



Evaluasi Efektivitas Pengelolaan Sampah TPS 3R Melalui Pemilahan dari Sumber

Fara Nesya Ananditya^{1*}, Dian Dinanti², Mustika Anggraeni³

¹⁻³Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Indonesia

Email: faranesya77@student.ub.ac.id¹, dinanti@ub.ac.id², m.anggraeni@ub.ac.id³

*Penulis Korespondensi: faranesya77@student.ub.ac.id

Abstract: *Urban waste management has become a complex challenge due to population growth, urbanization, and economic activities contributing to higher waste generation. Effective waste management systems are required to reduce waste disposed at final disposal sites. This study aims to evaluate the effectiveness of waste management at the TPS 3R Pedalangan Bersinar facility in Semarang City by examining waste separation from the source. The research applied a quantitative approach using mass balance analysis to assess the balance between incoming waste, processed waste, and residual waste in the system. Primary data were collected through field observations, interviews, and operational monitoring for six consecutive days, while secondary data were obtained from the Semarang Environmental Agency. Results show community-based waste banks in Pedalangan demonstrate a high level of effectiveness with a recovery factor reaching 100%, indicating optimal recycling performance and strong community participation. Meanwhile, the TPS 3R facility processes an average waste volume of 16.61 m³/day with reduction of 10.32 m³/day and residual waste of 6.29 m³/day, resulting in a recovery factor of approximately 0.62 categorized as moderate effectiveness. Therefore, strengthening household waste separation, improving operational management, and increasing community participation are recommended to enhance waste reduction and support sustainable urban waste management systems.*

Keywords: *Mass Balance; Recycle Facility; Reduce; Reuse; Waste Management.*

Abstrak: Pengelolaan sampah perkotaan telah menjadi tantangan yang kompleks akibat pertumbuhan penduduk, urbanisasi, dan aktivitas ekonomi yang berkontribusi terhadap meningkatnya timbulan sampah. Sistem pengelolaan sampah yang efektif diperlukan untuk mengurangi jumlah sampah yang dibuang ke tempat pembuangan akhir. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas pengelolaan sampah di fasilitas TPS 3R Pedalangan Bersinar di Kota Semarang dengan meninjau pemilahan sampah dari sumbernya. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan analisis neraca massa untuk menilai keseimbangan antara sampah yang masuk, sampah yang diproses, dan sampah residu dalam sistem. Data primer dikumpulkan melalui observasi lapangan, wawancara, dan pemantauan operasional selama enam hari berturut-turut, sedangkan data sekunder diperoleh dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bank sampah berbasis masyarakat di Pedalangan memiliki tingkat efektivitas yang tinggi dengan faktor pemulihan (recovery factor) mencapai 100%, yang menunjukkan kinerja daur ulang yang optimal serta partisipasi masyarakat yang kuat. Sementara itu, fasilitas TPS 3R mengolah rata-rata volume sampah sebesar 16,61 m³/hari dengan pengurangan sebesar 10,32 m³/hari dan sampah residu sebesar 6,29 m³/hari, sehingga menghasilkan recovery factor sekitar 0,62 yang dikategorikan sebagai efektivitas sedang. Oleh karena itu, penguatan pemilahan sampah rumah tangga, peningkatan manajemen operasional, serta peningkatan partisipasi masyarakat direkomendasikan untuk meningkatkan pengurangan sampah dan mendukung sistem pengelolaan sampah perkotaan yang berkelanjutan.

Kata Kunci: Fasilitas Reduce; Neraca Massa; Pengelolaan Sampah; Recycle; Reuse.

1. LATAR BELAKANG

Permasalahan sampah merupakan isu lingkungan yang semakin kompleks di kawasan perkotaan seiring dengan pertumbuhan penduduk, urbanisasi, dan peningkatan aktivitas ekonomi (Fitri et al., 2025). Kondisi ini menyebabkan peningkatan timbulan sampah yang signifikan sehingga memerlukan sistem pengelolaan yang efektif agar tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat. Di Indonesia, pengelolaan sampah masih menjadi tantangan, terutama pada aspek pemilahan sampah dari sumber yang

belum optimal sehingga menghambat proses pengolahan selanjutnya (Arkum et al., 2023). Sistem pengelolaan sampah yang efektif memerlukan pengelolaan terintegrasi mulai dari pengumpulan, pemilahan, pengangkutan, pengolahan hingga pembuangan akhir (Novilya Kilis; Evi E. M., 2023). Pemilahan sampah sejak dari sumber menjadi tahap penting karena dapat mempermudah proses pengolahan serta meningkatkan potensi pemanfaatan kembali dan daur ulang material bernilai ekonomis (Saputro, 2023). Selain itu, Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah menekankan pentingnya pengurangan sampah dari sumber melalui pendekatan terpadu yang melibatkan partisipasi masyarakat (Ambina, 2019). Salah satu implementasinya adalah penerapan sistem pengelolaan sampah berbasis 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) melalui TPS 3R untuk mengurangi volume sampah yang berakhir di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) (Winarko et al., 2023).

Keberhasilan pengelolaan sampah berbasis 3R tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan fasilitas, tetapi juga dipengaruhi oleh partisipasi masyarakat dalam melakukan pemilahan sampah di tingkat rumah tangga (Wardani et al., 2026). Partisipasi masyarakat menjadi faktor penting karena pemilahan dari sumber akan menentukan kualitas sampah yang masuk ke fasilitas pengolahan (Insani, 2024). Selain itu, ketersediaan sarana dan prasarana seperti alat pengolahan, mesin pencacah, fasilitas pengomposan, serta sistem pengangkutan yang memadai turut mendukung efektivitas operasional TPS 3R (Giovanni et al., 2022). Apabila fasilitas tersebut tidak memadai atau tidak dimanfaatkan secara optimal, maka proses pengolahan sampah tidak berjalan maksimal dan sebagian besar sampah tetap berakhir di TPA (Zakianis et al., 2019). Oleh karena itu, pendekatan pengelolaan sampah yang komprehensif dan kolaboratif diperlukan untuk meningkatkan efektivitas sistem pengelolaan sampah perkotaan (Julia Lingga et al., 2024).

Kota Semarang sebagai salah satu kota besar di Indonesia juga menghadapi tantangan dalam pengelolaan sampah perkotaan. Salah satu fasilitas pengolahan sampah yang dikembangkan adalah TPS 3R Pedalangan Bersinar yang berada di Kelurahan Pedalangan, Kecamatan Banyumanik. Fasilitas ini dibangun pada tahun 2021 sebagai upaya meningkatkan kemandirian pengelolaan sampah di tingkat kelurahan (Hartatik, 2023). Wilayah Pedalangan mengalami peningkatan aktivitas permukiman dan komersial karena kedekatannya dengan kawasan pendidikan di Kecamatan Tembalang. Kondisi tersebut mendorong pertumbuhan rumah kos, restoran, dan kafe yang turut meningkatkan timbulan sampah dari sektor domestik maupun non-domestik. Peningkatan timbulan sampah tersebut berpotensi menambah beban TPA Jatibarang yang kapasitasnya semakin terbatas (Harjanti & Anggraini, 2020).

Dalam konteks pengelolaan sampah perkotaan, sistem berbasis 3R diyakini mampu menekan volume sampah yang menuju TPA sekaligus mendukung pengelolaan lingkungan yang lebih berkelanjutan(Alfianto et al., 2024). Namun implementasinya masih menghadapi kendala, terutama rendahnya kesadaran masyarakat dalam melakukan pemilahan sampah serta keterbatasan fasilitas pengolahan(Jeff, 2024). Pada TPS 3R Pedalangan Bersinar, kapasitas pengolahan sampah yang tersedia belum sepenuhnya mampu mengimbangi jumlah timbulan sampah harian sehingga sebagian sampah masih dialihkan ke TPA. Di sisi lain, keberadaan Bank Sampah Sakura di Kelurahan Pedalangan menjadi potensi dalam mendukung penguatan sistem pemilahan sampah dari sumber melalui partisipasi masyarakat(Ihsan et al., 2025). Namun tingkat partisipasi masyarakat dalam pemilahan sampah masih relatif rendah sehingga beban pengolahan pada TPS 3R menjadi semakin besar(Hartatik, 2023). Kondisi ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa banyak fasilitas TPS 3R di Indonesia belum beroperasi optimal akibat berbagai kendala operasional dan manajerial(Yassindra, 2021).

Berdasarkan kondisi tersebut, peningkatan timbulan sampah di kawasan permukiman dan aktivitas komersial di Kelurahan Pedalangan menuntut adanya pengelolaan sampah yang lebih efektif dan berkelanjutan. Pertumbuhan penduduk serta perkembangan aktivitas ekonomi turut meningkatkan volume sampah yang harus dikelola oleh TPS 3R(Maksar, 2025). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas pengelolaan sampah pada TPS 3R Kelurahan Pedalangan melalui perbandingan antara sampah yang telah dipilah dari sumber dan sampah yang belum dipilah, serta menentukan prioritas perbaikan yang diperlukan untuk meningkatkan efektivitas pengolahan sampah dan mendukung sistem pengelolaan sampah perkotaan yang lebih berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian Evaluasi Efektivitas Pengelolaan Sampah TPS 3R Berbasis Pemilahan dari Sumber di TPS 3R Pedalangan Bersinar, Kota Semarang adalah penelitian kuantitatif. karena data yang dikumpulkan berupa data numerik baik dari data primer maupun data sekunder yang digunakan sebagai input dalam analisis mass balance untuk mengetahui keseimbangan antara jumlah timbulan sampah yang masuk dengan jumlah sampah yang dapat direduksi melalui proses pengolahan di TPS 3R. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini berkaitan dengan sistem pengelolaan sampah pada TPS 3R yang digunakan untuk menganalisis efektivitas pengelolaan sampah adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Variabel Penelitian.

Variabel	Sub Variabel	Sumber Pustaka
Timbulan sampah	<ul style="list-style-type: none"> - Volume sampah yang masuk ke TPS 3R - Komposisi sampah - <i>Recovery Factor</i> - Skala Pelayanan - Kapasitas TPS 3R 	<ul style="list-style-type: none"> - Petunjuk Teknis TPS 3R - SNI 19- 2454-2002 - SNI 03- 3242-2008
Sistem Pengumpulan	<ul style="list-style-type: none"> - Jenis Lokasi - pengumpulan sampah - Sarana pengumpulan sampah - Jumlah frekuensi pengumpulan sampah - Pola pengumpulan sampah 	<ul style="list-style-type: none"> - SNI 19-3964-1994 - Permen-PU No.13 Tahun 2013 - Tchobanoglous (1993)
Sarana pemindahan sampah	<ul style="list-style-type: none"> - Lokasi pemindahan sampah - Sarana pemindahan sampah - Pola pemindahan sampah 	
Sistem Pengolahan	<ul style="list-style-type: none"> - Sarana Pengolahan - Kegiatan Pemilahan/ Pengolahan - Sarana Pemilahan - Prasarana Pemilahan - Jenis sampah volume terpilah - Volume Sampah dikelola - Produksi Kompos - Bank Sampah 	
Sistem Pengangkutan	<ul style="list-style-type: none"> - lokasi Pengangkutan - Sarana Pengangkutan - Frekuensi Pengangkutan - Volume residu 	
Sarana Pemilahan	<ul style="list-style-type: none"> - Pewadahan Sampah - Meja sortir - Alat pelindung diri - Mesin pencacah 	<ul style="list-style-type: none"> - Permen PU No.13 Tahun 2013 - Permen LH No.13 Tahun 2012
Prasarana Pemilahan	<ul style="list-style-type: none"> - Area pemilahan/separasi - Bank Sampah 	
Sumber Daya Manusia (SDM) Pemilahan Partisipasi	<ul style="list-style-type: none"> - Lembaga Pengelola TPS 3R - Tenaga Kerja TPS 3R - Pemilahan oleh Masyarakat - Iuran Masyarakat - Dampak Ekonomi (Pendapatan dari hasil sortir) - Pengembangan Pelanggan 	<ul style="list-style-type: none"> - Petunjuk Teknis TPS 3R

Pengumpulan data dilakukan melalui survei primer dan sekunder. Survei primer dilaksanakan dengan pengamatan langsung selama enam hari berturut-turut di TPS 3R Pedalangan Bersinar, Kota Semarang, sesuai dengan hari operasional yang berlangsung enam hari dalam seminggu. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, kuesioner, dan dokumentasi untuk memperoleh informasi mengenai proses pengumpulan, pemilahan, pengolahan, serta kondisi sarana dan prasarana pengelolaan sampah. Survei sekunder dilakukan melalui studi literatur dan pengumpulan data dari Dinas Lingkungan Hidup Kota

Semarang, meliputi data timbulan, komposisi, dan volume sampah yang masuk ke TPS 3R serta partisipasi masyarakat dan kegiatan bank sampah. Penentuan narasumber menggunakan teknik purposive sampling, yaitu pihak yang terlibat langsung dalam pengelolaan sampah. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode mass balance untuk mengevaluasi efektivitas pengelolaan sampah. Perhitungan timbulan sampah menggunakan metode *Count Load Analysis* dengan menghitung jumlah kendaraan pengangkut sampah yang masuk selama periode pengamatan untuk memperoleh estimasi volume timbulan sampah harian ($m^3/hari$).

$$Generation Rate = Rit \times V \times D \quad (1)$$

Keterangan:

Generation Rate : Jumlah Sampah (kg/hari)

Rit : Jumlah Perjalanan Kendaraan Pengangkutan (rit/hari)

D : Densitas Massa Jenis Sampah (kg/m^3)

V : Volume Gerobak (m^3)

Komposisi sampah dianalisis menggunakan data sekunder dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang yang bersumber dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) tahun 2025 yang menunjukkan proporsi jenis sampah di wilayah studi. Persentase komposisi sampah dihitung berdasarkan berat sesuai SNI 19-3964-1994, sedangkan klasifikasi berat jenis sampah mengacu pada Tchobanoglous (1993). Selanjutnya perhitungan capaian reduksi sampah dan potensi reduksi menggunakan analisis *Mass Balance* yang dapat dihitung dengan persamaan berikut.

Tabel 2. Analisis *Mass Balance*.

Jenis Sampah	Berat Sampah (kg)	Sampah berat	<i>Recovery Factor (Rf)</i> (%)	Berat Reduksi (kg)	Berat Residu (kg)
Kertas	Besar sampah	berat	Pengukuran jumlah sampah terpilah yang dijadikan sebagai kompos	Perkalian antara berat sampah dengan <i>Rf</i> kemudian dibagi dengan 100%	Berat Sampah (kg) dikurangi dengan Berat R (kg)
Plastik					
Kain					
Kayu					
Karet					
Kaca					
Logam					
Lain-lain					
Total	Σ Berat Sampah		Σ Berat Reduksi	Σ Berat Residu	

Sumber: Safura, et al., 2020

Untuk menghitung reduksi sampah dan *Recovery Factor* melalui keseimbangan massa aliran sampah menggunakan persamaan berikut(Safura et al., 2020).

$$\sum \text{Sampah Masuk} = \sum \text{Berat Reduksi} + \sum \text{Berat Residu} \quad (2)$$

$$RF_i [\%] = \frac{W_i \text{ sort}}{W_i} \quad (3)$$

$$BR = \frac{Bs (kg) \times Rf (\%)}{100\%} \quad (4)$$

Keterangan:

Wi sort : Sampah jenis i yang dipilah

Wi : Sampah jenis i

BR : Berat reduksi

Bs : Berat sampah (m³)

Rf : *Recovery factor* (%)

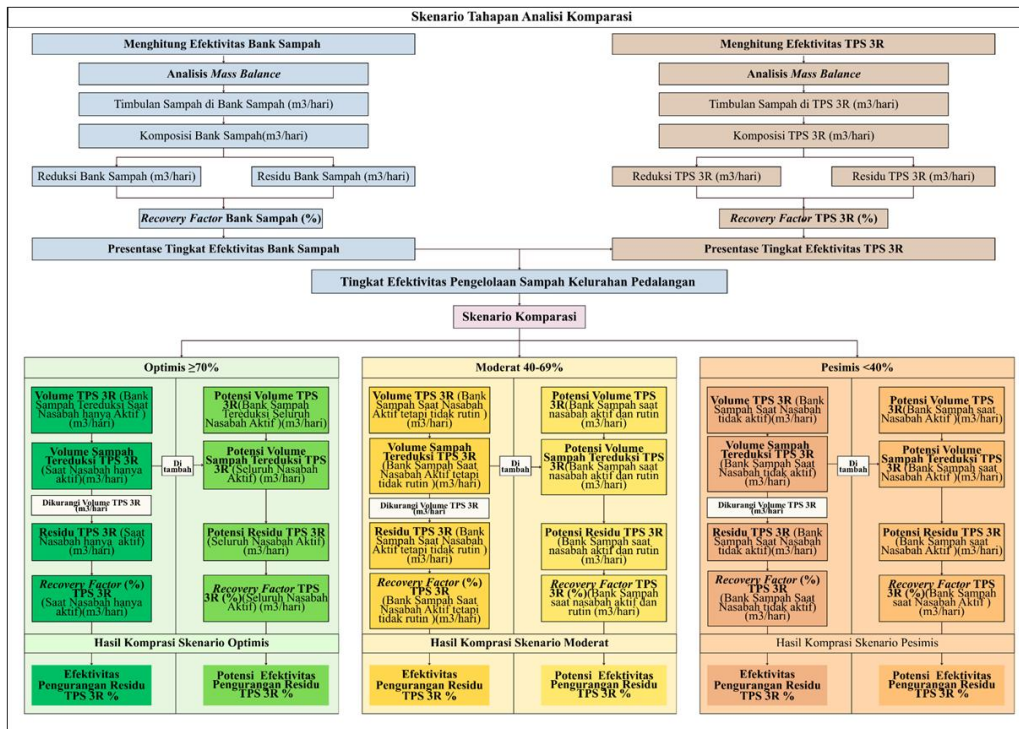
Kemudian efektivitas pengelolaan sampah di TPS 3R atau bank sampah diukur dari perbandingan jumlah sampah yang berhasil direduksi dengan total sampah yang masuk ke sistem pengolahan. Semakin tinggi *recovery factor* dan semakin kecil residu yang dihasilkan maka semakin tinggi tingkat efektivitas pengelolaan menggunakan tingkat efektivitas dan indikator untuk komparasi berikut.

Tabel 3. Tingkat Efektivitas dan Indikator Komparasi.

Kategori Efektivitas	Recovery Factor (RF)	Residu	Kondisi Sistem
Tinggi (Optimis)	≥ 0,70 (≥ 70% sampah terkelola)	≤ 30%	<ul style="list-style-type: none"> • Pemilahan sampah dari sumber dilakukan secara konsisten • Bank sampah aktif dan terintegrasi • Pengolahan serta daur ulang berjalan optimal • Aliran sampah menuju TPA relatif kecil
Sedang (Moderat)	0,40–0,69 (40–69% sampah terkelola)	31–60%	<ul style="list-style-type: none"> • Pemilahan dari sumber sudah ada tetapi belum merata • Bank sampah berjalan namun masih terbatas • TPS 3R masih melakukan proses pemilahan ulang • Sistem pengelolaan sudah berjalan tetapi belum optimal
Rendah (Pesimis)	< 0,40 (< 40% sampah terkelola)	> 60%	<ul style="list-style-type: none"> • Pemilahan sampah dari sumber masih minim • Bank sampah tidak aktif atau sangat terbatas • Pengolahan sampah belum optimal • Residu sampah dominan dibuang ke TPA

Sumber: Sapanli et al., 2023

Berdasarkan komparasi tersebut ditentukan klasifikasi efektivitas dalam kategori pesimis, moderat, atau optimis. Hasil analisis ini menjadi dasar dalam mengidentifikasi peran pemilahan serta merumuskan rekomendasi peningkatan kinerja TPS 3R sebagai berikut.



Gambar 1. Langkah Analisis Komparasi berdasarkan Skenario Optimis, Moderat, dan Pesimis.

Hasil komparasi ini menjadi dasar dalam merumuskan strategi peningkatan yang sesuai dengan kondisi eksisting. Selanjutnya, penentuan prioritas perbaikan dilakukan menggunakan pendekatan *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) dengan metode TOPSIS, yang mengevaluasi beberapa alternatif berdasarkan sejumlah kriteria. Tahapan analisis meliputi penetapan kriteria dan alternatif sebagai berikut.

Tabel 4. Kriteria dan Sub Kriteria yang Analisis *Multi Criteria Decision Making*.

Kriteria	Sub-Kriteria	Kode
Sarana Pemilahan	Ketersediaan tempat pewadahan sampah yang mendukung pemilahan dari sumber(Susanti, 2017)	SP1
	Tersedianya meja sortir yang layak dan menunjang kegiatan pemilahan manual (Permen PU No. 03/PRT/M/2013).	SP2
	Pemenuhan perlengkapan alat pelindung diri bagi tenaga kerja pemilahan(Gusrianti & Nailul, 2022)	SP3
	Ketersediaan mesin pencacah sebagai pendukung kegiatan pengolahan lanjutan(Refdinal et al., 2024)	SP4
Prasarana Pemilahan	Tersedianya area pemilahan yang tertata, bersih, dan ramah lingkungan kerja(Made et al., 2015)	PP1
	Adanya bank sampah yang terintegrasi dengan sistem pemilahan TPS 3R(Mukti, 2024)	PP2

SDM Pemilahan	Tersusunnya struktur kelembagaan pengelola TPS 3R secara fungsional (Petunjuk Teknis TPS 3R, 2017)	SDM1
	Ketersediaan tenaga kerja aktif yang bertugas secara rutin dalam pemilahan(Petunjuk Teknis TPS 3R, 2017)	SDM2
Partisipasi	Keterlibatan aktif petugas TPS 3R dalam kegiatan pemilahan, pengangkutan, dan pengolahan(Petunjuk Teknis TPS 3R, 2017)	P1
	Keterlibatan pemulung atau pengepul lokal dalam kegiatan sortir ulang dan pemilahan residu bernilai(Ellisabet, 2015)	P2
	Partisipasi masyarakat dalam kegiatan pemilahan di TPS seperti kegiatan pilah komunal, bank sampah, gotong royong(Christina Rompas et al., 2024)	P3
	Partisipasi masyarakat dalam kegiatan pengolahan di TPS (misalnya pelatihan kompos, pemanfaatan biopori, daur ulang kerajinan)(Maghfiroh, 2016)	P4

Setelah kriteria ditetapkan, setiap alternatif dinilai menggunakan skala bertingkat 1–5 untuk merepresentasikan tingkat kecocokan terhadap kriteria sehingga menghasilkan bobot nilai yang objektif dan konsisten.

Tabel 5. Bobot Nilai.

Bobot	Keterangan
1	Sangat Tidak Penting / Sangat Buruk
2	Tidak Penting / Buruk
3	Netral / Cukup
4	Penting / Baik
5	Sangat Penting / Sangat Baik / Sempurna

Normalisasi matriks keputusan dilakukan untuk menyetarakan skala setiap kriteria, kemudian matriks yang telah dinormalisasi diberikan pembobotan. Alternatif dengan nilai tinggi pada suatu subkriteria akan menunjukkan kekuatan relatif yang lebih besar dibandingkan alternatif lainnya setelah proses normalisasi.

$$R_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (5)$$

Keterangan :

R_{ij} = matriks ternormalisasi

X_{ij} = matriks keputusan

$i = 1, 2, \dots, m$ (banyaknya kriteria)

$j = 1, 2, \dots, n$ (banyaknya alternatif)

Setelah diperoleh matriks normalisasi, setiap elemennya dikalikan dengan bobot subkriteria yang telah ditentukan untuk menghasilkan matriks normalisasi terbobot yang menunjukkan kontribusi relatif setiap alternatif terhadap kriteria yang dinilai.

$$y_{ij} = w_i \cdot R_{ij} \quad (6)$$

Keterangan :

Y_{ij} : Matriks ternormalisasi terbobot/ nilai akhir setelah pembobotan

W_i : Bobot kriteria

R_{ij} : nilai normalisasi dari alternatif ke i

i : 1,2,3,....., m

j : 1,2,3,, n.

Bobot ditentukan berdasarkan penilaian stakeholder terhadap tingkat kepentingan setiap subkriteria sehingga mencerminkan prioritas dalam pengelolaan sampah.

$$Y_{ij} = \begin{Bmatrix} W_{11} r_{1j} & \dots & W_{1n} r_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ W_{m1} r_{m1} & \dots & W_{nm} r_{nm} \end{Bmatrix} \quad (7)$$

Kemudian, solusi ideal positif dan solusi ideal negatif ditentukan dari matriks normalisasi berbobot untuk membandingkan setiap alternatif terhadap nilai terbaik dan terburuk dari seluruh alternatif.

$$A^+ : (y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+) \quad (8)$$

$$A^- : (y_1^-, y_2^-, \dots, y_n^-) \quad (9)$$

Keterangan :

A^+ : solusi ideal positif

A^- : solusi ideal negatif

y_j^+ : max y_{ij} , jika j adalah atribut keuntungan min y_{ij} , jika j adalah atribut biaya

y_j^- : min y_{ij} , jika j adalah atribut biaya max y_{ij} , jika j adalah atribut keuntungan

Setelah solusi ideal positif dan negatif ditentukan, langkah selanjutnya adalah menghitung jarak setiap alternatif terhadap keduanya untuk mengetahui tingkat kedekatan alternatif dengan kondisi ideal.

$$D_i^+ : \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij}^+ - y_{ij}^-)^2} ; i=1,2,\dots,m \quad (10)$$

$$D_i^- : \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_{ij}^+)^2} ; i=1,2,\dots,m \quad (11)$$

Keterangan:

D_i^+ : Jarak alternatif (A_i) dengan solusi ideal positif

D_i^- : jarak alternatif (A_i) dengan solusi ideal negatif

y_i^+ : solusi ideal positif ke- i

y_i^- : solusi ideal negatif ke- i

Tahap terakhir dalam metode TOPSIS adalah menghitung nilai preferensi relatif (V_i) setiap alternatif untuk menunjukkan tingkat kedekatannya terhadap solusi ideal.

$$v_i : \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad (11)$$

Keterangan :

D_i^+ : jarak alternatif (A_i) dengan solusi ideal positif

D_i^- : jarak alternatif (A_i) dengan solusi ideal negatif

v_i : keadaan alternatif terhadap solusi ideal ke- i

Nilai preferensi berkisar antara 0 hingga 1, di mana nilai yang semakin mendekati 1 menunjukkan alternatif semakin dekat dengan solusi ideal positif dan semakin jauh dari solusi ideal negatif. Dalam konteks TPS 3R, nilai ini digunakan sebagai dasar untuk menentukan peringkat dan memilih strategi pengelolaan yang paling optimal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem pengelolaan sampah di TPS 3R Pedalangan Bersinar merupakan bagian dari upaya pengelolaan sampah berbasis konsep 3R (Reduce, Reuse, Recycle). Sistem ini berfungsi sebagai fasilitas pengolahan sampah yang bertujuan untuk mengurangi volume sampah yang dibuang ke tempat pembuangan akhir. Pengelolaan dilakukan melalui kegiatan

pemilahan, pengomposan, serta pengolahan sampah anorganik yang masih memiliki nilai ekonomi. Keberadaan TPS 3R menjadi salah satu strategi pemerintah daerah dalam meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah di tingkat lokal. Selain itu, keterlibatan masyarakat dalam proses pemilahan sampah di tingkat rumah tangga juga menjadi faktor penting dalam keberhasilan sistem ini. Menurut penelitian sebelumnya, partisipasi masyarakat merupakan salah satu indikator keberhasilan program pengelolaan sampah berbasis masyarakat (Andina, 2019). Oleh karena itu, penguatan partisipasi masyarakat sangat diperlukan untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah di TPS 3R. Sistem pengelolaan yang baik tidak hanya bergantung pada fasilitas yang tersedia, tetapi juga pada kesadaran masyarakat dalam memilah sampah sejak dari sumber. Hal ini menunjukkan bahwa keberhasilan pengelolaan sampah membutuhkan sinergi antara pemerintah, pengelola fasilitas, dan masyarakat.

Hasil analisis menunjukkan bahwa timbulan sampah yang masuk ke TPS 3R Pedalangan Bersinar mencapai sekitar 16,61 m³ per hari. Komposisi sampah didominasi oleh sampah rumah tangga yang terdiri dari sampah organik dan anorganik. Sampah organik menjadi komponen yang paling banyak dihasilkan, diikuti oleh sampah plastik dan kertas. Kondisi ini menunjukkan bahwa karakteristik sampah di wilayah penelitian masih didominasi oleh aktivitas rumah tangga. Menurut Arini (2022), komposisi sampah rumah tangga di kawasan perkotaan umumnya didominasi oleh sampah organik dan plastik sekali pakai. Tingginya komposisi sampah organik memberikan peluang besar bagi kegiatan pengomposan sebagai salah satu metode pengolahan. Sementara itu, sampah anorganik seperti plastik, kertas, dan logam memiliki potensi untuk didaur ulang atau dijual kembali. Dengan demikian, pengelolaan yang efektif dapat mengurangi volume residu yang harus dibuang ke tempat pembuangan akhir. Analisis komposisi sampah menjadi dasar penting dalam menentukan strategi pengolahan yang tepat. Oleh karena itu, pemahaman terhadap karakteristik sampah sangat diperlukan dalam perencanaan sistem pengelolaan yang berkelanjutan.

Pengolahan sampah di TPS 3R Pedalangan Bersinar menunjukkan bahwa sebagian besar sampah yang masuk dapat direduksi melalui proses pemilahan, daur ulang, dan pengomposan. Dari total timbulan sampah sebesar 16,61 m³/hari, sekitar 10,31 m³/hari berhasil direduksi, sedangkan sisanya menjadi residu yang harus dibuang ke TPA. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat pengurangan sampah mencapai sekitar 62,1% dari total timbulan. Menurut Asa et al. (2021), tingkat reduksi sampah yang tinggi menunjukkan efektivitas sistem pengolahan yang diterapkan pada fasilitas TPS. Namun demikian, masih

terdapat sejumlah residu yang belum dapat dimanfaatkan sehingga tetap memerlukan pengelolaan lanjutan. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem pengolahan yang ada masih memiliki keterbatasan dalam menangani seluruh jenis sampah. Beberapa jenis sampah seperti bahan campuran atau residu non-recyclable masih sulit untuk diolah. Oleh karena itu, peningkatan teknologi pengolahan serta peningkatan pemilahan di tingkat sumber menjadi hal yang sangat penting. Dengan optimalisasi sistem pengolahan, potensi pengurangan sampah dapat meningkat secara signifikan.

Tabel 6. Reduksi Sampah di TPS 3R Pedalangan Bersinar.

Jenis Sampah	Tereduksi (m ³ /hari)	Residu (m ³ /hari)
Organik	2,41	1,47
Kayu	0,29	0,18
Plastik	3,49	2,13
Logam	0,32	0,19
Karet	0,25	0,15
Kain/Tekstil	0,14	0,09
Kertas dan Kardus	1,80	1,10
Kaca	0,17	0,10
Lainnya	1,44	0,88
Total	10,31	6,29

Bank sampah memiliki peran penting dalam meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah di wilayah penelitian. Keberadaan bank sampah memungkinkan masyarakat untuk menyalurkan sampah anorganik yang masih memiliki nilai ekonomi. Melalui sistem ini, sampah seperti plastik, kertas, dan logam dapat dikumpulkan dan dijual kembali kepada pengepul. Hal ini tidak hanya mengurangi volume sampah yang masuk ke TPS 3R, tetapi juga memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat. Menurut Budiarto et al. (2025), bank sampah merupakan salah satu inovasi pengelolaan sampah berbasis masyarakat yang efektif dalam meningkatkan tingkat daur ulang. Selain itu, bank sampah juga berfungsi sebagai sarana edukasi bagi masyarakat mengenai pentingnya pemilahan sampah. Partisipasi masyarakat dalam kegiatan bank sampah dapat meningkatkan kesadaran lingkungan. Dengan demikian, integrasi antara bank sampah dan TPS 3R menjadi strategi yang efektif dalam mengoptimalkan pengelolaan sampah. Sinergi kedua sistem ini dapat meningkatkan recovery factor dan menekan volume residu secara signifikan.

Efektivitas sistem pengolahan sampah di TPS 3R dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk fasilitas, manajemen operasional, dan partisipasi masyarakat. Fasilitas yang memadai memungkinkan proses pemilahan dan pengolahan berjalan secara lebih efisien. Namun, dalam

praktiknya masih terdapat kendala seperti keterbatasan sarana dan tenaga kerja. Selain itu, tingkat pemilahan sampah di tingkat rumah tangga masih belum optimal. Kondisi ini menyebabkan sebagian sampah yang masuk ke TPS masih tercampur sehingga membutuhkan proses pemilahan ulang. Menurut Arini (2022), pemilahan sampah dari sumber merupakan salah satu faktor kunci dalam meningkatkan efektivitas sistem pengelolaan sampah. Tanpa pemilahan yang baik, proses pengolahan di TPS menjadi lebih sulit dan kurang efisien. Oleh karena itu, peningkatan kesadaran masyarakat menjadi langkah penting dalam mendukung keberhasilan program 3R. Edukasi dan sosialisasi mengenai pemilahan sampah perlu dilakukan secara berkelanjutan. Dengan demikian, efektivitas sistem pengolahan dapat ditingkatkan secara signifikan.

Metode mass balance digunakan untuk menganalisis aliran sampah dari sumber hingga proses pengolahan di TPS 3R. Analisis ini memberikan gambaran mengenai jumlah sampah yang berhasil direduksi serta jumlah residu yang dihasilkan. Berdasarkan hasil analisis, sebagian besar sampah yang masuk dapat dimanfaatkan kembali melalui kegiatan pengomposan dan daur ulang. Namun demikian, masih terdapat sejumlah sampah yang tidak dapat diolah sehingga menjadi residu. Menurut Royhan et al. (2024), analisis mass balance merupakan metode yang efektif untuk mengevaluasi kinerja sistem pengelolaan sampah. Metode ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi titik-titik kritis dalam proses pengolahan. Dengan mengetahui aliran sampah secara detail, pengelola dapat merumuskan strategi perbaikan yang lebih tepat. Analisis ini juga dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan sistem pengelolaan sampah yang lebih efisien. Oleh karena itu, penerapan metode mass balance sangat penting dalam evaluasi sistem pengolahan sampah.

Dalam pelaksanaan pengelolaan sampah di TPS 3R Pedalangan Bersinar terdapat beberapa hambatan yang mempengaruhi efektivitas sistem. Salah satu hambatan utama adalah rendahnya tingkat pemilahan sampah di tingkat rumah tangga. Banyak masyarakat yang masih mencampur sampah organik dan anorganik sehingga menyulitkan proses pengolahan. Selain itu, keterbatasan fasilitas dan sumber daya manusia juga menjadi kendala dalam operasional TPS 3R. Kurangnya sarana pengolahan menyebabkan kapasitas pengolahan sampah menjadi terbatas. Menurut Andina (2019), perilaku masyarakat terhadap pemilahan sampah sangat dipengaruhi oleh tingkat pengetahuan dan kesadaran lingkungan. Tanpa adanya edukasi yang memadai, masyarakat cenderung tidak melakukan pemilahan sampah secara konsisten. Hambatan lainnya adalah kurangnya koordinasi antara berbagai pihak yang terlibat dalam sistem pengelolaan sampah. Oleh karena itu, diperlukan strategi yang komprehensif untuk

mengatasi berbagai kendala tersebut. Upaya perbaikan harus melibatkan berbagai pemangku kepentingan secara terpadu.

Untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah, diperlukan beberapa strategi perbaikan yang melibatkan berbagai pihak. Salah satu strategi yang dapat dilakukan adalah meningkatkan partisipasi masyarakat dalam kegiatan pemilahan sampah. Program sosialisasi dan edukasi mengenai pentingnya pemilahan sampah perlu dilakukan secara berkelanjutan. Selain itu, penguatan peran bank sampah juga dapat menjadi solusi dalam meningkatkan tingkat daur ulang. Penambahan mitra pengepul dapat membantu meningkatkan nilai ekonomi dari sampah anorganik. Menurut Budiarto et al. (2025), kolaborasi antara masyarakat, pemerintah, dan sektor swasta sangat penting dalam meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah. Selain itu, peningkatan kapasitas fasilitas pengolahan juga perlu dilakukan untuk mengoptimalkan proses pengolahan sampah. Dengan adanya strategi yang tepat, sistem pengelolaan sampah dapat berjalan lebih efektif dan berkelanjutan. Upaya ini juga dapat membantu mengurangi volume sampah yang dibuang ke TPA.

Penelitian ini juga menggunakan metode Multi Criteria Decision Making (MCDM) untuk menentukan prioritas perbaikan dalam sistem pengelolaan sampah. Metode ini digunakan untuk mengevaluasi berbagai faktor yang mempengaruhi efektivitas TPS 3R. Hasil analisis menunjukkan bahwa pemilahan sampah di tingkat sumber menjadi faktor yang paling penting dalam meningkatkan efektivitas sistem. Tanpa pemilahan yang baik, proses pengolahan di TPS menjadi kurang optimal. Selain itu, keberadaan bank sampah juga menjadi faktor penting dalam meningkatkan tingkat reduksi sampah. Menurut Waruwu et al. (2025), metode MCDM sering digunakan dalam penelitian untuk menentukan prioritas keputusan berdasarkan berbagai kriteria. Metode ini membantu peneliti dalam mengidentifikasi faktor yang paling berpengaruh terhadap suatu sistem. Dengan demikian, hasil analisis dapat digunakan sebagai dasar dalam perumusan kebijakan pengelolaan sampah. Pendekatan ini memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih sistematis dan objektif.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengelolaan sampah berbasis TPS 3R memiliki potensi besar dalam mengurangi volume sampah yang dibuang ke TPA. Sistem ini tidak hanya memberikan manfaat lingkungan, tetapi juga manfaat sosial dan ekonomi bagi masyarakat. Namun demikian, keberhasilan sistem ini sangat bergantung pada tingkat partisipasi masyarakat dalam melakukan pemilahan sampah. Oleh karena itu, upaya peningkatan kesadaran masyarakat menjadi hal yang sangat penting. Selain itu, dukungan pemerintah dalam bentuk kebijakan dan penyediaan fasilitas juga sangat diperlukan. Menurut Ambina (2019), pengelolaan sampah yang efektif memerlukan pendekatan yang terintegrasi

antara aspek teknis, sosial, dan kelembagaan. Dengan adanya dukungan dari berbagai pihak, sistem pengelolaan sampah dapat berjalan secara lebih optimal. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan sistem pengelolaan sampah di daerah lain. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat menjadi dasar bagi penelitian lanjutan yang lebih mendalam.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa efektivitas pengelolaan sampah di TPS 3R Pedalangan Bersinar berada pada kategori moderat dengan *recovery factor* 62,13% dan residu 37,87%, namun dapat meningkat menjadi kategori optimis (RF 70%) melalui peningkatan frekuensi kegiatan Bank Sampah yang mampu menurunkan volume residu tanpa perubahan sistem besar. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa kendala utama terletak pada belum optimalnya pemilahan di tingkat sumber, sehingga berdasarkan analisis *Multi Criteria Decision Making* prioritas perbaikan diarahkan pada penguatan integrasi Bank Sampah dan TPS 3R serta peningkatan partisipasi masyarakat untuk meningkatkan efektivitas reduksi dan menekan residu secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang yang telah menyediakan data dan informasi yang diperlukan selama proses penelitian, serta kepada pengelola TPS 3R Pedalangan Bersinar dan Bank Sampah Sakura yang telah memberikan kesempatan kepada peneliti untuk melakukan observasi dan pengumpulan data di lapangan. Terima kasih juga kepada masyarakat Kelurahan Pedalangan yang telah berpartisipasi dalam kegiatan pemilahan sampah dan memberikan informasi yang mendukung penelitian ini. Selain itu, terima kasih kepada pihak Universitas Brawijaya, khususnya Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Teknik, atas dukungan akademik yang diberikan. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem pengelolaan sampah perkotaan yang lebih efektif dan berkelanjutan.

DAFTAR REFERENSI

- Alfianto, R. R., Septiarani, B., Yesiana, R., & Astuti, K. D. (2024). ARAHAN penentuan lokasi alternatif TPS 3R di Kecamatan Banyumanik. <https://doi.org/10.35475/riptek.v18i1.250>
- Ambina, D. G. (2019). Tinjauan pemilahan sampah menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah. *Bina Hukum Lingkungan*, 3(2), 171-185. <https://doi.org/10.24970/jbhl.v3n2.13>

- Andina, E. (2019). The analysis of waste sorting behavior in Surabaya. *Jurnal Aspirasi*, 10(2), 119-138. <https://doi.org/10.46807/aspirasi.v10i2.1424>
- Arini, N. W. A. (2022). Evaluasi kebutuhan TPS berdasarkan aspek daya tampung, kesesuaian lokasi dan infrastruktur. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, 18(4), 318-335. <https://doi.org/10.14710/pwk.v18i4.36962>
- Arkum, D., Handini, W., & Kurniawan, R. (2023). Jurnal Administrasi Negara (Studia Administrasi) Volume 5 Nomor 2 Tahun 2023 121. *Jurnal Ilmu Administrasi Negara*, 5(2), 129. <https://doi.org/10.47995/jian.v5i2.197>
- Asa, M. R. M., Sari, K. E., & Meidiana, C. (2021). Potensi reduksi sampah pada TPS di Kecamatan Batu. *Planning for Urban Region and Environment*, 10(2), 109-118.
- Budiyarto, A., Clarke, B., & Ross, K. (2025). Overview of waste bank application in Indonesian regencies. <https://doi.org/10.1177/0734242X241242697>
- Christina Rompas, P., Manado, K., Sulawesi Utara Program Studi Pembangunan Ekonomi Dan Pemberdayaan Masyarakat, P., Skripsi, P., & Indah Kartika, D. (2024). Partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah melalui program gerakan memilah sampah (Gemas) di Kelurahan Batukota Kecamatan Malalayang Kota Manado Provinsi Sulawesi Utara. *Institut Pemerintah Dalam Negeri*.
- Ellisabet, C. (2015). Peran pemulung dalam pengelolaan sampah dan timbulan sampah di TPA Terjun Kecamatan Medan Marelan Kota Medan Tahun 2015. 2(1), 2584-2600.
- Fitri, A., Wiratama, M. J., Azka, D., & Harbiyah, G. (2025). Gerakan pilah sampah dari rumah: Edukasi dan penerapan sistem pengelolaan sampah berbasis wirausaha masyarakat. *Jurnal Medika: Medika*, 4(3), 678-683.
- Giovanni, P. F., Meidiana, C., & Sari, K. E. (2022). Evaluasi peningkatan lingkup wilayah pelayanan TPS3R Paba Asri Kecamatan Bumiaji Kota Batu. *Planning for Urban Region and Environment*, 11(4), 209-220.
- Gusrianti, G., & Nailul, N. (2022). Perilaku petugas sampah dalam pemakaian alat pelindung diri di TPA Air Dingin Kota Padang. *JUKEJ: Jurnal Kesehatan Jompa*, 1(2), 170-173. <https://doi.org/10.57218/jkj.voll.iss2.443>
- Harjanti, I. M., & Anggraini, P. (2020). Pengelolaan sampah di tempat pembuangan akhir (TPA) Jatibarang, Kota Semarang. *Jurnal Planologi*, 17(2), 185. <https://doi.org/10.30659/jpsa.v17i2.9943>
- Hartatik. (2023). TPS3R solusi atasi sampah di hulu: Beban ganda minim dukungan SDM.
- Ihsan, A. F., Muzakky, F. A., & Dzakiy, U. N. (2025). Penguatan partisipasi masyarakat melalui sosialisasi lanjutan reaktor sampah di Kelurahan Cangkuang Kulon. *Cahaya Pengabdian*, 2(1), 224-230.
- Insani, N. H. (2024). Manajemen pengelolaan sampah oleh Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Batang. *Sustainability (Switzerland)*, 11(1), 1-14. <https://doi.org/10.25299/jiap.2025.19730>
- Jeff, G. (2024). Analisis kesesuaian program pengelolaan sampah pada TPS 3R Pedalangan Banyumanik Semarang. *lim*, 1-23.
- Julia Lingga, L., Yuana, M., Aulia Sari, N., Nur Syahida, H., & Sitorus, C. (2024). Sampah di Indonesia: Tantangan dan solusi menuju perubahan positif. *INNOVATIVE: Journal of Social Science Research*, 4, 12235-12247.

- Made, I., Widyarsana, W., & Zafira, A. D. (2015). Kajian pengembangan sistem pengelolaan sampah di Kabupaten Tangerang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 21, 87-97. <https://doi.org/10.5614/jtl.2015.21.1.10>
- Maghfiroh, A. R. (2016). Pemberdayaan masyarakat melalui pengelolaan sampah organik (komposting) oleh Akademi Kompos di Bumi Pesanggrahan Mas RW 08 Kelurahan Petukangan Selatan. *Skripsi*, 1-105.
- Maksar, M. S. (2025). Kajian pengelolaan sampah berbasis ekonomi masyarakat dengan konsep 3R di Kabupaten Kolaka. 4(01), 28-42. <https://doi.org/10.61132/inber.v3i3.891>
- Mukti, N. N. (2024). Implementasi kebijakan pengelolaan sampah melalui tempat pengelolaan sampah reduce, reuse, dan recycle (TPS3R) di Kabupaten Purbalingga. *Jurnal Ilmiah Ilmu Pemerintahan*, 13, 1-15.
- Novilya Kilis, E., Evi E. M., & Jetty E. H. M. (2023). Kinerja Dinas Lingkungan Hidup dalam pengelolaan sampah di Kota Manado. *News.Ge*, 3(6). <https://news.ge/anakliis-porti-aris-qveynis-momava>. <https://doi.org/10.24239/madika.v3i1.1841>
- Refdinal, Irzal, Yufrizal, & Adri, J. (2024). Inovasi mesin pencacah untuk kegiatan recycle sampah plastik di Kenagarian Maninjau. *Community Engagement & Emergence Journal*, 5(3), 405-416.
- Safura, F., Meidiana, C., & Hariyani, S. (2020). Reduksi volume sampah melalui pengolahan sampah di TPS Kabupaten Pasuruan sebelum masuk ke TPA Kenep. *Planning for Urban Region and Environment*, 9(0341), 223-232.
- Saputro, W. (2023). Pengelolaan sampah nasional dengan pola ekonomi sirkuler menuju net zero waste dalam rangka ketahanan nasional. *Lembaga Ketahanan Nasional Republik Indonesia*, 1-144.
- Susanti, Dr. Eng. L. (2017). Standar operasional prosedur pengelolaan sampah. 0-55.
- Wardani, W. K., Nurhidayati, S., Fitriyanto, S., Suhada, I., & Supratman, S. (2026). Pengelolaan sampah rumah tangga berbasis 3R dan partisipasi masyarakat di Kabupaten Sumbawa. *Jurnal Riset Kajian Teknologi Dan Lingkungan*, 8(2), 356-364. <https://doi.org/10.58406/jrktl.v8i2.2237>
- Waruwu, M., Natijatul, S., Utami, P. R., & Yanti, E. (2025). Metode penelitian kuantitatif: Konsep, jenis, tahapan dan kelebihan. <https://doi.org/10.29303/jipp.v10i1.3057>
- Winarko, C., H., Meidiana, Christia, Wijayanti, & P., W. (2023). Faktor yang berpengaruh terhadap keterlibatan masyarakat dalam pemilahan sampah pada kawasan permukiman Desa Pandanrejo. *Journal Planning for Urban Region and Environment*, 12(3), 13-22.
- Yassindra, R. F. (2021). Implementasi program pengelolaan persampahan di Kelurahan Gedawang Kecamatan Banyumanik Kota Semarang. 6.
- Zakianis, F. S., Ayuningtyas, N. V., Firliana, E., Koesoemawardani, P., & Kusnoputranto, H. (2019). Kriteria pengelolaan sampah di TPS 3R. In Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia (Number March 2023).