

Optimalisasi Reduksi Sampah dengan Keterlibatan Masyarakat Melalui Pengolahan Sampah Perkotaan di TPS-3R Janti Berseri Waru-Sidoarjo

Muhamad Khafid Rifai^{1*}, Hartati Kartikaningsih², dan Agus Susilo³

¹Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan dan Pembangunan, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia; e-mail: muh.khafidrifai@gmail.com

²Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

³Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

ABSTRAK

Laju urbanisasi, pertumbuhan penduduk, peningkatan pendapatan, dan perilaku tidak ramah lingkungan mengakibatkan timbulan sampah semakin meningkat. Maka dari itu, diperlukan optimalisasi dalam upaya penanganan sampah pada kawasan urban untuk meminimalisasi dampak yang ditimbulkan. Diantaranya dengan melakukan pengolahan sampah secara 3R (*reduce, reuse, recycle*) di unit TPS-3R dengan melibatkan peran aktif masyarakat melalui kegiatan pemilahan dan pengolahan sampah dari sumber. Hal ini didasarkan pada Jakstrada Kabupaten Sidoarjo yaitu target pengurangan hingga 30% dan penanganan 70% sampah pada tahun 2025 sebelum masuk ke TPA Jabon. Tujuan dalam penelitian ini untuk mengevaluasi potensi reduksi sampah pada TPS-3R dan rumah tangga di Desa Janti serta potensi daur ulangnya. Penelitian ini menggunakan analisis *mass balance* dengan pendekatan observasi dan penyebaran kuesioner ke 190 responden rumah tangga secara *propotional random sampling*. Hasil dari penelitian ini memperlihatkan bahwa skenario 1 menunjukkan dengan adanya unit TPS-3R dapat mereduksi sampah Desa Janti ke TPA Jabon sebesar 2035.1 kg/hari (743.4 ton/tahun) atau dengan *recovery factor* 55.1%. Sedangkan hasil pada skenario 2, unit TPS-3R dengan melibatkan partisipasi masyarakat memilah dari sumbernya dapat mereduksi sampah sebesar 2624.7 kg/hari (958.7 ton/tahun) dengan *recovery factor* 78.0%. Hal ini menunjukkan bahwa skenario 2 dapat mengoptimalkan reduksi sampah dari Desa Janti ke TPA Jabon, Sidoarjo secara signifikan. Dengan menggunakan skenario 2 dapat menjadi landasan dalam menentukan kebijakan di tingkat pengelolaan sampah kota dan pengembangan penanganan sampah di TPS-3R lainnya di Kabupaten Sidoarjo.

Kata kunci: Reduksi Sampah, TPS-3R, Partisipasi Masyarakat, *Mass Balance Analysis*

ABSTRACT

The urbanization, growing population, increasing income, and unsustainable environmentally behavior result in increasing waste generation problems. Therefore, it is necessary to optimize municipal solid waste management (MSWM) to minimize the impact. One of them is by carrying out 3R processing (*reduce, reuse, recycle*) at the TPS-3R through the participation of the waste sorting behavior and reducing from its sources. Based on the Sidoarjo regional strategic policy, can reduce up to 30% and manage up to 70% amount of waste entering to Jabon landfill in 2025. This research aims to evaluate the potential waste reduction at TPS-3R and household's waste in Janti Village from its recycling potential. The research uses mass balance analysis with an observation approach and distributed questionnaires to 190 household's respondents by proportional random sampling. The results of this research demonstrated that scenario 1 showed that the TPS-3R unit could reduce waste from Janti Village to Jabon Landfill by 2035.1 kg/day (743.4 tons/year) or with a recovery factor of 55.1%. While the results in scenario 2, the TPS-3R unit by involving community participation in sorting from the source could reduce waste by 2624.7 kg/day (958.7 tons/year) with a recovery factor of 78.0%. It showed that scenario 2 could significantly optimize waste reduction from Janti Village to Jabon Landfill, Sidoarjo. From scenario 2, can be the basis for determining policies at the municipal solid waste management (MSWM) and developing waste handling in other TPS-3R in Sidoarjo Regency.

Keywords: Waste Reduction, TPS-3R, Community Participation, Mass Balance Analysis

Citation: Rifai, M. K., Kartikaningsih, H., dan Susilo, A. (2024). Optimalisasi Reduksi Sampah dengan Keterlibatan Masyarakat Melalui Pengolahan Sampah Perkotaan di TPS-3R Janti Berseri Waru-Sidoarjo. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(6), 1562-1572, doi:10.14710/jil.22.6.1562-1572

1. PENDAHULUAN

Sampah menjadi bagian yang tidak terpisahkan dalam aktivitas keseharian manusia. Aktivitas tersebut berdampak pada peningkatan timbulan sampah di lingkungan (Nagong, 2021). Kondisi ini diperparah dengan beberapa faktor seperti laju urbanisasi, pertumbuhan penduduk, peningkatan pendapatan, dan perilaku tidak ramah lingkungan. Hal tersebut mengakibatkan timbulan jumlah sampah semakin meningkat (Goh et al., 2022; Kittipongvises & Vassanadumrongdee, 2018; Xu et al., 2017). Berdasarkan laporan Bank Dunia, timbulan sampah global diperkirakan akan meningkat 70% di tahun 2050 dan akan menghasilkan sebesar 3,40 miliar ton sampah per tahun, naik dari 2,01 miliar ton saat ini. Kawasan Asia Timur dan Pasifik bertanggung jawab atas hampir seperempat (23%) dari seluruh sampah yang dihasilkan (Kaza et al., 2018). Maka dari itu, sangat diperlukan penanganan limbah padat kota dan masyarakat yang berkelanjutan, sehat, dan inklusif. Penanganan sampah yang tidak tepat dapat membahayakan kesehatan manusia, menimbulkan berbagai macam pencemaran lingkungan, dan berdampak terhadap perubahan iklim (Fadzoli et al., 2023; Meidiana et al., 2021).

Diperlukan penanganan secara optimal dalam pengelolaan sampah guna meminimalisir dampak dari tumpukan sampah. Salah satu upaya untuk menangani permasalahan sampah pada kawasan urban yaitu dengan melakukan pengolahan sampah secara 3R (*reduce, reuse, recycle*) melalui TPS-3R. TPS-3R dapat dikatakan sebagai fasilitas pemulihan material, yang berguna dalam pengurangan timbulan sampah padat perkotaan dalam skala kecil (Budihardjo et al., 2021). Pengolahan sampah di TPS-3R meliputi pengangkutan, pemilahan berdasarkan jenisnya, pencacahan sampah organik, pengomposan, dan pembuangan (residu) ke TPA (Zubair & Haeruddin., 2011).

Di Indonesia, jumlah timbulan sampah sekitar 60% sampai 70% diangkut ke tempat pengelolaan akhir (TPA), sisanya 30%-40% berakhir di sungai, dibakar, atau dikelola secara mandiri oleh rumah tangga (Kristanto & Koven, 2019). Menurut Peraturan Presiden No. 97/2017 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional (Jaktranas) mentarget untuk mengurangi 30% sampah dari sumbernya dan penanganan hingga 70% pada tahun 2025. Kebijakan ini juga diterapkan di Kabupaten Sidoarjo sebagai upaya pengurangan sampah perkotaan.

Sidoarjo sebagai daerah perkotaan dan industri yang terletak di perbatasan kota Surabaya memiliki tingkat pertumbuhan penduduk tertinggi mencapai 1,53% (BPS, 2023). Hal tersebut berakibat peningkatan jumlah sampah baik dari timbulan sampah individu maupun dari fasilitas umum. Kondisi ini berbanding terbalik dengan pelayanan penanganan sampah padat perkotaan, seperti data dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK) Kabupaten Sidoarjo yang hanya mampu memproses

sekitar 17% dari total sampah rutin yang dihasilkan. Sisanya 83% setara dengan 1032 ton sampah per hari masuk di TPA Jabon, yakni satu-satunya TPA yang masih aktif di kabupaten Sidoarjo (Prakoso & Gunarta., 2021).

Pemerintah Kabupaten Sidoarjo sendiri telah melakukan upaya pengurangan sampah yang terkirim ke TPA dengan menyediakan unit fasilitas pengelolaan sampah 3R. Kabupaten Sidoarjo memiliki 116 fasilitas pengolahan sampah, namun hanya 86 yang beroperasi dan tidak berjalan dengan optimal (Marlena et al., 2020; Rahmah & Trihardiningrum, 2022). Salah satu unit yang masih berjalan dengan optimal yaitu unit TPS-3R Janti Berseri di Desa Janti, waru, Sidoarjo dan satu-satunya TPS-3R yang masih melakukan pengomposan serta menerapkan pengolahan sampah berbasis 3R (Cahyani et al., 2020). Hal ini menjadi pertimbangan dalam menentukan lokasi penelitian.

Penelitian sebelumnya, oleh Shofi et al. (2023) menunjukkan Jumlah timbulan sampah di unit TPS-3R Desa Janti mencapai 3822kg/hari dengan material sampah yang dapat diolah kembali sebesar 2085 kg/hari (54.56%). Jumlah total sampah yang tidak terolah dan dibuang ke TPA sebanyak 1912 kg/hari (45.44%) dari jumlah sampah yang masuk ke TPS-3R. Data diatas, jika dikonversikan pada target Jakstrada Kabupaten Sidoarjo yaitu pengurangan hingga 30% dan penanganan hingga 70% di tahun 2025 masih belum memenuhi target.

Maka dari itu, perlu upaya pengoptimalan penanganan sampah di Desa Janti, diantaranya tidak hanya dilakukan pengelola di TPS-3R saja, namun juga melibatkan partisipasi masyarakat dalam memilah sampah dari sumbernya (Chen & Lee, 2020; Demir et al., 2019; Purnomo, 2021). Peraturan Nomor 21/PRT/M/2006 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan Sistem Pengelolaan Persampahan menyatakan penanganan sampah dapat dilakukan semaksimal mungkin dari sumbernya. Masyarakat sebagai penghasil sampah, ikut berpartisipasi dalam penanganan sampah dari sumber. Keterlibatan aktif dari masyarakat sangat diperlukan dalam upaya optimalisasi pengelolaan sampah pemukiman perkotaan (MOELLER, 2019; Ng & Yang, 2023; Sukerti, 2017).

Tujuan dalam penelitian ini tidak hanya menghitung besar reduksi sampah melalui unit TPS-3R, namun melibatkan perhitungan partisipasi masyarakat dalam memilah sampah dari sumber. Hasil dari perhitungan akan dibandingkan dalam 2 skenario sebagai proyeksi optimalisasi pengurangan sampah di Desa Janti. Kerangka kerja ini menunjukkan pendekatan terpadu sebagai upaya peningkatan pengurangan sampah dan dampak yang ditimbulkan melalui perhitungan potensi dan rancangan yang sesuai (Tyagi et al., 2021). Sehingga, sampah yang tebuang di TPA Jabon bisa mencapai 30% dari total sampah di Desa Janti.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam memperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai pentingnya keterlibatan masyarakat dalam peningkatan reduksi timbulan sampah. Hal ini berguna untuk mendorong dan merencanakan pengembangan pengolahan sampah pada kawasan urban oleh pengambil kebijakan, memaksimalkan reduksi sampah baik di unit TPS-3R Desa Janti serta arahan untuk pengembangan penanganan sampah di TPS-3R lainnya di Kabupaten Sidoarjo.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

TPS-3R Janti Berseri berlokasi di Perumahan Makarya Binangun Desa Janti Kecamatan Waru Kabupaten Sidoarjo. Jumlah penduduk Desa Janti sebanyak 1842 rumah tangga dengan luas area sebesar 82.67 Ha, dan terdiri dari 4 RW, 22 RT (BPS Kabupaten Sidoarjo, 2023) (lihat Gambar 1). TPST-3R Desa Janti melakukan pengelolaan sampah dengan konsep 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*). Proses pengambilan data pada penelitian ini dilakukan pada bulan November 2023 hingga Januari 2024 di unit TPS-3R dan masyarakat Desa Janti Waru-Sidoarjo.

2.2. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dipakai untuk mendapatkan data yang berhubungan dengan objek penelitian yaitu melalui metode survei data primer dan survei data sekunder (Sugiyono, 2017).

Data primer dalam penelitian ini berupa data kondisi existing jumlah tumpukan sampah pada TPS-3R Desa Janti, aktivitas terkait dengan sistem pengelolaan, proses pemilahan. Data jumlah timbulan sampah rumah tangga Desa Janti dengan wawancara mendalam, penyebaran kuesioner untuk mengobservasi masyarakat dalam memilah sampah dari rumah tangga (sumber), dan latar belakang demografi masyarakat. Hal tersebut digunakan untuk mendapatkan data potensi reduksi sampah pada unit TPS-3R dan masyarakat.

Data sekunder pada penelitian ini berupa pengumpulan dokumen karakteristik TPS-3R Desa Janti, dokumen persampahan Kabupaten Sidoarjo, RT/RW, data BPS, dan DLHK Kabupaten Sidoarjo, khususnya data kecamatan waru (Desa Janti) sebagai *input* proyeksi jumlah penduduk, aturan terkait tata kelola kebijakan kawasan dan data target penanganan sampah daerah.

2.3. Metode Analisis

Dalam penelitian ini metode analisis yang digunakan yaitu metode *mass balance analysis* yang bertujuan untuk menghitung besar sampah yang direduksi dengan mempertimbangkan jumlah *volume*, komposisi, reduksi, serta nilai *recovery factor* (Astari, 2010; Budihardjo et al., 2022). Untuk menganalisis besarnya timbulan sampah yang bisa direduksi, dilakukan analisis mengenai potensi sampah dan jenis

sampah yang ada di TPS-3R dan masyarakat Desa Janti. Tahapan untuk melakukan analisis *mass balance* yaitu:

a. Menghitung timbulan sampah

Perhitungan timbulan sampah pada penelitian dilakukan dengan observasi langsung. Hasil timbulan sampah di TPS-3R didapatkan dengan penjumlahan total kendaraan Tossa yang masuk selama 8 hari berturut-turut. Sedangkan untuk timbulan sampah Desa Janti didapatkan dari perkalian rata-rata timbulan sampah berdasarkan SNI-3242-2008, untuk kota besar-sedang = 0.8 kg/hari dengan jumlah penduduk Desa Janti.

b. Jenis sampah

Perhitungan komposisi sampah mengacu pada data komposisi sampah rumah tangga Desa Janti dikalikan dengan jumlah penduduk.

c. Menghitung nilai *recovery factor*

Nilai *recovery factor* menggambarkan besaran sampah yang dapat digunakan kembali dari total jumlah sampah yang dihasilkan (Rahmaniah et al., 2013). Tahapan dalam melakukan perhitungan nilai *recovery factor* bisa menggunakan persamaan (Kristanto & Koven, 2019):

$$\text{Perhitungan presentase komposisi jenis sampah} = \frac{\text{Berat sampah yang dipilah}}{\text{Berat sampah total}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Untuk perhitungan pengurangan sampah dilakukan dengan memakai persamaan (Sari, 2016):

$$\text{Reduksi sampah} = \frac{\text{Berat sampah (kg)} \times Rf\%}{100\%} \dots \dots \dots (2)$$

Setelah menghitung nilai komposisi sampah dan total reduksi sampah, selanjutnya dilakukan perhitungan *mass balance* dengan persamaan:

$$\sum \text{Sampah masuk} = \sum \text{berat reduksi} + \sum \text{berat residu} \dots \dots \dots (3)$$

Gambaran tahapan *mass balance analysis* mulai dari *Input*, *process* serta *output* (Tabel 1).

2.4. Populasi dan Sampel

Pengambilan sampel dari populasi penelitian dilakukan dengan teknik *propotional random sampling* yaitu cara pengambilan sampel dari kelompok populasi secara acak dengan memperhatikan strata dalam populasi kelompok tersebut (Lestari, J, 2017). Pengambilan sampel ditentukan secara berimbang atau proporsional berdasarkan jumlah subjek penelitian pada wilayah penelitian. Sampel penelitian difokuskan pada kegiatan memilah sampah dari rumah tangga yaitu berupa respon kuesioner dari masyarakat rumah tangga Desa Janti, oleh karena itu teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah rumus Slovin (Sugiyono, 2017). Perhitungan rumus slovin adalah:

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

n = Jumlah sampel

N = Jumlah penduduk

e = *margin error* 0,1 (1%)

Berdasarkan perhitungan pengambilan sampel tersebut, maka diperoleh jumlah sampel di wilayah penelitian sebanyak 177 responden. Hasil perhitungan sampel tersebut kemudian diusulkan kembali sesuai dengan jumlah sampel di wilayah penelitian agar sampel dapat mewakili populasi. Jumlah sampel akhir yang ditentukan adalah 190 responden rumah tangga untuk Desa Janti. Penelitian ini menggunakan margin kesalahan sebesar 0,01.

2.5. Proyeksi Jumlah Penduduk

Perhitungan proyeksi penduduk Desa Janti Kecamatan Waru menggunakan metode exponential (Persamaan 5). Data jumlah penduduk yang digunakan adalah data jumlah penduduk selama 5 tahun terakhir dari tahun 2019-2023. Data sekunder yang diperoleh dari BPS Kabupaten Sidoarjo (2023), yaitu data penduduk dan pertumbuhan penduduk digunakan untuk perhitungan proyeksi penduduk 10 tahun ke depan. Data proyeksi penduduk yang didapat kemudian dipakai untuk perhitungan proyeksi timbulan sampah Desa Janti.

$$Pt = Po \times e^{rt} \dots\dots\dots(5)$$

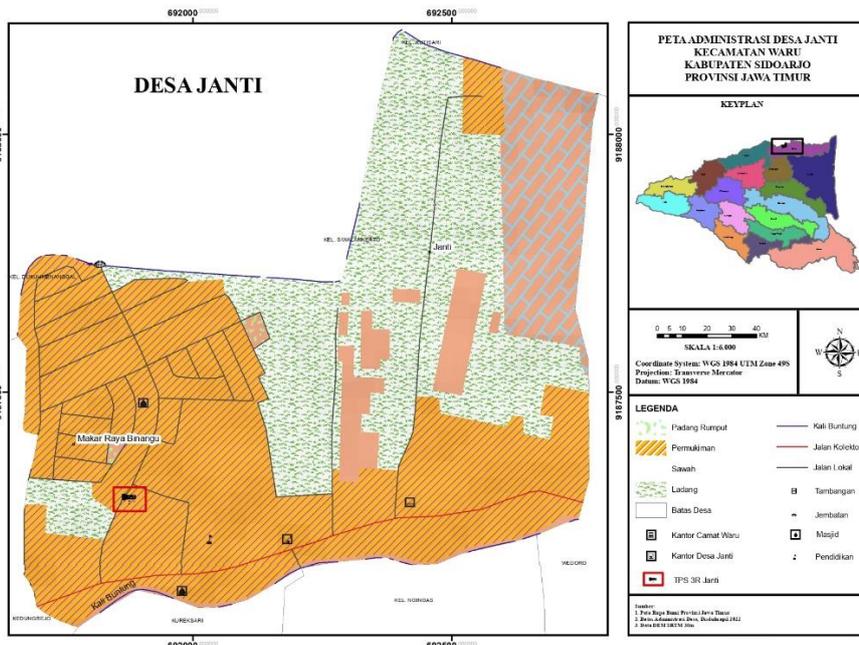
Keterangan:

- Pt = Jumlah penduduk (akhir proyeksi)
- Po = Jumlah penduduk (tahun dasar)
- e = Bilangan exponential (2,718281828)
- r = Laju pertumbuhan penduduk
- t = Jangka waktu

2.6. Skenario Optimalisasi Reduksi Sampah

Untuk optimalisasi peningkatan reduksi sampah Desa Janti dilakukan perhitungan skenario. Hal ini diharapkan mampu memberikan evaluasi gambaran perhitungan dalam upaya mencapai target Jakstrada Kabupaten Sidoarjo dengan melibatkan partisipasi masyarakat dalam pemilahan sampah dari sumber. Aktivitas yang berpotensi untuk memaksimalkan pengurangan sampah di Desa Janti yaitu dengan penerapan konsep 3R (*reduce, reuse, recycling*) baik di unit TPS-3R dan rumah tangga Desa Janti. Dalam penelitian ini, perhitungan gambaran 2 skenario yang akan digunakan yaitu:

- Skenario 1: Reduksi TPS-3R Desa Janti tanpa partisipasi masyarakat (kondisi existing).
- Skenario 2: Reduksi TPS-3R dengan melibatkan partisipasi masyarakat dalam pengurangan sampah dari sumber.



Gambar 1. Area Wilayah Penelitian

Tabel 1. Input, Process, Output pada Mass Balance Analysis

Input	Process	Ouput
1. Data timbulan sampah	1. Memproyeksikan jumlah penduduk Desa Janti selama 10 tahun kedepan.	1. Proyeksi reduksi sampah di TPS-3R Desa Janti
2. Data komposisi sampah	2. Menghitung total jumlah timbulan sampah pada TPS-3R dan masyarakat Desa Janti	2. Proyeksi reduksi sampah di masyarakat dengan melakukan pemilahan sampah dari sumber
3. Data Recovery factor	3. Menghitung data komposisi sampah dari jumlah sampah masuk ke unit TPS-3R dan data pemilahan masyarakat dari sumber Desa Janti	
	4. Perhitungan nilai recovery factor dengan cara menghitung jumlah sampah yang terpilah (di TPS-3R dan masyarakat) dibagi total jumlah sampah. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai reduksi sampah dengan mengalikan nilai total sampah dengan hasil nilai Rf	
	5. Perhitungan nilai mass balance dilakukan dengan cara menghitung jumlah sampah masuk (di TPS-3R dan masyarakat), reduksi sampah, dan residu yang terbuang ke TPA.	

Sumber: Hasil Analisis data primer, 2024

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Gambaran Umum TPS-3R Desa Janti

TPS-3R Janti Berseri didirikan pada tanggal 3 Februari 2008 oleh Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM) Desa Janti. Operasional di Unit TPS-3R Janti memiliki 10 kendaraan Tossa, namun hanya 7 Tossa yang aktif beroperasi. Untuk waktu operasional pengambilan sampah dilakukan pada pukul 06.00 WIB sampai dengan 17.00 WIB. Petugas yang mengambil sampah berjumlah 7 orang, 13 sebagai pemilah dan 5 orang manajemen. Kegiatan meliputi pengumpulan sampah dari sumber, pemilahan yang dilakukan berdasarkan jenis sampah, pencacahan, pengayakan, dan pengolahan kompos. Selanjutnya sampah residu dikirim menuju Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Jabon, Kabupaten Sidoarjo. Sistem alur pengelolaan di TPS-3R Desa Janti sebagai berikut:

a. Sistem Pengumpulan

Pengangkutan sampah dari rumah penduduk dilaksanakan oleh petugas dengan menggunakan armada Tossa. Sebanyak 7 Tossa beroperasi untuk mengangkut sampah per hari kurang lebih satu kali ritasi, mulai mulai pukul 06.00 WIB sampai 12.00 WIB. Ukuran tossa yang digunakan di unit TPS-3R Desa Janti: ukuran bak angkut: panjang 1.9 m; lebar 1.25 m; tinggi 0.9 m dengan volume bak angkut= 1.1375 m³. Petugas yang mengambil sampah berjumlah 7 orang dan juga merangkap sebagai pemilah setelah selesai pengambilan.

b. Sistem Pemilahan

Sampah yang terkumpul dari rumah warga kemudian masuk ke ruang pemilahan untuk dipilah secara manual oleh petugas TPS-3R Desa Janti (Gambar 2). Tim pemilah sampah akan memilah dalam satu hari penuh untuk sampah yang masuk. Pemilahan sampah ini dilakukan setiap hari oleh petugas dan dipisahkan berdasarkan jenisnya, seperti: sampah organik, kertas, botol plastik, kaca, popok/masker, dan residu. Jenis sampah anorganik dijual kembali kepada pengepul maupun pabrik. Untuk residu akan diangkut ke TPA.



Gambar 2. Proses Pemilahan Sampah
(Sumber: Hasil Survei, 2024)

c. Sistem pengolahan

Salah satu pengolahan sampah organik di TPS-3R Desa Janti yaitu dengan komposting. Sebelum melakukan komposting, perlu adanya proses pencacahan dengan menggunakan mesin *chopper*.

kemudian sampah diayak untuk memperkecil volume sampah organik. Hasil dari pengayakan tersebut, kemudian dipindah ke tempat pengomposan (Gambar 3).



Gambar 3. Pengomposan di TPS-3R Desa Janti
(Sumber: Hasil Survei, 2023)

Lebih detailnya skema alur hingga pengolahan sampah di TPS-3R Desa Janti dijelaskan pada Gambar 4.

3.2. Timbulan dan Komposisi Sampah TPS-3R Desa Janti

Timbulan sampah didapatkan melalui perhitungan jumlah total sampah masuk di unit TPS-3R sebanyak 8 hari kerja berturut dari tanggal 20 November 2023 hingga tanggal 29 November 2023 yaitu sebesar 3693.375 kg/hari (lihat Tabel 2). Untuk jumlah penduduk yang terlayani tahun 2023 oleh TPS-3R Desa Janti yaitu sebanyak 4482 jiwa, 1510 rumah tangga, selanjutnya akan dihitung proyeksi jumlah penduduk Desa Janti untuk mengetahui timbulan sampah hingga sepuluh tahun kedepan. Perhitungan proyeksi jumlah penduduk menggunakan pendekatan metode eksponensial. Dari perhitungan tersebut nantinya juga akan digunakan untuk memproyeksikan gambaran evaluasi skenario optimalisasi potensi reduksi sampah dengan keterlibatan masyarakat memilah sampah dari sumber di Desa Janti hingga tahun 2033 (Tabel 3).

Dari hasil perhitungan, terdapat kenaikan pelayanan persampahan di TPS-3R Janti sebesar 1% pertahun, dilihat dari perkembangan pelayanan target penanganan sampah rumah tangga (SRT) dan sampah sejenis rumah tangga (SSRT) dalam Jaktranas (71%) yang menunjukkan peningkatan rata-rata 1% pertahun.

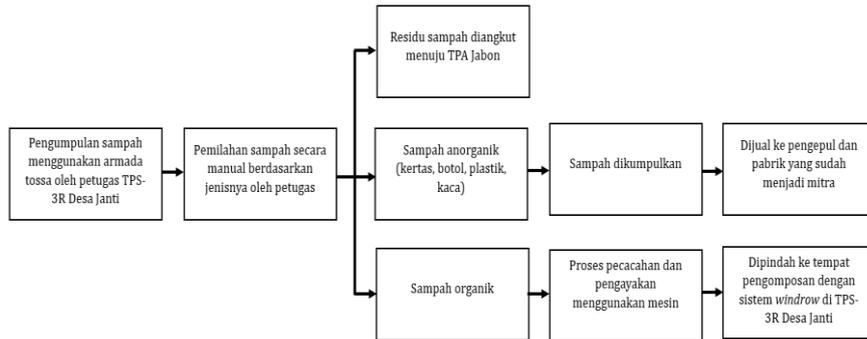
Hal tersebut juga berlaku untuk proyeksi jumlah timbulan sampah pada setiap tahun di TPS-3R Desa Janti juga mengalami kenaikan, meski dari segi presentase pelayanan juga naik. Maka dari itu perlunya peningkatan pengelolaan dalam upaya mereduksi sampah yang dihasilkan di Desa Janti baik dari unit TPS-3R dengan melibatkan masyarakat dalam mereduksi sampah dari sumbernya agar semakin maksimal. Pendekatan ini diharapkan mampu mengoptimalkan reduksi sampah agar sampah dari Desa Janti yang terbuang ke Tempat Pengelolaan Akhir (TPA) semakin sedikit sesuai

dengan target pengolahan persampahan daerah Sidoarjo.

Hasil penghitungan komposisi sampah di TPS-3R Janti didapatkan jenis sampah dengan jumlah terbanyak didominasi oleh sampah organik yaitu sebesar 1945.9 kg atau 53%. Selanjutnya diikuti oleh sampah jenis residu yaitu sebesar 1150.5 kg atau 31%, sedangkan untuk komposisi sampah paling kecil yaitu jenis popok atau masker sebesar 39.7 kg atau 1%. Lebih lanjut komposisi dan presentase sampah TPS-3R Janti dijelaskan pada (Tabel 4).

3.3. Reduksi Sampah di TPS-3R Desa Janti

Perhitungan reduksi sampah pada unit TPS-3R Desa Janti menggunakan metode *mass balance analysis*. Besar reduksi sampah pada TPS-3R Desa Janti didapatkan dari perhitungan timbulan sampah rata-rata dalam 8 hari berturut-turut, dikurangi hasil pengolahan pemilahan. Hasil perhitungan data primer, dengan adanya unit TPS-3R menunjukkan mampu mereduksi sampah sebesar 2035.1 kg (55.1%) dan total sampah yang tidak terolah sebesar 1657.7 kg (44,9%) dari jumlah sampah masuk ke unit TPS-3R sebesar 3692.8 kg.



Gambar 4. Bagan Alur Sampah Masuk TPS-3R Desa Janti

Tabel 2. Form Sampling Total Sampah

Nama KSM: TPS-3R Janti Berseri

Tanggal Sampling: 20 November 2023-28 November 2023

Angkutan	Hari ke-1 Sampah (kg)	Hari ke-2 Sampah (kg)	Hari ke-3 Sampah (kg)	Hari ke-4 Sampah (kg)	Hari ke-5 Sampah (kg)	Hari ke-6 Sampah (kg)	Hari ke-7 Sampah (kg)	Hari ke-8 Sampah (kg)
ke-1	354	431	376	571	432	386	351	389
ke-2	406	437	398	379	364	427	348	409
ke-3	383	394	421	433	453	459	417	375
ke-4	429	445	397	418	403	451	379	433
ke-5	452	381	413	447	439	393	451	423
ke-6	371	411	451	386	387	415	383	384
ke-7	437	418	377	367	409	421		411
ke-8	391	403	407	453	423	403		439
ke-9		373	427	429		373		493
ke-10		367	392			369		
ke-11			367			427		
Jumlah	3223	4060	4462	3883	3310	4524	2329	3756
Tossa/hari	8	10	11	9	8	11	6	9
Rata-rata	(jumlah volume total/8) = 29547 kg/8 hari= 3693.75 Kg							

Sumber: Hasil analisis data primer, 2024

Tabel 3. Proyeksi Jumlah Penduduk dan Timbulan Sampah TPS-3R Desa Janti

Tahun	Proyeksi Jumlah Penduduk (Jiwa/Tahun)	Presentase Pelayanan	Proyeksi Jumlah Terlayani (Jiwa/Tahun)	Jumlah sampah (kg/hari)	Jumlah sampah (Ton/tahun)
2024	6247	72%	4482	3693	1349
2025	6302	73%	4600	3791	1385
2026	6358	74%	4705	3877	1416
2027	6414	75%	4811	3964	1448
2028	6471	76%	4918	4052	1480
2029	6528	77%	5027	4142	1513
2030	6586	78%	5137	4233	1546
2031	6644	79%	5249	4325	1580
2032	6703	80%	5362	4419	1614
2033	6762	81%	5477	4514	1649

Sumber: Hasil analisis data primer, 2024

Tabel 4. Komposisi Sampah TPS-3R Desa Janti

Organik	plastik	Logam	Kertas	Kaca	Popok/Masker	Residu	Total
53 %	7 %	2 %	4 %	3 %	1 %	31 %	100 %
1945.9	240.7	66	143.4	106.6	39.7	1150.5	3692.8

Sumber: Hasil analisis data primer, 2024

Untuk mengoptimalkan hal tersebut, dalam penelitian ini dilakukan evaluasi perhitungan reduksi sampah di unit TPS-3R Desa Janti, namun juga menghitung *recovery factor* serta reduksi dengan keterlibatan masyarakat dalam memilah sampah dari sumber di Desa Janti. Dari perhitungan data diatas menunjukkan proses pemilahan di unit TPS-3R Desa janti dapat berkontribusi dalam mereduksi timbulan sampah pada masyarakat desa (Tabel 5).

3.4. Recovery Factor TPS-3R Desa Janti

Penghitungan besaran *recovery factor* dilakukan sesuai dengan jenis sampah yang ada di TPS-3R Janti. Data reduksi sampah dipakai sebagai bahan untuk menentukan jumlah sampah yang bisa diolah dan dimanfaatkan lagi. Besar nilai *recovery factor* menggambarkan besaran sampah yang dapat digunakan kembali dari total jumlah sampah yang dihasilkan. Hasil dari perhitungan nilai *recovery factor* pada TPS-3R ditunjukkan pada Tabel 6. Hasil perhitungan nilai *recovery factor* terbesar yaitu sampah jenis logam dan kertas sebesar 98% dengan berat masing-masing 64.7 kg dan 140.5 kg. Kemudian diikuti dengan nilai *recovery factor* sampah jenis plastik sebesar 95% dengan berat 240.7 kg dan sampah jenis organik sebesar 79 % dengan berat 1945.9 kg. Nilai *recovery factor* yang terendah yaitu sampah jenis kaca dengan nilai 60% atau 64 kg. Untuk total nilai *recovery factor* yang dihasilkan oleh unit TPS-3R Desa Janti adalah sebesar 55.1% atau 2035.1 kg dari semua jumlah sampah yang dapat dikelola.

3.5. Gambaran Umum Pemilahan Sampah Rumah Tangga Desa Janti

Gambaran pemilahan sampah rumah tangga didapatkan dari hasil kuesioner pada 190 rumah

tangga. Dari total sampel yang digunakan, rumah tangga yang melakukan pemilahan dari sumbernya sebanyak 97 kk atau 51.1%, sedangkan 37.5% belum memilah dan sisanya masih jarang. Masyarakat Desa Janti melakukan pemilahan dengan menggunakan tempat sampah terpilah yang diberi pemisah plastik sebagai penyekat material organik (sampah basah) dan anorganik (sampah kering) (Gambar 5).



Gambar 5. Pemilahan Sampah Rumah Tangga Desa Janti (Sumber: Hasil Survei, 2024)

Untuk jenis sampah organik (sampah basah), masyarakat yang mempunyai lahan yang cukup dengan cara menimbun menjadi kompos. Untuk jenis sampah plastik PET dijual ke pengepul, sedangkan untuk jenis sampah plastik kresek dan jenis lainnya dibuang ke tempat sampah yang kemudian diangkut oleh petugas TPS-3R Desa Janti. Beberapa masyarakat yang sudah melakukan pemilahan, tidak mengolahnya dan membuang semua ke tempat sampah, baik organik maupun anorganik. Sehingga jumlah penurunan timbulan sampah pada TPS-3R Desa Janti belum maksimal. Untuk jumlah KK yang sudah melakukan pemilahan sampah di Desa Janti dapat dilihat Gambar 6.

Tabel 5. Potensi Reduksi TPS-3R Desa Janti

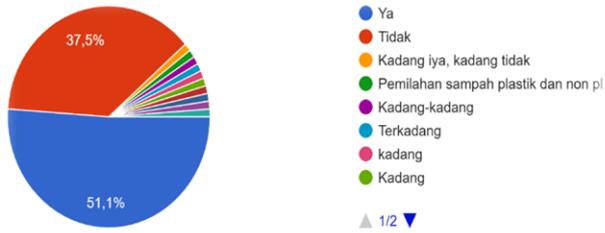
Komposisi	Komposisi (%) (a)	Timbulan sampah (kg/hari) (b)	(reduksi sampah) $c = (a \times b)$		Residu $d = b - c$	
			(kg/hr)	(ton/hr)	(kg/hr)	(ton/hr)
Organik	53 %	1945.9	1537.2	1.537	408.6	0.409
Plastik	7 %	240.7	228.7	0.229	12	0.012
Logam	2 %	66	64.7	0.065	1.3	0.001
Kertas	4 %	143.4	140.5	0.141	2.9	0.003
Kaca	3 %	106.6	64	0.064	42.6	0.043
Popok/Masker	1 %	39.7	0	0	39.7	0.040
Residu	31 %	1150.5	0	0	1150.5	1.150
Total		3692.8	2035.1	2.035	1657.7	1.658

Sumber: Hasil analisis data primer, 2024

Tabel 6. Recovery Factor TPS-3R Desa Janti

Komposisi	Berat (kg)	Recovery Factor (kg)	Recovery Factor (%)
organik	1945.9	1537.2	79 %
Plastik	240.7	228.7	95 %
Logam	66	64.7	98 %
Kertas	143	140.5	98 %
Kaca	106.6	64	60 %
Popok/Masker	39.7	0	0 %
Residu	150.5	0	0 %
Total	3692.8	2035.1	55.1%

Sumber: Hasil analisis data primer, 2024



Gambar 6. Presentase Pemilahan Sampah Oleh Masyarakat Desa Janti

Sumber : Hasil analisis data primer, 2024

3.6. Reduksi Sampah Rumah Tangga Desa Janti

Perhitungan reduksi sampah masyarakat dari sumbernya menggunakan analisis *mass balance*. Besar reduksi sampah rumah tangga diperoleh dari hasil perhitungan rata-rata sampah yang diolah per jiwa/hari yang diperoleh dari hasil kuesioner dikalikan dengan jumlah penduduk existing Desa Janti. Kegiatan reduksi sampah yang dilakukan oleh masyarakat dilakukan melalui proses pemilahan dan pengolahan terhadap sampah organik dan sampah anorganik. Bentuk pengolahan sampah oleh masyarakat Desa Janti antara lain ditimbun untuk jenis organik (sampah basah) bagi yang masih mempunyai pekarangan dan untuk sampah anorganik beberapa dijual ke pengepul, selebihnya dibuang ke tempat sampah untuk diambil oleh petugas TPS-3R.

Besaran nilai reduksi sampah rumah tangga didapatkan dari hasil perhitungan yaitu sebesar 589.6 kg/hari dari total sampah yang dipilah masyarakat Desa Janti sebesar 2577.9 kg/hari. Hal tersebut menunjukkan bahwa peran masyarakat dalam mengurangi timbunan sampah dari sumber masih

tergolong rendah dari total sampah yang terpilah oleh masyarakat Desa Janti (Tabel 7).

3.7. Recovery factor Sampah Rumah Tangga Desa Janti

Perhitungan Nilai *recovery factor* rumah tangga menggambarkan besaran sampah yang dapat digunakan kembali dari total jumlah sampah yang dihasilkan pada masyarakat di Desa Janti. Berat sampah yang dapat diolah kembali dari masyarakat, dibagi dengan total sampah yang dihasilkan masyarakat, kemudian dikalikan dengan seratus persen. Hasil nilai *recovery factor* sampah rumah tangga yang paling besar yaitu jenis sampah plastik sebesar 95 % (168 kg), diikuti jenis kertas 90% (100.1 kg) dan jenis logam 89% (46.1 kg). Untuk nilai *recovery factor* yang paling kecil yaitu sampah jenis organik sebesar 22 % (298.8 kg). Hal tersebut disebabkan karena beberapa jenis sampah organik yang sudah terpilah masih dibuang kembali ke tempat sampah dikarenakan tidak tersedianya lahan untuk mengolah dan belum tersedianya tempat pemilahan khusus organik dari pemerintah setempat (lihat Tabel 8).

Untuk presentase *recovery factor* pemilahan masyarakat dari sumber sebesar 22.9% dari total sampah yang terpilah oleh masyarakat Desa Janti. Hal ini menjadi gambaran besar terkait pentingnya peningkatan keterlibatan masyarakat dalam reduksi sampah dengan partisipasi memilah sampah dari sumber di Desa Janti. Untuk gambaran lebih jelas terkait sistem pengolahan sampah baik dengan partisipasi masyarakat rumah tangga dan melalui unit TPS-3R Desa Janti dijabarkan dalam diagram alur pada (Gambar 7).

Tabel 7. Potensi Reduksi Sampah Rumah Tangga Desa Janti

Komposisi	Komposisi %	Timbulan Sampah (kg/hari)	Reduksi Sampah (kg/hari)	Residu (kg/hari)
	a	b	c=(a x b)	d= b-c
Organik	53 %	1358.4	298.8	1059.5
Plastik	7 %	168	159.6	8.4
Logam	2 %	46.1	41	5.1
Kertas	4 %	100.1	90.1	10
Kaca	3 %	74.4	0	74.4
Popok/Masker	1 %	27.7	0	27.7
Residu	31 %	803.1	0	803.1
Total		2577.9	589.6	1988.3

Sumber: Hasil analisis data primer, 2024

Tabel 8. Recovery Factor Sampah Rumah Tangga Desa Janti

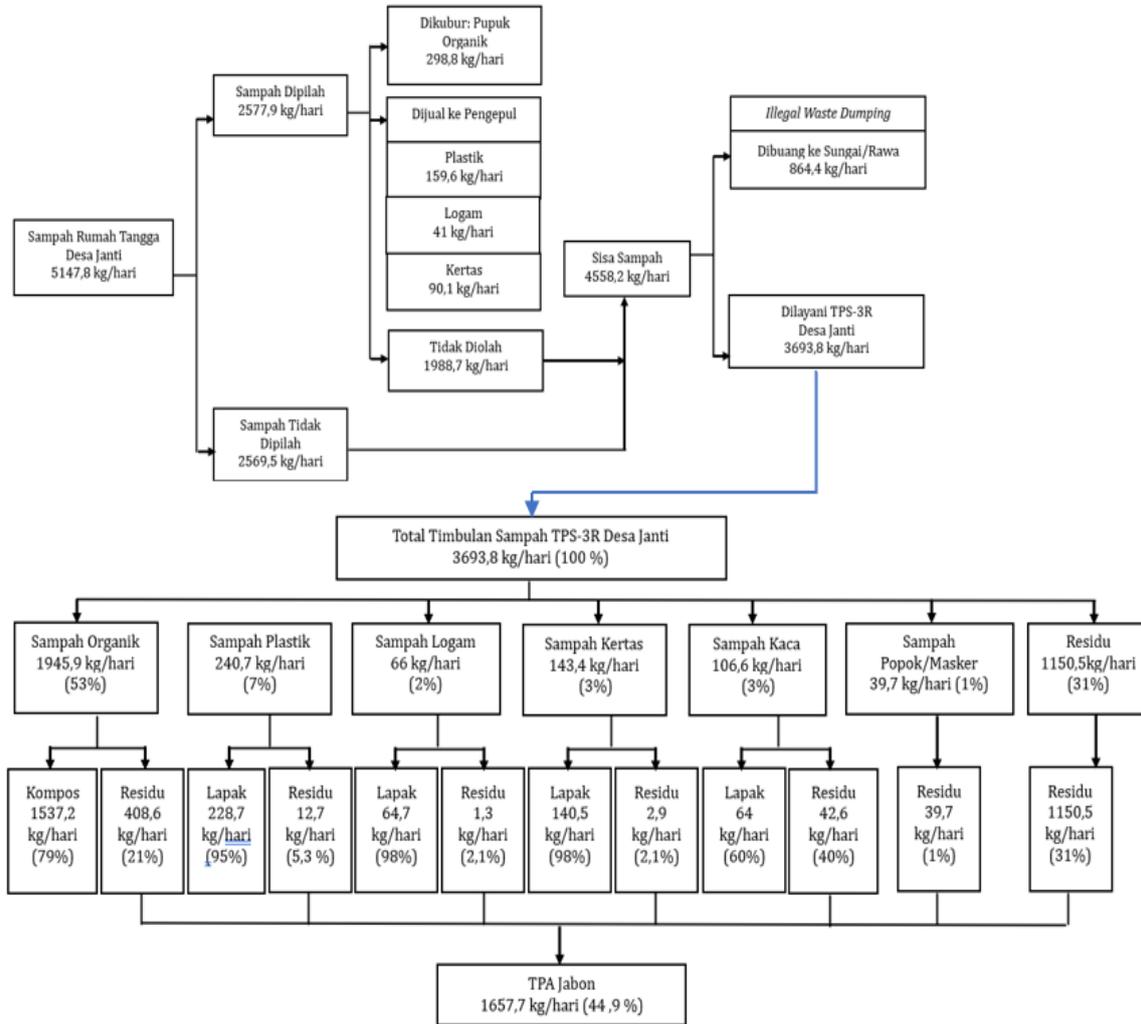
Komposisi	Berat (kg)	Recovery (kg)	Recovery (%)
Organik	1358.4	298.8	22 %
Plastik	168	159.6	95 %
Logam	46,1	41	89 %
Kertas	100.1	90.1	90 %
Kaca	74.4	0	0 %
Popok/Masker	27.7	0	0 %
Residu	803.1	0	0 %
Total	2577.9	589.6	22.9 %

Sumber: Hasil analisis data primer, 2024

3.8. Skenario Optimalisasi Reduksi Sampah Desa Janti

Pada hasil pembahasan, skenario 1 peran TPS-3R dapat mereduksi sampah Desa janti ke TPA Jabon sebesar 2035.1 kg/hari dengan *recovery factor* 55.1%. Jika skenario 2 dijalankan yaitu peran TPS-3R dengan melibatkan partisipasi masyarakat memilah dari sumber dapat mereduksi sampah Desa janti ke TPA Jabon sebesar 2624.7 kg/hari dengan total *recovery factor* 78.0%. Pada skenario 2 peran unit TPS-3R Desa Janti dan keterlibatan pemilahan masyarakat dari sumber mampu mereduksi sampah yang dikirim ke TPA Jabon secara optimal.

Perhitungan skenario optimalisasi reduksi sampah Desa Janti selanjutnya di proyeksikan dalam 10 tahun kedepan (Lihat Tabel 9 dan Gambar 8). Dari proyeksi skenario reduksi sampah di Desa Janti tahun 2024 dengan adanya unit TPS-3R mereduksi sampah sebesar 743.4 ton/tahun, dan dengan melibatkan partisipasi masyarakat reduksi yang dihasilkan sebesar 958.7 ton/tahun ke TPA Jabon. Di tahun 2033 reduksi sampah dengan adanya unit TPS-3R mampu mereduksi sebesar 2035.4 ton/tahun, dan 1037.8 ton/tahun dengan melibatkan partisipasi masyarakat memilah sampah dari sumber.

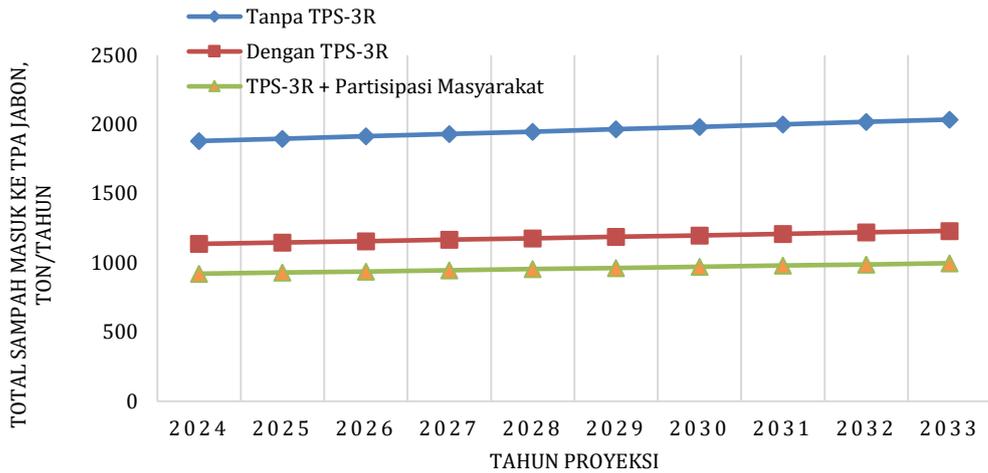


Gambar 7. Pengelolaan Sampah Desa Janti
Sumber: Hasil analisis data primer, 2024

Tabel 9. Proyeksi Optimalisasi Reduksi Sampah Desa Janti

Tahun	Tanpa TPS-3R (ton/tahun)	Dengan TPS-3R (ton/tahun)	TPS-3R + Partisipasi Masyarakat (ton/tahun)
2024	1880.3	743.4	958.7
2025	1896.9	750.0	967.2
2026	1913.7	756.6	975.8
2027	1930.7	763.3	984.4
2028	1947.7	770.0	993.1
2029	1965.0	776.8	1001.9
2030	1982.3	783.7	1010.8
2031	1999.9	790.6	1019.7
2032	2017.6	797.6	1028.7
2033	2035.4	804.7	1037.8

Sumber: Hasil analisis data primer, 2024



Gambar 8. Proyeksi Optimalisasi Reduksi Sampah Desa Janti

Dari proyeksi diatas dengan menerapkan skenario ke-2 mampu mengoptimalkan reduksi sampah dari Desa Janti ke TPA Jabon, Sidoarjo. Hal ini menunjukkan bahwa dengan keterlibatan masyarakat memilah sampah dari sumber di Desa Janti mampu meningkatkan pengelolaan sampah di perkotaan sesuai dengan target Jakstrada Kabupaten Sidoarjo yaitu penanganan hingga 70% di tahun 2025.

4. KESIMPULAN

Dengan melibatkan partisipasi masyarakat dalam memilah sampah dari sumber mampu meningkatkan penanganan sampah sesuai target Jakstrada Kabupaten Sidoarjo yaitu penangan 70 % pada tahun 2025. Hal tersebut dapat dilihat dari proyeksi skenario 1 dan 2. Melalui skenario 1 penanganan sampah di Desa Janti dengan hanya penanganan di TPS-3R mampu mereduksi sampah sebesar 2035.1 kg/hari dengan *recovery factor* 55.1%. Pada skenario 2 meningkatkan penanganan sampah sebesar 2624.7 kg/hari dengan total *recovery factor* 78.0%.

Jadi melalui skenario 2 mampu mengoptimalkan reduksi sampah Desa Janti dengan signifikan. Namun, untuk mendapatkan rancangan sistem yang berkelanjutan, diperlukan kajian dari aspek ekonomi, kebijakan pemerintah setempat, dan penyediaan fasilitas pengolahan sampah yang memadai agar didapatkan hasil yang optimal. Penelitian ini merupakan landasan untuk dijadikan gambaran dalam merancang dan menyusun pengolahan sampah perkotaan dengan melibatkan partisipasi masyarakat. Hal ini dapat menjadi pertimbangan untuk bahan rekomendasi dalam menentukan kebijakan dan pengembangan penanganan sampah di TPS-3R lainnya di Kabupaten Sidoarjo.

DAFTAR PUSTAKA

Astari, S. D. (2010). *Kajian Model Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat di Kecamatan Wonocolo dan Sarana Persampahan*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

- BPS. (2023). *Statistik Daerah Provinsi Jawa Timur*. Badan Pusat Statistik.
- BPS Kabupaten Sidoarjo. (2023). *Kecamatan Waru dalam rangka 2023*. BPS Kabupaten Sidoarjo.
- Budihardjo, M. A., Ardiansyah, S. Y., & Ramadan, B. S. (2022). Community-driven material recovery facility (CdMRF) for sustainable from Semarang City. *Journal Habitat International*, 119.
- Budihardjo, M. A., Humaira, N. G., Putri, S. A., Ramadan, B. S., Syafrudin, S., & Yohana, E. (2021). Sustainable solid waste management strategies for higher education institutions: Diponegoro university, indonesia case study. *Sustainability (Switzerland)*, 13(23). <https://doi.org/10.3390/su132313242>
- Cahyani, P. P., Rini, I., Ari, D., & Wijayanti, W. P. (2020). *Potensi reduksi TPST Desa Janti, kecamatan Waru, kabupaten Sidoarjo*. 9(0341), 163-170.
- Chen, B., & Lee, J. (2020). Household Waste Separation Intention and the Importance of Public Policy. *International Trade Polit. Dev.*, 4(1), 61-79.
- Demir, C., Yetiş, Ü., & Ünlü, K. (2019). Identification of waste management strategies and waste generation factors for thermal power plant sector wastes in Turkey. *Waste Management and Research*, 37(3), 210-218. <https://doi.org/10.1177/0734242X18806995>
- Fadzoli, T., Subekti, R., & Waluyo. (2023). Dampak Kebijakan Pengelolaan Sampah Sebagai Parameter Kinerja Pemerintah dalam Bidang Lingkungan Hidup. *Jurnal Ilmu Hukum Dan Administrasi Negara*, 1(3), 28-36.
- Goh, E., Esfandiari, K., Jie, F., Brown, K., & Djajadikerta, H. (2022). Please sort out your rubbish! An integrated structural model approach to examine antecedents of residential households' waste separation behaviour. *Journal of Cleaner Production*, 355, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131789>
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*. Urban Development.
- Kittipongvises, S., & Vassanadumrongdee, S. (2018). Factors influencing source separation intention and willingness to pay for improving waste management in Bangkok, Thailand. *Journal Sustainable Environment Research*, 28(2), 90-99.
- Kristanto, G. A., & Koven, W. (2019). Estimating Greenhouse Gas Emissions From Municipal Solid Waste Management in Depok, Indonesia. *City and*

Rifai, M. K., Kartikaningsih, H., dan Susilo, A. (2024). Optimalisasi Reduksi Sampah dengan Keterlibatan Masyarakat Melalui Pengolahan Sampah Perkotaan di TPS-3R Janti Berseri Waru-Sidoarjo. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(6), 1562-1572, doi:10.14710/jil.22.6.1562-1572

Environment Interactions, 4, 1–8.

- Lestari, J, A. (2017). *Strategi Adaptasi dan Mitigasi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Sektor Transportasi dan Sektor Persampahan di Kota Batu*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Marlena, M., Adi, T. J., & Warmadewathi, I. (2020). Asset Performance Evaluation of Integrated Waste Management Sites (TPST) in Sidoarjo Regency. *Facility Infrastructure Asset Management Journal*, 4(3).
- Meidiana, C., Sekito, T., & Sasongko, W. (2021). Determining factors of community participation on waste bank. *Earth and Environmental Science*.
- MOELLER, D. W. (2019). Solid waste. In *Environmental Health* (third edit). Harvard University Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/j.ctvjz80w7>
- Nagong, A. (2021). Studi Tentang Pengelolaan Sampah Oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Samarinda Berdasarkan Peraturan Daerah Kota Samarinda Nomor 02 Tahun 2011 Tentang Pengelolaan Sampah. *Jurnal Administrative Reform*, 8(2), 105. <https://doi.org/10.52239/jar.v8i2.4540>
- Ng, K. S., & Yang, A. (2023). Development of a system model to predict flows and performance of regional waste management planning: A case study of England. *Journal of Environmental Management*, 325. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116585>
- Prakoso, M. B. A., & Gunarta, I. K. (2021). Feasibility Study of Municipal Solid Waste Management System (MSW-MS) in Sidoarjo District. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.55496>
- Purnomo, C. W. (2021). *Solusi Pengelolaan Sampah Kota*. Gadjah Mada University Press.
- Rahmah, A. A., & Trihardiningrum, Y. (2022). Optimasi dan Redesain Sistem Pengelolaan Sampah di TPST Lingkar Timur Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Teknik ITS*, 11(2), 22–27.
- Rahmaniah, R., Mediana, C., Rini, I., & Ari, D. (2013). Potensi Reduksi Sampah melalui pengelolaan sampah perkotaan di tps Kecamatan Mataram. *Jurnal Tata Kota Dan Daerah*, 5, 119–128.
- Sari, P. N. (2016). Analisis Pengelolaan Sampah Padat di Kecamatan Banuhampu Kabupaten Agam. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, 10(2), 157–165.
- Shofi, N. C., Auvaria, S. W., Nengse, S., & Karami, A. A. (2023). Analisis Aspek Teknis Pengelolaan Sampah di TPS 3R Desa Janti Kecamatan Waru Sidoarjo. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 8(1), 1–8. <https://doi.org/10.29244/jsil.8.1.1-8>
- Sugiyono. (2017). *Metode penelitian bisnis: pendekatan kuantitatif, kualitatif, kombinasi, dan r&d*, 3rd ed. Alfabeta.
- Sukerti, N. (2017). Perilaku Masyarakat Dalam Pengelolaan Sampah Dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi. *Journal Ecotrophic*, 8(2), 148–155.
- Tyagi, V. K., Kapoor, A., Arora, P., Banu, J. R., Das, K., Pipesh, S., & Kazmi, A. A. (2021). Mechanical-biological treatment of municipal solid waste: Case study of 100 TPD Goa plant, India Author links open overlay panel. *Journal of Environment Mangement*, 292. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112741>
- Xu, L., Ling, M., Lu, Y., & Shen, . (2017). Understanding household waste separation behaviour: testing the roles of moral, past experience, and perceived policy effectiveness within the theory of planned behaviour. *Sustainability (Switzerland)*, 625.
- Zubair, A., & Haeruddin. (2011). *Studi Potensi Daur Ulang Sampah di TPA Tamanggapa Kota Makassar*.