampingan dilakukan untuk memastikan teknologi dan prosedur yang telah diperkenalkan dapat diterapkan oleh mitra. Fokus pendampingan mencakup kemampuan melakukan proses produksi, penerapan SOP, pengelolaan bahan baku, pencatatan produksi, dan pengembangan kegiatan komunitas.
5. Digitalisasi tata kelola. Setiap tahapan produksi dan kegiatan utama diarahkan untuk dicatat secara sistematis melalui sistem pencatatan berbasis digital. Digitalisasi digunakan untuk mendukung pengukuran jumlah sampah yang didaur ulang, pencatatan produksi, dokumentasi kegiatan, dan pelaporan. Program menempatkan digitalisasi sebagai instrumen untuk memperkuat efektivitas, transparansi, dan akuntabilitas pengelolaan sampah di tingkat komunitas.
6. Monitoring dan evaluasi. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan kondisi awal dan kondisi setelah pelaksanaan program. Fokus evaluasi mengikuti indikator keberdayaan mitra pada aspek produksi dan sosial kemasyarakatan serta penerapan teknologi/inovasi.

### Fokus dan Indikator Evaluasi

Indikator evaluasi disusun berdasarkan indikator keberdayaan yang digunakan dalam monitoring dan evaluasi program. Dua aspek utama yang dianalisis adalah aspek produksi dan aspek sosial kemasyarakatan.

1. Pada aspek produksi, indikator meliputi: kemampuan anggota dalam memproduksi tinta ramah lingkungan; ketersediaan dan penerapan SOP produksi; pemanfaatan sampah daun kering sebagai bahan baku; keteraturan dan keterukuran produksi; dan keberadaan produk *upcycle/recycle*. Kondisi awal aspek produksi menunjukkan bahwa 0% anggota mampu memproduksi tinta, belum tersedia SOP, pemanfaatan daun kering sebagai bahan baku produksi masih 0%, dan produksi belum dilakukan secara rutin serta terukur.
2. Pada aspek sosial kemasyarakatan, indikator meliputi: tingkat partisipasi anggota; keterampilan edukasi lingkungan berbasis praktik; keterlibatan anggota dalam kegiatan pengelolaan sampah; dan kemampuan dokumentasi dan pelaporan kegiatan secara digital. Pada kondisi awal, partisipasi anggota berada sekitar 30%, belum tersedia keterampilan edukasi lingkungan berbasis praktik, dan dokumentasi digital kegiatan berada pada 0%. Selain dua aspek tersebut, evaluasi juga memperhatikan penerapan teknologi dan inovasi. Teknologi yang dinilai meliputi teknik pemilahan dan pengeringan, ekstraksi warna alami, formulasi tinta, standarisasi melalui SOP, serta pencatatan dan pelaporan produksi berbasis digital.

### Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui beberapa Teknik sebagai berikut;

1. Observasi, digunakan untuk melihat secara langsung kondisi pengelolaan sampah, proses produksi, kemampuan anggota, penerapan SOP, dan penggunaan sistem digital.
2. *Pre-test* dan *post-test*, digunakan untuk mengidentifikasi perubahan pemahaman mitra mengenai circular economy, pengelolaan sampah, dan pemanfaatan sampah daun kering.
3. Penilaian praktik, digunakan untuk mengidentifikasi kemampuan anggota dalam melakukan tahapan produksi tinta secara langsung.
4. Checklist penerapan inovasi, digunakan untuk menilai apakah tahapan teknologi yang diperkenalkan telah diterapkan oleh mitra.
5. Dokumentasi, digunakan untuk memperoleh bukti proses produksi, produk tinta, kegiatan komunitas, penerapan SOP, dan penggunaan sistem digital.
6. Wawancara dan diskusi kelompok terarah (FGD), digunakan untuk memperoleh informasi mengenai pengalaman mitra, perubahan kapasitas, partisipasi anggota, kendala penerapan inovasi, dan prospek keberlanjutan program. Teknik-teknik tersebut telah dirancang dalam dokumen program sebagai bagian dari mekanisme evaluasi keberdayaan mitra.

### Teknik Analisis Data

Data kuantitatif dianalisis secara deskriptif melalui perbandingan kondisi sebelum dan setelah pelaksanaan program. Untuk indikator yang memiliki nilai numerik, perubahan dihitung menggunakan persentase peningkatan:

$$\text{Persentase Peningkatan} = \frac{\text{Nilai Setelah Program} - \text{Nilai Sebelum Program}}{\text{Nilai Sebelum Program}} \times 100\%$$

Namun, formula tersebut hanya digunakan pada indikator yang memiliki nilai baseline dan nilai akhir yang memungkinkan perhitungan matematis. Untuk indikator yang memiliki nilai awal 0%, seperti kemampuan produksi tinta dan pemanfaatan daun kering, peningkatan persentase relatif tidak dihitung dengan formula tersebut karena akan menghasilkan pembagian dengan nol. Indikator tersebut akan dianalisis menggunakan pendekatan perubahan status/capaian, misalnya dari belum mampu menjadi mampu, dari belum tersedia menjadi tersedia dan diterapkan, atau dari 0% menjadi nilai capaian aktual. Data kualitatif dari observasi, wawancara, FGD, dan dokumentasi dianalisis secara deskriptif melalui proses pengelompokan informasi berdasarkan tema utama, yaitu perubahan kapasitas produksi, perubahan kapasitas sosial, penerapan inovasi, digitalisasi, dan keberlanjutan.

## C. Hasil dan Pembahasan

### Kondisi Awal Mitra dan Permasalahan Pengelolaan Sampah Daun Kering

Hasil identifikasi kondisi awal menunjukkan bahwa permasalahan mitra tidak hanya berkaitan dengan keberadaan sampah daun kering, tetapi juga dengan belum terbentuknya kapasitas komunitas untuk mengubah material tersebut menjadi sumber daya produktif. Sampah daun kering yang berasal dari ruang terbuka hijau dan lingkungan sekitar sebelumnya cenderung dikumpulkan kemudian dibuang atau dibakar. Kondisi tersebut menyebabkan material belum memiliki nilai guna maupun nilai tambah (Yaqin, 2025). Pada saat yang sama, mitra belum memiliki pengetahuan dan keterampilan untuk mengolah sampah daun kering menjadi produk serta belum memahami secara optimal konsep pemanfaatan limbah sebagai sumber daya.

Permasalahan tersebut tercermin secara lebih spesifik pada aspek produksi. Sebelum program dilaksanakan, 0% anggota mitra mampu memproduksi tinta ramah lingkungan, belum tersedia SOP produksi berbasis *circular economy*, pemanfaatan sampah daun kering sebagai bahan baku produksi berada pada 0%, dan produksi belum dilakukan secara rutin maupun teratur. Kondisi ini menunjukkan bahwa potensi bahan baku lokal belum diikuti dengan kapasitas produksi yang memungkinkan komunitas menghasilkan produk secara mandiri.

Kondisi serupa juga ditemukan pada aspek sosial kemasyarakatan. Tingkat keterlibatan anggota dalam kegiatan pengelolaan sampah masih rendah dan tidak terjadwal, dengan sekitar 30% anggota aktif. Selain itu, mitra belum memiliki keterampilan edukasi lingkungan berbasis praktik dan kegiatan

komunitas belum terdokumentasi secara sistematis maupun berbasis data, dengan tingkat dokumentasi digital sebesar 0%.

Temuan tersebut memperlihatkan bahwa masalah mitra memiliki karakter multidimensional. Persoalan produksi berkaitan dengan kapasitas teknis dan standardisasi, sedangkan persoalan sosial berkaitan dengan partisipasi, kapasitas edukasi, dan tata kelola informasi (Masjhoer, 2025b). Oleh karena itu, intervensi yang hanya memberikan teknologi produksi tidak akan cukup untuk membangun praktik *circular economy* yang berkelanjutan. Program membutuhkan integrasi antara inovasi, peningkatan kapasitas manusia, pengorganisasian komunitas, dan sistem pencatatan.

### Implementasi Inovasi Pengolahan Sampah Daun Kering

Intervensi program dilakukan melalui penerapan teknologi dan inovasi perguruan tinggi untuk mengubah sampah daun kering menjadi tinta ramah lingkungan. Produk tersebut dikategorikan sebagai produk *upcycle/recycle* yang dikembangkan dan diproduksi oleh Komunitas Warisan Bumi Indonesia. Dalam dokumen program, produk tinta dinyatakan sebagai luaran yang tercapai dan merupakan turunan langsung dari aspek pemberdayaan produksi terstandarisasi berbasis *circular economy* serta aspek sosial kemasyarakatan berbasis edukasi lingkungan. Proses implementasi teknologi mencakup lima komponen utama, yaitu: (1) pemilahan dan pengeringan daun kering sebagai bahan baku, (2) Perebusan dan ekstraksi warna alami, (3) formulasi tinta menggunakan bahan ramah lingkungan, (4) standardisasi proses melalui SOP, dan (5) pencatatan serta pelaporan produksi berbasis digital.

Tahapan tersebut menunjukkan adanya perubahan pendekatan dalam pengelolaan sampah. Sebelum intervensi, daun kering diposisikan sebagai residu yang dibuang atau dibakar. Setelah intervensi, material tersebut diposisikan sebagai bahan baku produk. Dengan demikian, inovasi tidak hanya menghasilkan produk baru, tetapi mengubah cara komunitas memandang sampah dari objek yang harus disingkirkan menjadi sumber daya yang dapat dimanfaatkan. Secara konseptual, proses tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Proses implementasi teknologi

Model tersebut memperlihatkan bahwa *circular economy* diterapkan melalui penciptaan kembali nilai dari material yang sebelumnya kehilangan nilai guna. Karena itu, keberhasilan program tidak semata-mata ditentukan oleh keberadaan tinta sebagai produk, tetapi oleh kemampuan mitra menjalankan proses tersebut sebagai sebuah sistem produksi.

### Peningkatan Keberdayaan Mitra pada Aspek Produksi

Aspek produksi merupakan salah satu indikator utama keberdayaan mitra. Berdasarkan dokumen program, status capaian aspek produksi dinyatakan “Tercapai”, khususnya dalam peningkatan keterampilan mitra untuk mengelola sampah daun kering menjadi tinta ramah lingkungan. Perubahan paling mendasar terjadi pada keberadaan produk.

Pada kondisi awal, mitra belum memiliki keterampilan produksi yang terstruktur, belum memahami tahapan produksi berbasis *circular economy*, dan belum mampu menghasilkan produk turunan dari sampah organik secara konsisten. Setelah pelaksanaan program, mitra dinyatakan mampu mengolah sampah daun kering menjadi tinta ramah lingkungan melalui tahapan produksi yang terstandarisasi.

Tabel 1. Peningkatan Keberdayaan Mitra pada Aspek Produksi

| Indikator Produksi       | Sebelum Program              | Setelah Program                          |
|--------------------------|------------------------------|------------------------------------------|
| Kemampuan produksi tinta | 0% anggota mampu memproduksi | Mitra mampu mengolah daun menjadi tinta  |
| SOP produksi             | Belum tersedia               | Produksi distandardisasi melalui SOP     |
| Pemanfaatan daun kering  | 0% termanfaatkan             | Daun kering digunakan sebagai bahan baku |
| Produk turunan           | Belum tersedia               | Tinta ramah lingkungan                   |
| Sistem produksi          | Belum rutin dan terukur      | Tahapan produksi lebih terstandar        |
| Pencatatan               | Belum berbasis data          | Pencatatan produksi berbasis digital     |

*Sumber: Hasil Dokumentasi Tim Pengabdian*

Temuan ini penting karena menunjukkan bahwa pemberdayaan tidak hanya menghasilkan transfer pengetahuan, tetapi telah diarahkan pada transfer kemampuan produksi. Kehadiran SOP juga memiliki arti penting karena keberlanjutan inovasi komunitas sangat bergantung pada kemampuan anggota untuk mengulangi proses produksi dengan prosedur yang relatif konsisten. Namun demikian, angka target mengenai persentase anggota yang mampu memproduksi dan volume produksi bulanan belum dapat digunakan sebagai hasil empiris dalam artikel ini. Dokumen mencantumkan target sekitar 75% anggota mampu memproduksi secara mandiri, pemanfaatan sekitar 60% daun kering, dan kapasitas awal 10–15 botol per bulan, tetapi angka tersebut ditempatkan sebagai kondisi yang diharapkan.

### Peningkatan Keberdayaan pada Aspek Sosial Kemasyarakatan

Intervensi program juga menghasilkan perubahan pada aspek sosial kemasyarakatan. Dokumen program menyatakan bahwa peningkatan keterampilan sosial dan lingkungan anggota Komunitas Warisan Bumi Indonesia dalam pengelolaan sampah berbasis komunitas telah tercapai. Sebelum program, keterlibatan anggota dalam pengelolaan sampah bersifat insidental, belum terstruktur, dan belum didukung keterampilan teknis maupun sosial untuk mengorganisasi kegiatan secara berkelanjutan.

Secara lebih spesifik, tingkat anggota aktif hanya sekitar 30%, belum terdapat keterampilan edukasi lingkungan berbasis praktik, dan dokumentasi digital berada pada 0%. Intervensi program kemudian memperluas makna pemberdayaan dari kemampuan menghasilkan produk menjadi kemampuan komunitas untuk berpartisipasi, mengedukasi, dan mendokumentasikan kegiatan. Dalam konteks ini, tinta ramah lingkungan berfungsi bukan hanya sebagai produk, tetapi juga sebagai media edukasi lingkungan. Produk tersebut dapat digunakan untuk memperkenalkan kepada masyarakat bahwa sampah organik tertentu dapat diolah menjadi material yang memiliki fungsi baru.

### Digitalisasi sebagai Instrumen Tata Kelola *Circular Economy*

Digitalisasi menjadi salah satu komponen penting dalam model intervensi. Permasalahan awal yang diidentifikasi program mencakup belum adanya tata kelola pengelolaan sampah daun kering berbasis data, rendahnya integrasi digital dalam implementasi *circular economy*, keterbatasan literasi digital mitra, serta belum tersedianya model tata kelola digital yang mudah direplikasi. Program merespons persoalan tersebut melalui pencatatan produksi dan pelaporan berbasis digital. Setiap tahapan produksi dicatat secara sistematis sehingga jumlah sampah daun kering yang didaur ulang dapat diukur secara kuantitatif. Digitalisasi dalam konteks ini memiliki dua fungsi. Pertama, sebagai instrumen administrasi, karena membantu komunitas menyimpan informasi kegiatan secara lebih sistematis. Kedua, sebagai instrumen pengukuran kinerja lingkungan, karena data mengenai material yang dikumpulkan dan diolah dapat digunakan untuk mengetahui kontribusi program terhadap pengurangan sampah.

### Transformasi Sampah menjadi Produk Bernilai Guna dan Kontribusi terhadap SDGs

Salah satu temuan penting program adalah perubahan status material. Sebelum program, sampah daun kering belum tercatat sebagai bagian dari proses daur ulang. Setelah program, sejumlah sampah daun kering telah diolah menjadi tinta ramah lingkungan dan digunakan kembali sebagai media edukasi dan kreativitas. Transformasi tersebut menunjukkan penerapan prinsip *circular*

*economy* dalam skala komunitas. Material yang sebelumnya berada pada tahap akhir penggunaan diarahkan kembali ke dalam siklus produksi melalui proses pengolahan. Dengan kata lain, program menciptakan loop material baru:



Gambar 2. Transformasi Sampah menjadi Produk Bernilai Guna

Model tersebut juga berkaitan dengan pencapaian SDGs 12, khususnya konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab. Program secara eksplisit menggunakan jumlah timbunan sampah daun kering yang didaur ulang sebagai salah satu indikator keberhasilan. Selain SDGs 12, program juga dikaitkan dengan penguatan pengelolaan lingkungan perkotaan melalui SDGs 11. Penerapan pencatatan dan pelaporan digital memungkinkan proses pengelolaan sampah terdokumentasi secara kuantitatif, mulai dari volume sampah yang dikumpulkan hingga material yang diolah. Dengan demikian, kontribusi program terhadap pembangunan berkelanjutan tidak hanya berada pada produk tinta, tetapi pada pembentukan mekanisme lokal yang menghubungkan pengurangan sampah, inovasi produk, pemberdayaan masyarakat, digitalisasi, dan edukasi lingkungan.

## D. Penutup

Implementasi *circular economy* berbasis komunitas melalui inovasi tinta dari sampah daun kering di Kota Serang menunjukkan bahwa sampah daun kering dapat dialihkan dari material yang sebelumnya dibuang atau dibakar menjadi bahan baku produk bernilai guna. Proses tersebut dilakukan melalui pemilahan, pengeringan, ekstraksi warna alami, formulasi tinta, standarisasi produksi melalui SOP, serta pencatatan dan pelaporan berbasis digital. Program juga menunjukkan adanya peningkatan keberdayaan mitra pada aspek produksi dan sosial kemasyarakatan.

Pada aspek produksi, mitra telah mampu menerapkan proses pengolahan sampah daun kering menjadi tinta ramah lingkungan dan menerapkan tahapan produksi yang lebih terstandar. Pada aspek sosial, program memperkuat keterlibatan komunitas dalam pengelolaan sampah, edukasi lingkungan, serta dokumentasi kegiatan.

Digitalisasi turut mendukung tata kelola program melalui pencatatan dan pelaporan kegiatan secara lebih sistematis. Dengan demikian, program menunjukkan bahwa integrasi inovasi teknologi, pemberdayaan komunitas, standarisasi produksi, dan digitalisasi dapat menjadi pendekatan dalam memperkuat implementasi *circular economy* pada tingkat lokal.

## Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia atas dukungan pendanaan melalui program hibah BIMA Tahun Anggaran 2026. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Universitas Pamulang, khususnya Program Studi Administrasi Negara Kampus Serang, atas dukungan pelaksanaan kegiatan. Apresiasi disampaikan kepada Komunitas Warisan Bumi Indonesia selaku mitra yang telah berpartisipasi aktif dalam seluruh rangkaian kegiatan, serta kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan dan penyelesaian program ini.

### Daftar Pustaka

- Hariyadi, H., Mustaqim, W., & Wulandari, D. P. (2025). Mewujudkan Transformasi Digital Berkelanjutan untuk Evolusi Kota Cerdas: Tinjauan Literatur Sistematis. *Proceeding of Informatics Collaborations and Dessimination Meeting*, 1(1), 72–83.
- Istiyani, A., & Handayani, W. (2022). Embedding community-based circular economy initiatives in a polycentric waste governance system: A case study. *The Indonesian Journal of Planning and Development*, 7(2), 51–59.
- Kurniawan, T. A., Othman, M. H. D., Hwang, G. H., & Gikas, P. (2022). Unlocking digital technologies for waste recycling in Industry 4.0 era: A transformation towards a digitalization-based circular economy in Indonesia. *Journal of Cleaner Production*, 357, 131911.
- Masjhoer, J. M. (2025a). *Konsep dan teori: partisipasi masyarakat perdesaan dalam pengurangan sampah*. Jussac M Masjhoer.
- Masjhoer, J. M. (2025b). *Konsep dan teori: partisipasi masyarakat perdesaan dalam pengurangan sampah*. Jussac M Masjhoer.
- Ratri, W. S., Astuti, A., & Permatasari, D. A. I. (2023). The village empowerment through circular and green economic programs through independent waste management. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat Madani (Jpmm)*, 7(2), 230–241.
- Seyyedi, S. R., Kowsari, E., Gheibi, M., Chinnappan, A., & Ramakrishna, S. (2024). A comprehensive review integration of digitalization and circular economy in waste management by adopting artificial intelligence approaches: Towards a simulation model. *Journal of Cleaner Production*, 460, 142584.
- Syarkawi, Al-Ra'zie, Z. H., & Windra, P. (2026). Ecological Justice and Waste Governance in South Tangerang: A Political Ecology Analysis. *JUPIIS: JURNAL PENDIDIKAN ILMU-ILMU SOSIAL*, 18(1), 93–103. <https://doi.org/10.24114/gr16y426>
- Syarkawi, S., Ar-aniri, N., & Falah, E. N. (2026). Kolaborasi komunitas, pemerintah dan akademisi dalam penerapan kebijakan pengelolaan sampah melalui program clean up di Kota Serang. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Mentari*, 2(8), 391–397.
- Wahyuni, N. A. (2022). Community empowerment in onion waste management programs to create a circular economy. *IJEED (International Journal of Entrepreneurship and Business Development)*.
- Yaqin, A. (2025). Strategi pemberdayaan komunitas dalam pengelolaan sampah organik dan anorganik di lingkungan Kabupaten Sumenep. *Al Iman: Jurnal Keislaman Dan Kemasyarakatan*, 9(1), 1–2.
- Yunisvita, Y., Selvaratnam, D. P., Robiani, B., Rohima, S., Bashir, A., Apriani, D., & Yarsah, W. N. (2025). Circular economy in the concept of waste management: Implementation of community-based environmental management. *Jurnal Pengabdian UNDIKMA*, 6(2), 247–257.