

## MANIFESTASI SMART VILLAGE MELALUI EDUKASI, SIMULASI DAN DIGITALISASI PENGELOLAAN SAMPAH PEDESAAN DI DESA TEGAREN

Tita Ayu Rospricilia<sup>1</sup>, Jojok  
Dwiridotjahjono<sup>2</sup>, Abdul Rezha  
Efrat Najaf<sup>3</sup>, Tri Lathif Mardi  
Suryanto<sup>4</sup>, Praja Firdaus N.<sup>5</sup>, M.  
Anbiya Fath Alla<sup>6</sup>, Yesi Rahma  
Mustika<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Sistem Informasi, Universitas  
Telkom Surabaya

<sup>2</sup>Administrasi Bisnis, UPN Veteran  
Jawa Timur

<sup>3,4</sup>Sistem Informasi, UPN Veteran  
Jawa Timur

<sup>5,6</sup>Yayasan Abyakta Acitya Bhumi

<sup>7</sup>Ilmu Politik, Universitas Airlangga

### Article history

Received : 8 September 2024

Revised : 3 Mei 2025

Accepted : 18 Juni 2025

Published : 18 Juli 2025

\*Corresponding author

Email : <sup>5</sup>firdaus.praja@gmail.com

No. doi:

<https://doi.org/10.24198/sawala.v6i2.58948>

### ABSTRAK

Desa Tegaren adalah salah satu desa di Kabupaten Trenggalek yang berprestasi, salah satunya adalah penghargaan Adipura Desa yang diraih pada 2023 dan 2024. Namun, demografi di Tegaren semakin menua. Sedangkan mayoritas penduduk yang bekerja sebagai petani atau buruh tani juga cukup kesulitan untuk beradaptasi dengan pergerakan zaman yang lebih cepat daripada yang mereka bayangkan. Berdasarkan kondisi tersebut, Tegaren juga memiliki kesulitan untuk berinovasi dan meningkatkan partisipasi warganya dalam hal pengelolaan sampah desa. Untuk menjawab tantangan itu, program edukasi, simulasi, dan digitalisasi pengelolaan sampah di Tegaren telah diinisiasi. Dengan menggunakan pendekatan PRA, observasi, dan vestibule training, serta metode pelatihan dan pendampingan, program pengabdian kepada masyarakat ini berupaya mewujudkan konsep *smart village* secara perlahan ke dalam ekosistem kehidupan di Tegaren. Pelaksanaan kegiatan berfokus pada warga RT. 02, Dusun Krajan, Desa Tegaren, karena warga tersebut memiliki kesadaran dan kemauan yang lebih ketimbang di RT yang lainnya. Program ini juga memperkuat pilar *smart people*, *smart environment*, *smart economic*, dan *smart government* sebagai fondasi dari *smart village*. Program ini telah berhasil meningkatkan edukasi masyarakat Tegaren, terutama pengelola Bank Sampah Induk Insan Berdaya. Program pengabdian masyarakat yang dilakukan juga semakin menguatkan predikat desa wisata di Desa Tegaren dengan mengorelasikan keberlanjutan lingkungan dengan kepariwisataan.

Kata kunci: edukasi, digitalisasi, pengelolaan sampah, simulasi, *smart village*

### ABSTRACT

Tegaren is one of the villages in Trenggalek Regency that has achieved the Adipura Village award won in 2023 and 2024. However, the demographics in Tegaren are aging. Meanwhile, the majority of the population who work as farmers or farm laborers also have difficulty adapting to the movement of the times that are faster than they imagined. Based on these conditions, Tegaren also has difficulty in innovating and increasing the participation of its citizens in village waste management. To answer this challenge, an education, simulation, and digitalization program for waste management in Tegaren has been initiated. By using the PRA, observation, and vestibule training approaches, as well as training and mentoring methods, this community service program seeks to slowly realize the smart village concept into the ecosystem of life in Tegaren. The implementation of activities focuses on residents of RT. 02, Krajan, Tegaren, because these residents have more awareness and willingness than in other RTs. This program also strengthens the pillars of *smart people*, *smart environment*, *smart economy*, and *smart government* as the foundation of a smart village. This program has succeeded in increasing the education of the Tegaren community, especially the officers of the *Insan Berdaya*

*Waste Bank. The community service program that was carried out also further strengthened the predicate of a tourist village in Tegaren by correlating environmental sustainability with tourism.*

*Key word: education, digitalization, waste management, simulation, smart village*

## PENDAHULUAN

Data dari World Health Organization (WHO) menunjukkan bahwa sanitasi yang buruk dapat menyebabkan peningkatan kasus penyakit menular seperti diare, yang mempengaruhi sekitar lebih dari 1,7 juta orang setiap tahunnya (WHO, 2023). Di samping itu, lingkungan yang sehat juga berperan dalam mendukung pembangunan berkelanjutan dengan menjaga keseimbangan ekosistem dan sumber daya alam. Menurut Environmental Protection Agency (EPA), sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat menghasilkan gas rumah kaca, seperti metana, yang berkontribusi pada perubahan iklim global (EPA, 2024). Oleh karena itu, penting untuk menerapkan prinsip kebersihan lingkungan yang komprehensif dan berkelanjutan untuk menciptakan lingkungan yang bersih, sehat, dan aman bagi masyarakat.

Pada kondisi di Indonesia, permasalahan pengelolaan sampah pun menghadapi tantangan besar seiring dengan peningkatan populasi dan urbanisasi yang pesat, ini tidak hanya terjadi di kota-kota besar tetapi juga di daerah-daerah pedesaan. Data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan di tahun 2020 menunjukkan bahwa sekitar 69% sampah tidak dikelola dengan baik dan berakhir di tempat pembuangan akhir (TPA) tanpa proses pengolahan yang memadai (Nurlia, 2023). Data dari SIPSN mencatat bahwa sekitar 40-50% sampah di Indonesia berasal dari sampah organik dan rumah tangga. Keduanya dan sampah non-organik yang dihasilkan di daerah belum berhasil terkelola dengan baik, berpotensi mencemari tanah dan sumber air (KLHK, 2023). Kurangnya infrastruktur pengelolaan sampah yang memadai di daerah

pedesaan juga menyulitkan proses pengumpulan dan pemrosesan sampah. Keterbatasan fasilitas ini menyebabkan sampah sering dibakar secara sembarangan, yang menghasilkan polusi udara berbahaya (Nurlia, 2023).

Salah satu daerah yang juga mengalami masalah ini adalah Kabupaten Trenggalek, yang dikenal sebagai daerah fokus wisata. Meskipun memiliki potensi wisata yang besar, masalah sampah masih menjadi tantangan signifikan. Desa Tegaren, salah satu desa di Trenggalek yang fokus pada pengembangan desa wisata (Nuryananda, Mijarto, Alawi, & Wahyuni, 2023), dengan adanya potensi alam yang indah dan kegiatan sosial budayanya, juga mengalami masalah kebersihan serupa yang signifikan. Sebagai daerah yang berfokus pada desa wisata, sudah seharusnya memberikan kesan bersih dan nyaman kepada para pengunjung. Dalam implikasinya, meskipun daerah ini sudah tergolong bersih, namun masih terdapat penumpukan sampah di titik-titik tertentu, seperti di dekat sungai-sungai.

Data dari Dinas Perumahan, Kawasan Permukiman, dan Lingkungan Hidup (DPKPLH) Kabupaten Trenggalek menunjukkan bahwa dari tahun 2020 ke tahun 2023 jumlah dan kepadatan penduduk naik dari 579,61 menjadi 595,93 jiwa per km<sup>2</sup>. Kepadatan dan tekanan yang terjadi pada lingkungan akibat pertumbuhan penduduk berimplikasi pada peningkatan jumlah limbah atau sampah, sebagai residu dari aktivitas manusia, termasuk aspek pengelolaan dan penumpukan sampah di sekitar sungai (DPKPPLH, 2024), yang berdampak negatif pada kualitas air dan menciptakan risiko pencemaran. Jumlah produksi sampah per kecamatan di Kabupaten Trenggalek

didasarkan pada asumsi jumlah sampah meningkat seiring dengan jumlah penduduk (DPKPKLH, 2024). Selain itu, laporan dari Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur mencatat bahwa fasilitas pengelolaan sampah di beberapa daerah masih terbatas, dengan hanya beberapa tempat pengumpulan sampah yang kurang memadai untuk menangani volume sampah yang dihasilkan. Ini menunjukkan perlunya upaya sistematis dalam peningkatan infrastruktur dan pelibatan masyarakat untuk mengatasi masalah pengelolaan sampah yang ada (Lestari, 2023).

Desa Tegaren telah memulai beberapa inisiatif untuk meningkatkan pengelolaan sampah, termasuk pengembangan program bank sampah. Program ini bertujuan untuk meningkatkan partisipasi warga dalam pemilahan, pengumpulan, dan pengolahan dan pemanfaatan sampah. Namun, partisipasi dan kesadaran masyarakat dalam program-program tersebut masih tergolong rendah (Nuryananda, Suksmawati, & Rahmatin, 2023). Banyak warga yang belum memahami pentingnya pengelolaan sampah yang baik, sehingga upaya yang dilakukan belum memberikan hasil yang optimal. Kurangnya pemahaman tentang cara memilah sampah juga menjadi salah satu kendala. Banyak masyarakat yang masih mencampur semua jenis sampah tanpa memisahkan antara sampah organik dan anorganik, termasuk memilih untuk melakukan pembakaran dibandingkan mengelola sampah tersebut (Elamin, et al., 2018).



Gambar 1. TPS di Desa Tegaren yang terletak di tanah bengkok desa.

(Sumber: dokumentasi primer tim pelaksana)

Program bank sampah diharapkan dapat mengurangi volume sampah yang berakhir di TPA serta mendukung ekonomi lokal melalui penjualan barang daur ulang. Namun, implementasi program ini menghadapi berbagai tantangan.

Berdasarkan penelitian oleh Trio Saputra tentang partisipasi masyarakat dalam bank sampah, tingkat rendahnya partisipasi masyarakat menjadi masalah utama, karena produk sampah ini adalah hasil dari aktivitas masyarakat (Saputra & Fatmala, 2022). Hal ini disebabkan oleh kurangnya sosialisasi mengenai manfaat program dan keterbatasan fasilitas yang mendukung. Selain itu, keterbatasan sumber daya dan dana juga membatasi kemampuan untuk memperluas program ini ke seluruh desa. Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan strategi peningkatan sosialisasi, pelatihan, dan investasi dalam infrastruktur pengelolaan sampah yang lebih baik (Missouri, et al., 2023).



Gambar 2. Bank Sampah Induk Insan Berdaya di Desa Tegaren yang menjadi sasaran digitalisasi bank sampah konvensional pada program yang diusulkan.  
(Sumber: dokumentasi primer tim pelaksana)

Pemerintah desa memegang peran kunci dalam pengelolaan sampah, termasuk di Desa Tegaren. Melalui kebijakan dan komitmen melaksanakan program yang diimplementasikan, pemerintah desa dapat memberikan arahan, dukungan, dan sumber daya yang diperlukan untuk pengelolaan sampah yang efektif. Pelatihan yang melibatkan masyarakat secara aktif dapat meningkatkan kesadaran dan kepedulian mereka terhadap lingkungan (Sunari & Nurhayati, 2023). Program pelatihan ini harus mencakup pentingnya dan teknik pemilahan sampah, daur ulang, dan pengelolaan sampah yang berkelanjutan. Kolaborasi antara pemerintah dan masyarakat sangat penting untuk menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan sehat. Pendekatan yang melibatkan masyarakat dalam setiap tahap pengelolaan sampah dapat memperkuat tanggung jawab kolektif dan mendorong perubahan perilaku positif terhadap kebersihan lingkungan.

Selain itu, pemerintah desa juga perlu mendorong terbentuknya komunitas-komunitas peduli lingkungan yang dapat menjadi agen perubahan dalam pengelolaan sampah. Salah satu contohnya adalah pembentukan kelompok-kelompok masyarakat yang bertugas untuk mengawasi dan mengelola pengumpulan sampah di lingkungan mereka masing-masing. Dengan adanya kelompok ini, diharapkan masyarakat dapat lebih berpartisipasi aktif dalam menjaga kebersihan lingkungan. Selain itu, pemerintah desa juga dapat memberikan insentif bagi masyarakat yang aktif dalam kegiatan pengelolaan sampah, sebagai bentuk penghargaan atas usaha mereka. Pemerintah desa juga harus menciptakan regulasi yang mendukung pengelolaan sampah yang baik. Misalnya, penerapan sanksi bagi masyarakat yang membuang sampah sembarangan dapat menjadi langkah efektif untuk meningkatkan kesadaran masyarakat. Selain itu, pemerintah juga perlu melakukan evaluasi secara berkala terhadap program-program pengelolaan sampah yang telah dijalankan, untuk mengetahui efektivitas dan dampaknya terhadap kebersihan lingkungan.



Gambar 3. Pembakaran sampah sebagai bentuk pengelolaan sampah yang buruk masih banyak ditemukan di Tegaren.

(Sumber: dokumentasi primer tim pelaksana)

Pengelolaan sampah yang buruk dapat menimbulkan berbagai ancaman bagi kesehatan masyarakat dan lingkungan. Dampak utama dari penumpukan sampah termasuk pencemaran tanah, air, dan udara. Sampah yang menumpuk dapat menjadi tempat berkembang biaknya penyakit, seperti demam berdarah, diare, dan penyakit pernafasan. Dampak pembuangan sampah plastik dapat

menyebabkan banjir, terutama pada musim hujan, akibat penyumbatan saluran air. Dampak-dampak ini menggarisbawahi perlunya pengelolaan sampah yang efektif untuk mengurangi risiko kesehatan dan dampak lingkungan yang merugikan. Selain itu, pencemaran tanah dan air dapat berdampak pada hasil pertanian dan kualitas air minum, yang pada akhirnya mempengaruhi kesejahteraan masyarakat secara keseluruhan (Donuma, et al., 2024).

Sampah yang terakumulasi juga dapat menimbulkan masalah sosial, seperti konflik antar warga yang disebabkan oleh ketidakpuasan terhadap kebersihan lingkungan. Oleh karena itu, pengelolaan sampah yang baik tidak hanya penting untuk kesehatan dan kebersihan, tetapi juga untuk menjaga keharmonisan sosial dalam masyarakat (Sulistyorini, Darwis, & Gutama, 2015). Dampak jangka panjang dari pengelolaan sampah yang buruk juga dapat mengakibatkan kerugian ekonomi. Misalnya, biaya kesehatan yang meningkat akibat penyakit yang disebabkan oleh pencemaran lingkungan dapat membebani masyarakat dan pemerintah.

Pelatihan pengelolaan/manajemen bank sampah merupakan solusi penting untuk mengurangi ancaman akibat pengelolaan sampah yang buruk. Pelatihan pengelolaan/manajemen bank sampah yang dilakukan meliputi organisasi kelembagaan bank sampah, penghitungan omzet dan capital-gain dari manajemen bank sampah, serta pendayagunaan sumber daya manusia lokal. Program pelatihan yang dirancang dengan baik dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam pengelolaan sampah, termasuk teknik pemilahan dan daur ulang. Pelatihan pengelolaan/manajemen bank sampah dapat meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah hingga 40% dalam waktu singkat. Selain itu, pelatihan pengelolaan/manajemen bank sampah dapat menciptakan peluang ekonomi baru bagi masyarakat melalui teknik daur ulang dan pemanfaatan sampah menjadi produk bernilai ekonomis (Saputra & Fatmala, 2022). Oleh karena itu, menjadi penting untuk dilakukan pelatihan manajemen pengelolaan sampah melalui bank sampah beserta pendampingan yang dilakukan tim pelaksana.

## KAJIAN PUSTAKA

Artikel pertama yang menjadi bahan kajian adalah pustaka oleh Jojok Dwiridotjahjono, Prihandono Wibowo, dan Praja Firdaus Nuryananda dengan judul "Bamboonomic: Ekonomi Bambu Pendukung Desa Wisata Tegaren" pada 2020. Artikel ini mengulas tentang ekosistem ekonomi lokal di Tegaren yang terbentuk dari kerajinan besek bambu. Lebih dari 90% penduduk perempuan di Tegaren menjadi pengrajin besek bambu dan menjual hasil kerajinan mereka ke pengepul lokal (Dwiridotjahjono, Wibowo, & Nuryananda, 2020). Ekosistem ekonomi lokal ini kemudian membantu Tegaren menemukan salah satu atraksi wisata kesenian dan budaya, yakni atraksi pembuatan besek bambu. Artikel ini juga menjadi penanda pendampingan tim pelaksana ke Desa Tegaren sejak 2019 yang lalu. Artikel ini berkontribusi pada kajian fondasi ekonomi kreatif di Desa Tegaren yang salah satunya didominasi oleh kerajinan besek bambu.

Artikel kedua adalah kajian Praja Firdaus Nuryananda, Joko Mijiarto, A. Muammar Alawi, dan Wahyuni yang berjudul "Desa Wisata Tegaren: Sadewa, Jadesta, ADWI, dan Persepsi Sosial Publik Terhadap Kemajuan Desa Wisata". Artikel ini membahas persepsi masyarakat Desa Tegaren setelah empat tahun pembangunan wisata di Desa Tegaren. Sejak 2019, Tegaren berangsur-angsur mendapatkan apresiasi dari pembangunan wisata yang memberikan dorongan ke sektor-sektor lainnya. Pada tahun 2022 sampai 2024 Desa Tegaren konsisten berada pada Top 500 Desa Wisata Indonesia. Kegigihan Tegaren juga memberikan prestasi Adipura Desa di tahun 2023 dan 2024. Paling terbaru, Desa Tegaren juga mendapatkan peringkat satu (juara 1) nasional sebagai desa yang berhasil mengatasi permasalahan *stunting* (Nuryananda, Mijiarto, Alawi, & Wahyuni, 2023).

Pustaka terakhir yang menjadi landasan kajian artikel ini adalah pustaka berjudul "Pendampingan Digitalisasi Bank Sampah Istana Sumber Suci di Desa Tambong Kabupaten Banyuwangi" oleh Dianni Yusuf, Dedy Hidayat Kusuma, Eka Mistiko Rini, Endi Sailul Haq. Artikel ini mengulas pembuatan aplikasi digital berbasis web dan Android yang memudahkan masyarakat Desa Tambong, Kab. Banyuwangi, dalam

mendokumentasikan catatan iuran pengelolaan sampah di lingkungan mereka. Dengan nilai rata-rata 82-89, aplikasi digital tersebut disambut baik oleh masyarakat Desa Tambong (Yusuf, Kusuma, Rini, & Haq, 2023). Artikel ini juga menjadi salah satu sumber pemikiran aplikasi digital yang juga dibuat oleh tim pelaksana untuk masyarakat Desa Tegaren.

## METODE

Kegiatan pengabdian masyarakat di Desa Wisata Tegaren dilaksanakan dengan empat tahapan, yakni tahap persiapan, tahap pelaksanaan program, tahap evaluasi pelaksanaan dan tahap improvisasi program. Persiapan dilakukan untuk menyampaikan persiapan teknis kegiatan yang dilakukan, terutama terkait data-data pengembangan desa dan pemberdayaan masyarakat lokal kaitannya dengan usaha pelestarian lingkungan hidup dan infrastruktur digitalnya serta persiapan para peserta. Tahap kedua yakni pelaksanaan program. Pada tahap ini, program yang telah direncanakan dan dimatangkan kemudian dieksekusi. Mitra sebagai rekan dari tim pelaksana sekaligus subyek dari program bertugas untuk membantu koordinasi di desa sehingga pelaksanaan seluruh kegiatan dapat dilaksanakan dengan lancar. Tahap ketiga dari pengabdian masyarakat ini adalah tahap evaluasi pelaksanaan program. Evaluasi akan dilakukan secara luring. Sedangkan tahap keempat, yakni tahap improvisasi adalah tahap pelaksanaan program yang sudah dievaluasi sehingga mendapatkan tambahan konsep, metoda, kebijakan, maupun implementasi di lapangan.

Metode pertama yang digunakan adalah *participatory rural appraisal* atau PRA. PRA berasal dari keilmuan Sosiologi yang menekankan pada pentingnya nilai dalam observasi partisipatoris. PRA merupakan sebuah metode yang sangat terpercaya untuk pelaksanaan program pemberdayaan masyarakat (Mikkelsen, 2011). Beberapa studi telah menunjukkan efektivitas metode ini. Studi Olofson, menunjukkan bahwa PRA dapat dipakai untuk program pelestarian hutan berbasis komunitas (Olofson, 1985). Pelaksanaan teknik PRA (*Participatory Rural Appraisal*) menekankan pada keterlibatan atau

keikutsertaan masyarakat dalam seluruh rangkaian kegiatan dan peningkatan kemandirian serta kekuatan internal dalam masyarakat. metode Participatory Rural Appraisal (PRA), yakni pendekatan partisipasi aktif warga dalam proses diseminasi informasi yang sedang dilakukan dari tahap awal berupa persiapan hingga akhir berupa evaluasi yang bermuara pada penerimaan manfaat bagi masyarakat (Herdiana, Heriyana, & Suhaerawan, 2019). Menurut Irwan Kaputra Wakil Direktur Yayasan Bina Keterampilan Pedesaan Indonesia (BITRA Indonesia), PRA merupakan penyempurnaan metode pendekatan pembangunan, yang berbasis pada keterlibatan masyarakat lokal secara menyeluruh mulai dari studi awal, perencanaan, pelaksanaan hingga evaluasi. PRA ini menurut merupakan pendekatan atau metode yang memungkinkan masyarakat desa yang saling berbagi meningkatkan dan menganalisis pengetahuan mereka tentang kondisi dan kehidupan desa serta membuat rencana dan tindakan nyata. PRA juga memungkinkan orang desa mengungkapkan dan menganalisis situasi mereka sendiri serta secara optimal merencanakan dan melaksanakan tekal itu di desanya sendiri (Mikkelsen, 2011).

Sementara itu, salah satu teknik yang digunakan untuk mengetahui atau menyelidiki tingkah laku non-verbal dapat menggunakan teknik observasi. Observasi merupakan teknik pengumpulan data yang mempunyai ciri yang spesifik bila dibandingkan dengan teknik yang lain. Observasi juga tidak terbatas pada orang, tetapi juga objek-objek alam yang lain. Observasi partisipatoris adalah salah satu metode pengumpulan data yang dilakukan dengan melakukan pengamatan secara dekat dengan sekelompok orang. Pada observasi partisipatoris, peneliti mengamati apa yang dikerjakan orang, mendengarkan apa yang mereka ucapkan, dan partisipasikan dalam aktivitas mereka (Sugiyono, 2017).

Metode ketiga yang digunakan adalah *vestibule training*. Metode ini memiliki pengertian yang mengacu pada metode pelatihan yang berfokus dalam pemberian pelatihan pendidikan kerja kepada anggota terampil atau pekerja yang perlu keterampilan teknis. Pelatihan yang biasa digunakan yaitu merupakan kegiatan latihan yang diberikan di sebuah

tempat yang khusus dirancang menyerupai tempat kerja (Hariandja, 2002).

Pelaksanaan program pengabdian masyarakat ini juga menggunakan pendekatan etnografi. Etnografi sendiri adalah salah satu pendekatan kualitatif yang tertua di penelitian sosial. Metode ini sangat tepat untuk menganalisis masalah budaya, dan biasanya selalu terpilih sebagai metode penelitian antropologi. Etnografi adalah suatu bentuk metodologi yang berfokus pada makna sosiologi melalui observasi lapangan tertutup dari fenomena sosiokultural. Etnografi adalah penjelasan tentang budaya dengan maksud untuk mempelajari dan memahami tentang kehidupan individu. Etnografi berarti belajar dari orang, yang menjelaskan secara langsung dari kultur dan subkultur individu tersebut. Bentuk etnografi sendiri ada 4 jenis, yaitu: (1) etnografi klasik; (2) etnografi sistematis; (3) etnografi *interpretative* atau *hermeneutic ethnography* adalah untuk menemukan arti dari interaksi sosial yang diamati; dan (4) *critical ethnography* yang dilakukan untuk mengkritik teori, peneliti dan anggota dari budaya (Spradley, 1980). Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini sendiri telah dirintis sejak 2019, dengan pelatihan dan pendampingan bidang lingkungan hidup sebagai salah satu milestones yang hendak dicapai oleh tim pelaksana bersama mitra. Tim pelaksana telah mengimplementasikan etnografi klasik untuk menggali lebih dalam permasalahan sosial-budaya di Tegaren. Salah satu hasil dari observasi etnografi klasik tersebut adalah terkuaknya permasalahan masyarakat yang menua (*aging society*) di Tegaren.

Pengukuran dampak atau *impact measurement* merupakan konsep yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan, pada berbagai tahap inisiatif atau program pengembangan. Konsep pengukuran dan pengelolaan dampak menarik perhatian publik dengan Proyek Pengukuran Dampak (*Social Impact Project*). Pendekatan ini melibatkan pengakuan dampak positif dan negatif yang dimiliki bisnis terhadap masyarakat dan lingkungan (Epstein, 2008). Pada intinya, pengukuran dampak melibatkan penilaian dampak sosial, lingkungan, dan ekonomi dari tindakan organisasi. Pengukuran dampak melampaui metrik tradisional untuk menangkap perubahan

nyata yang dialami oleh para pemangku kepentingan. Pengukuran dampak adalah proses penelitian berbasis bukti yang digunakan oleh organisasi untuk memahami dampak jangka panjang, positif, dan berkelanjutan (Ebrahim, 2005).

Metode pengukuran dampak sosial mempunyai arti penting secara praktis dan teoritis, sistem untuk melakukan hal tersebut belum dikembangkan. Beberapa peneliti hanya merujuk pada dampak sosial ketika dampak tersebut mencakup dampak positif, negatif, yang disengaja dan tidak disengaja, peneliti lain hanya merujuk pada dampak positif yang diharapkan. Sejak tahun 1990 dan seterusnya, banyak metode telah dikembangkan untuk mengukur dampak sosial. Penelitian literatur, penelusuran internet, dan informasi para ahli menghasilkan daftar tiga puluh metode pengukuran dampak sosial melalui metode penelitian kuantitatif. Beberapa metode telah dikembangkan adalah SROI, OASIS, SCBA, dan LEM metode ini biasa digunakan untuk perusahaan nirlaba atau pemerintah (Impact Institute, 2022). Metode lain yang biasa digunakan perusahaan nirlaba adalah SRA, ACAFI, TBL, MIF, dan BACO (Impact Institute, 2022). Biasanya suatu metode hanya dikembangkan untuk jenis organisasi tertentu, saat ini metode tersebut dapat digunakan dan diadaptasi untuk jenis organisasi lain. Seperti contoh penggunaan SROI adalah contoh bagus dari metode yang awalnya dikembangkan untuk organisasi nirlaba dan saat ini semakin banyak digunakan oleh perusahaan berkeuntungan.

## HASIL

Penjelasan tentang hasil pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan di Tegaren disajikan berdasarkan empat tahapan, yaitu persiapan, pelaksanaan program, evaluasi, dan improvisasi program yang akan dijelaskan pada sub-bab berikut ini:

### 1. Persiapan

Tahapan pertama yang dilakukan pada kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah melakukan persiapan berupa sosialisasi dan pengukuran kesiapan pelaksanaan di desa Tegaren. Sosialisasi ini dilaksanakan dengan mengundang perwakilan pengurus Bank Sampah Induk Insan Berdaya dan perwakilan masing-masing rumah di RT. 02,

Dusun Krajan, Tegaren. Selain itu, dalam memberikan sosialisasi, tim pelaksana juga mendatangi rumah warga dengan teknik door-to-door. Adapun berikut adalah dokumentasi visual sosialisasi kepada masyarakat RT. 02, Dusun Krajan, Tegaren, yang ditunjukkan pada Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Dokumentasi survei lapangan.  
(Sumber: dokumentasi primer tim pelaksana, 2024)

Hasil dari survei lapangan yakni adanya permintaan terkait jenis pilihan sampah, sampah dibedakan menjadi sampah organik dan anorganik, selain itu sistem diharapkan dapat merekam berat sampah yang adakan diserahkan, dan dilengkapi dengan fitur upload foto ke dalam database sistem.

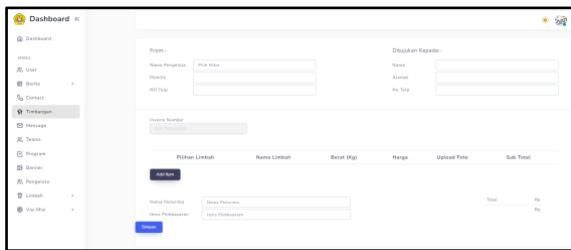
### 2. Pelaksanaan Program

Tim pengabdian pada masyarakat memberikan pelatihan terpadu dan pendampingan pengelolaan sampah dari rumah kepada masyarakat RT. 02 di Desa Tegaren. Pendampingan ini tidak hanya memberikan pemahaman mengapa mengelola sampah itu penting, tapi juga bagaimana membentuk rutinitas pencatatan volume sampah yang dikelola, output, dan outcome dari pengelolaan sampah tersebut. Gambar 5 menampilkan dokumentasi dari pelaksanaan pelatihan dan pendampingan warga.



Gambar 5. Pelaksanaan pelatihan dan pendampingan warga. (Sumber: dokumentasi primer tim pelaksana, 2024)

Program selanjutnya adalah pembuatan aplikasi berbasis website untuk pengelolaan sampah berupa bank sampah digital yang dapat diakses pada link [hitung sampah desa bersihdesa.com](https://hitungsampahdesa.bersihdesa.com) dan tampilan website bank sampah dapat dilihat pada Gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Tampilan laman web bank sampah digital. (Sumber: dokumentasi primer tim pelaksana, 2024)

### 3. Evaluasi Pelaksanaan

Tahap evaluasi pelaksanaan dilakukan secara luring di Desa Tegaren. Pada tahap ini, tim pelaksana mengikuti Forum Rembuk Desa Wisata Tegaren yang diadakan oleh Pokdarwis Banyu Lumut Tegaren di salah satu kediaman warga RT. 05, Dusun Krajan, Desa Tegaren. Agenda forum ini merupakan agenda bulanan dari Pokdarwis Banyu Lumut Tegaren. Ketika forum berlangsung, tim pelaksana memaparkan hasil pelatihan dan pendampingan terhadap masyarakat RT. 02, Dusun Krajan, Desa Tegaren, kepada semua undangan yang hadir. Salah satu masukan disampaikan oleh Bapak Supriyadi, selaku Ketua BPD (Badan Permusyawaratan Desa) Desa Tegaren, menyampaikan bahwa meskipun pendampingan dan pelatihan telah dilakukan, namun tidak bisa dipungkiri

bahwa masyarakat Desa Tegaren tetap membutuhkan pendampingan berkala dari tim pelaksana sebagaimana yang telah dilakukan selama ini.

### 4. Improvisasi Program

Setelah memaparkan hasil pelatihan dan pendampingan selama program, tim pelaksana dengan para peserta forum sepakat untuk menindaklanjuti program dengan pendampingan berkala yang dilakukan setiap dua (2) bulan sekali di Desa Tegaren. Pendampingan ini bertujuan untuk memastikan bahwa masyarakat Desa Tegaren dapat benar-benar memahami fungsi dan manfaat adanya aplikasi digital bank sampah. Selain itu, tim pelaksana juga berencana melakukan iterasi terhadap program yang sudah dijalankan secara berkala. Iterasi tersebut dapat diwujudkan dalam bentuk penelitian maupun program pengabdian kepada masyarakat yang lainnya di Desa Tegaren.

## PEMBAHASAN

Manifestasi *smart village* pada desa wisata di Indonesia tentunya memiliki beragam hasil. Dengan enam (6) pilar *smart village*, yakni *smart people*, *smart government*, *smart economic*, *smart environment*, dan *smart living*, beberapa desa atau desa wisata memiliki karakteristik, kontur wilayah, dan demografi yang berbeda-beda. Berdasarkan observasi tim pelaksana yang dilakukan dengan pendekatan PRA, Desa Tegaren memiliki kontur wilayah dengan karakter semi-perbukitan. Setengah wilayah Desa Tegaren berada di dataran rendah, dan setengah daerah di Tegaren berada di bawah bukit atau berupa lembah. Dengan kontur wilayah seperti itu, menjadi sangat konvensional dengan postur demografi Tegaren yang memiliki banyak penduduk dengan mata pencaharian sebagai petani dan buruh tani. Demografi Tegaren juga termasuk demografi yang sudah dan semakin menua. Banyak sekali pemuda-pemudi desa yang keluar dari Tegaren dan mencari peruntungan di luar desa, luar pulau Jawa, dan bahkan ke luar negeri.

Selain wilayah dan demografi, perbedaan hasil manifestasi *smart village* di berbagai macam desa wisata juga dipengaruhi oleh ekonomi sebuah daerah dan keperbhikan politik desa setempat. Kabupaten Trenggalek merupakan sebuah daerah di Jawa Timur yang menaruh

perhatian besar terhadap peningkatan kapasitas dan kapabilitas sumber daya manusia terutama pada sektor pariwisata. Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Kabupaten Trenggalek seringkali mengadakan pelatihan dan pendampingan untuk mengembangkan desa wisata di Kabupaten Trenggalek. Namun demikian, belum ada sosialisasi dan publikasi terkait sumbangan sektor pariwisata terhadap PAD (Pendapatan Asli Daerah) untuk Kabupaten Trenggalek. Hal ini perlu diteliti lebih lanjut karena akan dapat memberikan gambaran dan arahan terkait pilar *smart economic* dan *smart government*. Berdasarkan penjelasan-penjelasan sebelumnya, maka artikel pengabdian kepada masyarakat ini dibahas dengan dua dimensi, yakni sumber daya manusia dan lingkungan serta ekonomi dan pemerintahan.

Hal pertama yang dilakukan oleh tim pelaksana tentunya adalah observasi yang menggunakan pendekatan *participatory rural appraisal*. Tim pelaksana program menggunakan metode ini berdasarkan pengalaman selama lima (5) tahun mendampingi Desa Tegaren. Program digitalisasi bank sampah, simulasi, dan edukasi pengelolaan sampah direncanakan dan dilaksanakan untuk mendukung penguatan Desa Tegaren sebagai salah satu penerima anugerah Adipura Desa dari pemerintah Kabupaten Trenggalek. Observasi dilakukan karena dengan demografi yang semakin menua dan bermata pencaharian utama sebagai petani/buruh tani, Desa Tegaren bukan desa yang bisa dengan mudah beradaptasi dengan teknologi digital dan pengelolaan sampah yang modern. Oleh karena itu, tim pelaksana kegiatan perlu melakukan observasi lebih lanjut agar program digitalisasi bank sampah, simulasi, dan edukasi pengelolaan sampah lebih tepat sasaran dan meminimalisir kegagalan program.

Sebagaimana desa lainnya di Kabupaten Trenggalek, dan mungkin desa-desa di Indonesia, Tegaren belum memiliki sistem pengelolaan modern untuk pengelolaan sampah. Baik sampah organik maupun anorganik masih berakhir di pembakaran depan atau belakang pekarangan rumah warga desa. Menurut keterangan Bapak Maryanto, salah seorang pengelola sampah desa di Tegaren, selama

ini pemerintah desa telah berusaha memberikan fasilitas dan motivasi kepada warga Desa Tegaren dalam pembentukan dan pengelolaan sampah yang lebih sistematis dan modern, seperti pengadaan gerobak sampah dengan motor, tempat sampah dengan beberapa jenis, serta pengadaan petugas pembersih desa. Namun untuk perkembangan pengelolaan sampah yang sistematis masih belum juga tercapai. Maryanto menyebut hanya RT. 02 dan RT. 05 dari 12 RT yang ada yang termasuk rutin membayar iuran pengelolaan sampah yang terkelola oleh desa. Iuran tersebut merupakan iuran swadaya masyarakat berdasarkan kesepakatan antara desa dan masyarakat. Adapun kesepuluh RT (rukun tetangga) lainnya di Desa Tegaren masih merasa keberatan dengan adanya iuran swadaya sebesar Rp 2.000,- per rumah.

Dengan kondisi sebagaimana yang sudah dijelaskan sebelumnya, maka tim pelaksana menerima cukup justifikasi untuk melaksanakan program dengan fokus lokasi implementasi di RT. 02, Dusun Krajan, Desa Tegaren. RT. 02 dipilih karena RT ini merupakan RT yang memiliki disiplin dan kemauan yang lebih tinggi untuk mengelola sampah mereka secara kolektif ketimbang RT yang lainnya. Kondisi tersebut dikonfirmasi oleh Nita, salah satu pengurus pengelolaan sampah di RT. 02, Dusun Krajan, Desa Tegaren. Kondisi ini juga mencerminkan bagaimana sumber daya manusia dan aspek lingkungan yang ada di RT. 02, Dusun Krajan, Desa Tegaren yang lebih mendukung (karena memiliki kesadaran, kepedulian, dan kolektivitas yang lebih tinggi) ketimbang RT lainnya di Desa Tegaren.

## ISI HASIL DAN PEMBAHASAN

Edukasi pengelolaan sampah di RT. 02, Dusun Krajan, Desa Tegaren, dilakukan sebanyak lima (5) kali dalam rentang waktu tiga bulan yang melibatkan 1 petugas kebersihan desa, 2 anggota pengelola sampah RT. 02 Desa Tegaren, dan 8 pembantu lapangan untuk melakukan simulasi pengelolaan sampah dari rumah. Edukasi dilakukan di kediaman Ibu Sutrianik, Balai Desa Tegaren, dan juga kediaman Bapak Maryanto. Edukasi yang dilakukan oleh tim pelaksana tidak hanya bersifat satu arah saja, tim pelaksana juga meminta

informasi dari warga RT. 02 Desa Tegaren perihal sistem pengelolaan sampah yang sudah dijalankan di RT. 02 Desa Tegaren sehingga tim pelaksana dapat mengukur sejauhmana program edukasi dan simulasi pengelolaan sampah akan dilakukan.

Setelah melakukan edukasi kepada warga RT. 02 Desa Tegaren, tim pelaksana program pengabdian kepada masyarakat kemudian melanjutkan dengan program simulasi pengelolaan sampah dari rumah. Simulasi dilakukan pada sore hari menuju malam hari. Waktu tersebut dipilih tim pelaksana karena menyesuaikan dengan agenda pengelolaan sampah rutin dari Bapak Maryanto. Selama pelaksanaan simulasi, tim pelaksana mendapatkan bahwa 95% dari sampah yang diambil dari rumah warga RT. 02 Desa Tegaren adalah sampah organic, seperti sisa makanan, sayuran, dan sisa buah yang tidak termakan. Tim pelaksana juga mendapatkan bahwa terdapat beberapa warga RT. 02 yang berkenan jika sampah-sampah tersebut dialihkan ke kediaman mereka untuk dijadikan pakan ayam, bebek, dan ikan.

Sementara itu secara paralel, tim pelaksana lainnya juga merancang dan terus memperbaiki aplikasi bank sampah digital berbasis web. Pada awalnya tim pelaksana merancang aplikasi digital tersebut dengan konten yang detail, mulai dari nama dan alamat pemberi sampah, tanggal dilakukannya setoran sampah, jenis sampah, berat/massa sampah yang disetorkan, dan konversi sampah menjadi rupiah. Namun, seiring dengan temuan-temuan tim lapangan, tim pelaksana program sepakat untuk lebih menyederhanakan aplikasi bank sampah digital untuk Desa Tegaren. Berdasarkan hasil temuan di lapangan, warga RT. 02 Desa Tegaren masih perlu melakukan adaptasi digital pada tahapan yang paling awal untuk pengelolaan sampah, yakni pencatatan digital. Oleh karenanya, tim pelaksana kemudian merancang aplikasi bank sampah digital yang lebih sederhana dan diperuntukkan untuk mengukur volume sampah yang berhasil dikelola oleh tim kebersihan desa di Tegaren. Adapun tim pelaksana telah berkoordinasi kepada perangkat Desa Tegaren, BPD Desa Tegaren, BUMDes Sugih Arto Tegaren, serta pengelola kebersihan di Desa Tegaren bahwa aplikasi bank sampah digital akan dikelola bersama oleh Desa Tegaren dan

tim pelaksana serta memperbantukan tenaga dari komunitas lokal sekitar.

## PENUTUP

Desa Tegaren yang berkolaborasi dengan tim pelaksana program pengabdian kepada masyarakat telah bersama-sama membangun kesadaran dan program pengelolaan sampah di Desa Tegaren untuk memacu semangat warga Tegaren dalam berprestasi. Dengan demografi menua, bermata pencaharian sebagai petani/buruh tani, serta kesadaran akan kebersihan lingkungan yang masih minim, tim pelaksana program pada akhirnya memutuskan untuk mewujudkan manifestasi *smart village* pada Tegaren dengan tiga kegiatan utama, yakni edukasi pengelolaan sampah dari rumah (yang mencakup aspek *smart people* dan *smart environment*), simulasi dan implementasi pengelolaan sampah dari rumah (yang mencakup aspek *smart government*), serta digitalisasi bank sampah (yang mencakup *smart environment* dan *smart government*).

Pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat di Tegaren terbagi menjadi tiga bentuk, yakni edukasi, simulasi, dan digitalisasi pengelolaan sampah pedesaan. Edukasi dan simulasi pengelolaan sampah dari rumah dilakukan oleh tim pelaksana kepada warga RT. 02, Dusun Krajan, Desa Tegaren. Edukasi pengelolaan sampah dimulai dengan pemaparan materi tentang pentingnya pengelolaan sampah dari rumah, bahaya sampah plastik, sampai pengenalan digitalisasi pengelolaan sampah. Sedangkan digitalisasi pengelolaan sampah dilakukan oleh tim pelaksana bersama perangkat Desa Tegaren, BPD Desa Tegaren, BUMDes Sugih Arto Tegaren, serta pengelola kebersihan di Desa Tegaren. Dari kesemuanya, tim pelaksana kegiatan program pengabdian kepada masyarakat berhadap manifestasi *smart village* di Desa Tegaren tidak selesai dengan diselesaikannya program edukasi, simulasi, dan digitalisasi pengelolaan sampah.

Tim pelaksana program melihat bahwa program manifestasi *smart village* di Desa Tegaren melalui edukasi, simulasi, dan digitalisasi pengelolaan sampah sebenarnya bisa dikorelasikan dengan predikat desa wisata yang juga dimiliki oleh Desa Tegaren. Pariwisata yang erat sekali kaitannya dengan Sapta Pesona, dapat menjalin sebuah simbiosis mutualisme

dengan keberlanjutan lingkungan (*environmental sustainability*) termasuk didalamnya adalah pengelolaan sampah terpadu. Oleh karena itu, salah satu target internal tim pelaksana program pada periode-periode berikutnya adalah sinkronisasi aspek kepariwisataan dengan keberlanjutan lingkungan yang juga menguatkan pilar-pilar dari konsep *smart village*. Tim pelaksana program sangat berharap adanya kolaborasi dari pihak lain dalam mengembangkan gagasan dan dampak sosial yang ingin dicapai, termasuk salah satunya adalah pemberdayaan masyarakat desa melalui manifestasi konsep *smart village*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Donuma, K. U., Ma, L., Bu, C., George, L., Gashau, M., & Suleiman, A. O. (2024). Environmental and human health risks of indiscriminate disposal of plastic waste and sachet water bags in Maiduguri, Borno State Nigeria. *Waste Management Bulleting*, Vol. 2, Issue. 2, 130-139.
- DPKPKLH, D. P. (2024, Juli 10). Dokumen Informasi Kinerja Pengolahan Lingkungan Hidup Daerah Kabupaten Trenggalek. Diambil kembali dari trenggalekkab.go.id: <https://trenggalekkab.go.id/article/pengumuman/dokumen-informasi-kinerja-pengolahan-lingkungan-hidup-daerah-kabupaten-trenggalek>.
- Dwiridotjahjono, J., Wibowo, P., & Nuryananda, P. F. (2020). Bamboonomic: Ekonomi Bambu Pendukung Desa Wisata Tegaren. *Jurnal Master Pariwisata*, Vol. 6, No. 2, <https://doi.org/10.24843/JUMPA.2020.v06.i02.p01>.
- Ebrahim, A. (2005). NGOs and Organizational Change: Discourse, Reporting, and Learning. Cambridge: Cambridge University Press.
- Elamin, M. Z., Tahirah, T., Suci, Y. C., Mahendra, D., Rohmawati, R. A., Nafisa, I. F., . . . Bhagaskara, P. A. (2018). Analysis of Waste Management in The Village of Disanah, District of Sresek Sampang, Madura. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, Vol. 10, No. 4.
- EPA, E. P. (2024, July 8). Wastes. Diambil kembali dari www.epa.gov: <https://www.epa.gov/report-environment/wastes>.
- Epstein, M. J. (2008). Making sustainability work: Best practices in managing and measuring corporate social, environmental, and economic impacts. Sheffield: Greenleaf Publishing Limited.
- Hariandja, M. T. (2002). Manajemen Sumber Daya Manusia. Jakarta: PT. Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Herdiana, D., Heriyana, R., & Suhaerawan, R. (2019). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Gerakan Literasi Perdesaan di Desa Cimanggu Kabupaten Bandung Barat. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 4(4), 431-442.
- Impact Institute, I. I. (2022, Februari 17). What is impact measurement? Four essential steps. Diambil kembali dari www.impactinstitute.com.au: <https://www.impactinstitute.com.au/blog/what-is-impact-measurement/>.
- KLHK, K. L. (2023). CAPAIAN KINERJA PENGELOLAAN SAMPAH. Diambil kembali dari sipsn.menlhk.go.id: <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/capaian>.
- Lestari, A. M. (2023). Efisiensi Pengelolaan Sampah TPS3R sebagai Upaya Pengurangan Timbulan Sampah di Jawa Timur Tahun 2022. Diambil kembali dari repository.unair.ac.id: [https://repository.unair.ac.id/130662/1/Anetya%20Martiadevi%20Lestari\\_102011133077\\_Revisi%20Laporan%20Magang\\_compressed.pdf](https://repository.unair.ac.id/130662/1/Anetya%20Martiadevi%20Lestari_102011133077_Revisi%20Laporan%20Magang_compressed.pdf).
- Mikkelsen, B. (2011). Metode Penelitian Partisipatoris dan Upaya Pemberdayaan. Jakarta: Penerbit Obor.
- Missouri, R., Annafi, N., Lukman, L., Khairunnas, K., Mutmainah, S., Fathir, F., & Alamin, Z. (2023). PENINGKATAN KESADARAN DAN PARTISIPASI MASYARAKAT MELALUI PELATIHAN PENGELOLAAN SAMPAH. Taroa: *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, Vol. 2, No. 2.
- Olofson, H. (1985). Rapid Rural Appraisal For Social Forestry in a Philippine Community. *Journal Philippine*

- Quarterny Culture and Society, 13(3), 198–220.
- Nurlia, S. (2023, Oktober 31). Telaah Kondisi Terkini TPA di Indonesia: Solusi atau Ancaman? Diambil kembali dari unair.ac.id: [https://unair.ac.id/telaah-kondisi-terkini\(tpa-di-indonesia-solusi-atau-ancaman/](https://unair.ac.id/telaah-kondisi-terkini(tpa-di-indonesia-solusi-atau-ancaman/).
- Nuryananda, P. F., Mijiarto, J., Alawi, A. M., & Wahyuni. (2023). Desa Wisata Tegaren: Sadewa, Jadesta, ADWI dan Persepsi Sosial Publik terhadap Kemajuan Desa Wisata. Tourism Scientific Jurnal, Vol. 8, No. 2, <https://doi.org/10.32659/tsj.v8i2.221>.
- Nuryananda, P. F., Suksmawati, H., & Rahmatin, L. S. (2023). Kesadaran Komunitas Lokal Untuk Pengembangan Pariwisata Inklusif di Desa Tegaren, Trenggalek. Karya Unggul: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat, 3(1), <https://www.ojs.atds.ac.id/index.php/karyaunggul/article/view/196>.
- Saputra, A., & Fatmala, I. A. (2022). Pelatihan Pengelolaan Bank Sampah dan Manajemen Keuangan Rumah Tangga . Jurnal Pengabdian Masyarakat Wiryakarya, Vol. 1, No. 2.
- Spradley, J. (1980). Participant Observation. New York: Holt, Rinehart, and Winston.
- Sugiyono. (2017). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Sulistyorini, N. R., Darwis, R. S., & Gutama, A. S. (2015). Partisipasi Masyarakat dalam Pengelolaan Sampah di Lingkungan Margaluyu Kelurahan Cicurug.
- Sunari, R., & Nurhayati, S. (2023). Community Environmental Education Through A Local Knowledge-Based Learning Program On Plastic Waste Management. Journal on Education. Vol. 5, No. 4, 13093-13099.
- WHO, W. H. (2023, September 13). Drinking-water. Diambil kembali dari www.who.int: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>.