Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 28 No. 1 (2027): January
DOI: 10.21070/ijins.v28i1.2277

ISSN (ONLINE) 2598-9936



INDONESIAN JOURNAL OF INNOVATION STUDIES

PUBLISHED BY

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO

ISSN 2598-9936 (online), https://ijins.umsida.ac.id, published by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
Copyright © Author(s). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY).

Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 28 No. 1 (2027): January
DOI: 10.21070/ijins.v28i1.2277

Table Of Contents

Journal Cover 1
Author[s] Statement 3
Editorial Team 4
Article information 5
Check this article update (crossmark) 5
Check this article impact 5
Cite this article 5
Title page 6
Article Title 6
Author information 6
Abstract 6
Article content 8

Copyright © Author(s). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY).

Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 28 No. 1 (2027): January
DOI: 10.21070/ijins.v28i1.2277

Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at http://creativecommons.org/licences/by/4.0/legalcode

Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 28 No. 1 (2027): January
DOI: 10.21070/ijins.v28i1.2277

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Complete list of editorial team (link)

Complete list of indexing services for this journal (link)

How to submit to this journal (link)

Copyright © Author(s). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY).

Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 28 No. 1 (2027): January
DOI: 10.21070/ijins.v28i1.2277

Article information

Check this article update (crossmark)



Check this article impact (*)















Save this article to Mendeley



(*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

ISSN 2598-9936 (online), https://ijins.umsida.ac.id, published by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
Copyright © Author(s). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY).

Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 28 No. 1 (2027): January
DOI: 10.21070/ijins.v28i1.2277

Composting and Black Soldier Fly Integration Reduces Organic Waste Stock 39.64%

Kombinasi Pengomposan dan Black Soldier Fly Menurunkan Stock Timbulan Sampah Organik sebesar 39.64%

Aidah Islamiyah, 20032010026@student.upnjatim.ac.id (*)

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

Enny Aryanny, enny.ti@upnjatim.ac.id

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

Yekti Condro Winursito, yekti.condro.ti@upnjatim.ac.id

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

(*) Corresponding author

Abstract

General Background: Increasing municipal refuse generation places substantial pressure on local processing facilities, particularly where biodegradable materials dominate incoming streams. **Specific Background:** The Tambakrejo Integrated Waste Processing Facility handles approximately 15,230 kg daily, exceeding its ideal processing capacity of 15,000 kg. **Knowledge Gap:** Existing local studies have primarily examined generation, composition, and facility planning, while comparative simulations of alternative biological treatment strategies remain limited. **Aims:** This study evaluates household organic waste management scenarios using system dynamics modeling. Causal loop diagrams, stock and flow diagrams, mathematical formulations, and simulation validation were developed using Vensim PLE for 2025–2030. **Results:** The model achieved a mean percentage error of 0.2041%. Without intervention, projected stock reached 3,564,670 kg in 2030. Both black soldier fly processing at 59.7% and combined composting at 24% with larval treatment at 35.7% produced 2,151,730 kg, representing a 39.64% reduction relative to baseline. The combined scenario was preferred because it generates different usable processing products. **Novelty:** The study compares biological processing alternatives using accumulated material as a dynamic simulation indicator at an operationalfacility serving multiple communities. **Implications:** The selected scenario provides a planning basis for phased implementation according to available processing capacity and operational conditions.

Highlights:

- Simulation validation produced a mean percentage error of 0.2041%.
- Two alternative configurations achieved identical projected reductions of 39.64%.
- The combined scenario was preferred because it provides compost and larval biomass products.

Keywords: Black Soldier Fly, Composting, Organic Waste, System Dynamics

Published date: 2026-11-05

Copyright © Author(s). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY).

Indonesian Journal of Innovation Studies
Vol. 28 No. 1 (2027): January
DOI: 10.21070/ijins.v28i1.2277

Pendahuluan

Sampah merupakan persoalan serius yang dialami setiap daerah di Indonesia, data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) tahun 2024 mencatat timbulan nasional mencapai 30 juta ton/tahun dengan dominasi komposisi sampah organik sebesar 51,84% dan rumah tangga sebagai penyumbang utama sebesar 53,74% [1]. Berdasarkan data SIPSN tahun 2024, Kabupaten Sidoarjo menghasilkan 320.690 ton/tahun dengan komposisi sampah organik terbesar yaitu 71,7% dan sektor rumah tangga sebagai komposisi terbesar yaitu 29,87% [2]. Besarnya jumlah sampah di suatu daerah mencerminkan adanya permasalahan pengelolaan sampah dalam perpindahan penduduk dari desa ke kota dan tingkat konsumtif masyarakat [3].

TPST Kawasan Tambakrejo yang berada di Kecamatan Waru menghadapi tekanan akibat timbulan sampah yang terus meningkat, bahkan melebihi kapasitas ideal TPST. Fasilitas ini memiliki luas lahan 400 m^2 dengan kapasitas tampung 15 ton/hari. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 03/PRT/M/2013 luas lahan tersebut berada dalam rentang pelayanan skala RW, dengan kapasitas layanan idealnya sekitar 800-1.000 jiwa [4]. Berdasarkan hasil wawancara dengan pengelola TPST Kawasan Tambakrejo, fasilitas ini melayani tujuh kelurahan, yaitu Tambaksumur, Tambaksawah, Tambakrejo, Tropodo, Kepuh Kiriman, Wadungasri dan Wedoro. Jumlah penduduk pada tujuh kelurahan tersebut diperoleh dari pengolahan data publikasi Kecamatan Waru dalam Angka oleh BPS Kabupaten Sidoarjo tahun 2023 dan 2024 dengan total penduduk sekitar 92.001 jiwa[5][6]. Adanya ketimpangan rasio lahan dengan jumlah penduduk mengakibatkan TPST mengalami *overload* hingga menyebar di area luar fasilitas. Timbulan sampah akan terus bertambah seiring dengan pertumbuhan masyarakat [7].

Rata-rata sampah masuk TPST Kawasan Tambakrejo pada tahun 2025 mencapai 15.230 kg/hari, melebihi kapasitas tampung ideal 15 ton/hari dengan sampah organik sebagai komposisi terbesar mencapai 9.092 kg/hari atau 59,7% dari total seluruh sampah yang masuk TPST. Selain itu, beban timbulan yang sangat tinggi, TPST ini belum melakukan pengolahan sampah organik yang signifikan. Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara dengan pengelola TPST, sampah organik hanya melalui pencacahan kasar tanpa proses pengolahan sebelum diangkut ke TPA. Kondisi ini akan menyebabkan beban penumpukan dan tekanan operasional di TPST Kawasan Tambakrejo.

Sejumlah penelitian telah menerapkan pemodelan sistem dinamik untuk mengevaluasi kebijakan pengelolaan sampah dan alternatif pengolahan sampah organik. Dalam penelitian Solo, Da Costa dan Manulangga, menggunakan sistem dinamik untuk menganalisis jumlah timbulan sampah dan mengidentifikasi skema pengolahan sampah organik menggunakan di Kelurahan Oesapa, Kota Kupang [8]. Sementara itu, Labibah dan Pulungan menerapkan sistem dinamik untuk memahami dinamika proses pengolahan sampah dalam mengevaluasi kebijakan yang ada untuk perbaikan lebih lanjut di Kabupaten Ponorogo [9]. Dalam penelitian Artika dan Chaerul, menggunakan pemodelan sistem dinamik dilakukan untuk memprediksi kinerja masa depan sistem, mengevaluasi skenario kebijakan dan merancang intervensi sistem pengelolaan sampah di Kota Depok [10].

Pada penelitian di TPST Kawasan Tambakrejo, kajian yang tersedia banyak berfokus pada timbulan, komposisi atau perencanaan fasilitas [11]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan skenario pengolahan sampah organik rumah tangga yang paling efektif menggunakan pemodelan sistem dinamik dalam meminimumkan jumlah timbulan sampah organik yang ada di TPST Kawasan Tambakrejo, Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo. Peraturan Presiden RI Nomor 12 Tahun 2025 Lampiran II tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2025-2029 menetapkan target peningkatan timbulan sampah yang terolah di fasilitas pengolahan sampah sampai 38% di tahun 2029 [12]. Kebaruan dalm penelitian ini adalah penngunaan model sistem dinamik untuk membandingkan kinerja pengolahan sampah organik dalam skenario pengomposan, teknologi BSF dan kombinasi keduanya dalam mengurangi *Stock* timbulan sampah organik di TPST Kawasan Tambakrejo.

Metode

Penelitian dilakukan di TPST Kawasan Tambakrejo yang berlokasi di Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo. Wilayah pelayanan TPST ditetapkan berdasarkan wawancara dengan pengelola TPST Kawasan Tambakrejo dan mencakup tujuh kelurahan, yaitu Tambaksumur, Tambaksawah, Tambakrejo, Tropodo, Kepuh Kiriman, Wadungasri dan Wedoro. Data primer diperoleh dari dokumen operasional TPST, observasi lapangan dan wawancara dengan pengelola TPST Kawasan Tambakrejo tahun 2025. Data sekunder mencakup data kependudukan melalui pengolahan data tujuh kelurahan dari publikasi Kecamatan Waru dalam Angka terbitan BPS Kabupaten Sidoarjo tahun 2023 dan 2024 [5][6]. Data migrasi penduduk masuk diperoleh melalui komunikasi personal dengan petugas Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Sidoarjo pada tahun 2025 serta data pendukung dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN). Selanjutnya, dilakukan pengumpulan data mencakup jumlah penduduk, laju pertumbuhan penduduk, migrasi penduduk, laju migrasi penduduk, jumlah sampah masuk TPST, sampah per orang, jumlah timbulan sampah organik TPST, sampah diolah dan sampah terangkut TPA. Data tersebut digunakan dalam variabel dalam pembentukan model sistem dinamik. Sistem dinamik membantu memodelkan dan mensimulasi pola perilaku sistem seiring pertambahan waktu [13].

Periode simulasi dimulai dari tahun 2025 sebagai kondisi awal (*baseline*) hingga tahun 2030 sebagai akhir periode simulasi. Pemodelan dilakukan dengan penyusunan *Causal Loop Diagram* (CLD) untuk menunjukkan keterkaitan kausalitas antar variabel dalam sistem dan dilanjutkan penyusunan *Stock and Flow Diagram* (SFD) untuk menggambarkan struktur aliran secara rinci hubungan antar variabel sehingga dapat digunakan untuk menyusun persamaan matematis. Proses formulasi dan simulasi dilakukan menggunakan *software* Vensim PLE. Setelah pembuatan model, dilakukan verifikasi model untuk mengecek apakah model sudah bebas dari kesalahan [14]. Validasi dilakukan menggunakan uji *percent error in the means* (E1) atau menghitung persentase *error* dalam rata-rata hasil simulasi dengan rata-rata data aktual yang menyatakan model *valid* apabila nilai E1 lebih kecil dari 5% [15]. Simulasi kebijakan dilakukan dengan empat skenario; Skenario 0 (kondisi eksisting), Skenario 1 (pengomposan), Skenario 2 (teknologi BSF) dan Skenario 3 (gabungan kompos dan BSF). Hasil simulasi setiap skenario dibandingkan berdasarkan kemampuan dalam mengurangi timbulan sampah organik.

ISSN 2598-9936 (online), https://ijins.umsida.ac.id, published by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
Copyright © Author(s). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY).

Indonesian Journal of Innovation Studies
Vol. 28 No. 1 (2027): January
DOI: 10.21070/ijins.v28i1.2277

Hasil dan Pembahasan

A. Kondisi Eksisting TPST Kawasan Tambakrejo

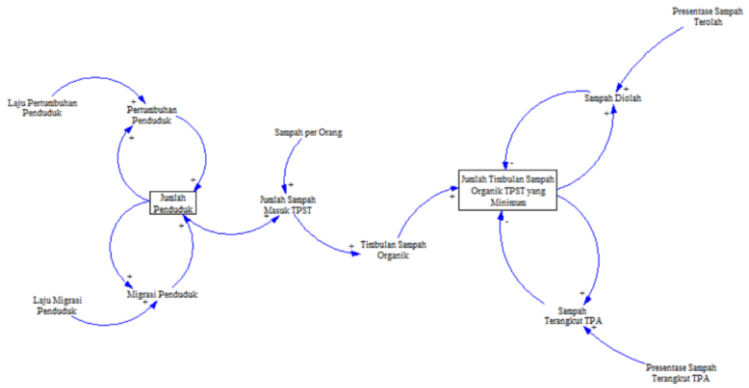
Tabel 1. Kondisi Eksisting TPST Kawasan Tambakrejo

No	Variabel	Nilai
1	Jumlah Penduduk Wilayah Pelayanan	92.001 jiwa
2	Laju Pertumbuhan Penduduk	0,32%
3	Migrasi Penduduk	1.379 jiwa
4	Laju Migrasi Penduduk	1,49%
5	Jumlah Sampah Masuk TPST	15.230 kg/hari
6	Organik Masuk TPST	9.092 kg/hari
7	Sampah per Orang	0,165 kg/orang/hari
8	Timbulan Sampah Organik	3.311.100 kg/tahun
9	Sampah Diolah	0%
10	Persentase Sampah Terangkut TPA	100%

Pada Tabel 1 diatas kondisi eksisting TPST Kawasan Tambakrejo melayani wilayah pelayanan berdasarkan wawancara dengan pengelola TPST Kawasan Tambakrejo yang mencakup tujuh kelurahan, yaitu Tambaksumur, Tambaksawah, Tambakrejo, Tropodo, Kepuh Kiriman, Wadungasri dan Wedoro. Jumlah penduduk wilayah pelayanan diperoleh melalui pengolahan data tujuh kelurahan dari publikasi Kecamatan Waru dalam Angka terbitan BPS Kabupaten Sidoarjo tahun 2023 dan 2024 dengan total penduduk 92.001 jiwa dan tingkat pertumbuhan penduduk sebesar 0,32% tiap tahunnya [5][6]. Berdasarkan wawancara dengan petugas Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Sidoarjo, data jumlah migrasi penduduk masuk pada tujuh kelurahan tersebut mencapai 1.379 jiwa dengan laju migrasi penduduk 1,49% tiap tahunnya.

Jumlah timbulan sampah yang dihasilkan tiap orang di kawasan tersebut sekitar 0,165 kg/hari. Jumlah sampah yang masuk TPST Kawasan Tambakrejo sebanyak 15.230 kg/hari dengan komposisi organik 59,7% sebesar 9.092 kg/hari, sehingga total timbulan sampah organik yang ada di TPST Kawasan Tambakrejo dalam satu tahun sebesar 3.311.100 kg/tahun. Tidak adanya pengolahan sampah organik tertentu di TPST Kawasan Tambakrejo dan seluruh sampah dibuang ke TPA mencerminkan nilai sampah diolah sebesar 0% dan sampah terangkut TPA sebesar 100%.

B. Pengolahan Data

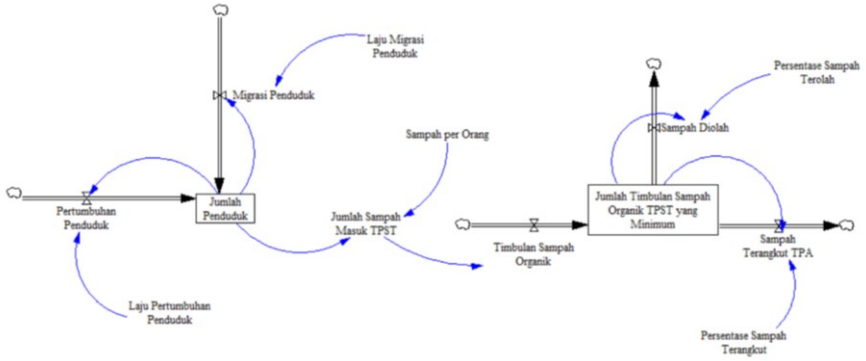


Gambar 1. Diagram Sebab Akibat (*Causal Loop Diagram*)

Pada Gambar 1 menunjukkan Diagram Sebab Akibat yang menggambarkan pembuatan model dalam suatu sistem dari komponen atau variabel yang berpengaruh dalam simulasi pengolahan sampah organik di TPST Kawasan Tambakrejo [14]. Pertumbuhan Jumlah Penduduk dan Migrasi Penduduk dipengaruhi secara positif (+) oleh Laju Pertumbuhan Penduduk dan Laju Migrasi Penduduk. Hal tersebut akan meningkatkan jumlah sampah yang masuk di TPST yang kemudian meningkatkan Timbulan Sampah Organik yang ada di TPST Kawasan Tambakrejo yang menyebabkan beban timbulan sampah organik. Pada kondisi eksisting, pengolahan sampah organik belum diterapkan sehingga sampah organik tetap menjadi beban yang harus ditangani melalui pengangkutan TPA dengan persentase sampah terangkut tetap sebesar 100%.

ISSN 2598-9936 (online), https://ijins.umsida.ac.id, published by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
Copyright © Author(s). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY).

Indonesian Journal of Innovation Studies
Vol. 28 No. 1 (2027): January
DOI: 10.21070/ijins.v28i1.2277



Gambar 2. Diagram Alir (*Stock and Flow Diagram*)

Pada Gambar 2 menunjukkan *Stock and Flow Diagram* yang menggambarkan hubungan antar variabel secara detail menggunakan simbol tertentu yang telah dibentuk dalam Diagram Sebab Akibat (*Causal Loop Diagram)* [16]. Pada model tersebut, terdapat dua *Stock* yaitu Jumlah penduduk yang dipengaruhi oleh dua *Flow* yaitu Pertumbuhan Penduduk yang ditentukan Laju Pertumbuhan Penduduk dan Migrasi Penduduk yang ditentukan Laju Migrasi Penduduk yang keduanya bersifat positif terhadap *Stock*. Peningkatan jumlah penduduk akan berdampak langsung terhadap peningkatan Jumlah Sampah Masuk TPST yang dipengaruhi oleh Sampah per Orang. Semakin tinggi rata-rata sampah yang dihasilkan tiap orang, maka semakin besar jumlah sampah yang masuk ke TPST dan berpengaruh terhadap Timbulan Sampah Organik sebagai *Inflow* bagi *Stock* utama Jumlah Timbulan Sampah Organik TPST yang Minimum. *Stock* ini akan berkurang melalui pengolahan sampah organik dalam skenario kebijakan. Sampah organik yang belum diolah merupakan beban yang perlu diangkut ke TPA dengan persentase sampah terangkut sebesar 100%.

C. Formulasi Model

$$JP = INTEG(PP + MP, 92001) \quad (1)$$
$$PP = JP\ X\ LPP \quad (2)$$
$$MP = JP\ X\ LMP \quad (3)$$
$$SPO = 0.1655\ X\ 365 \quad (4)$$
$$JSM = JP\ X\ SPO \quad (5)$$
$$TSO = JSM\ X\ KO \quad (6)$$
$$STO = INTEG(TSO - SD - STPA, 3311100) \quad (7)$$
$$SD = STO\ X\ PD \quad (8)$$
$$STPA = STO\ X\ PTPA \quad (9)$$

Keterangan:
JP = Jumlah Penduduk (*people*)
PP = Pertumbuhan Penduduk (*people/year*)
MP = Migrasi Penduduk (*people/year*)
LPP = Laju Pertumbuhan Penduduk (*1/year*)
LMP = Laju Migrasi Penduduk (*1/year*)
SPO = Sampah per Orang (kg/*people/year*)
JSM = Jumlah Sampah Masuk TPST (kg/*year*)
TSO = Timbulan Sampah Organik (kg/*year*)
KO = Komposisi Sampah Organik (0.597)
STO = *Stock* Sampah Oganik TPST (kg)
SD = Sampah Diolah (kg/*year*)
$STPA$ = Sampah Terangkut TPA (kg/*year*)
PD = Persentase Sampah Diolah (*1/year*)
$PTPA$ = Persentase Sampah Terangkut TPA (*1/year*)

Nilai PD pada Skenario 1, ditetapkan nilai efektivitas menggunakan kompos sebesar 24%, Skenario 2 menggunakan teknologi BSF sebesar 59,7% serta Skenario 3 menggunakan gabungan pengomposan 24% dan BSF 35,7%.

D. Validasi Model

Tabel 2. Hasil Validasi Model

No	Aktual (kg/tahun)	Simulasi (kg/tahun)	*Error* (%)
1	3.311.100	3.317.860	0,2041%

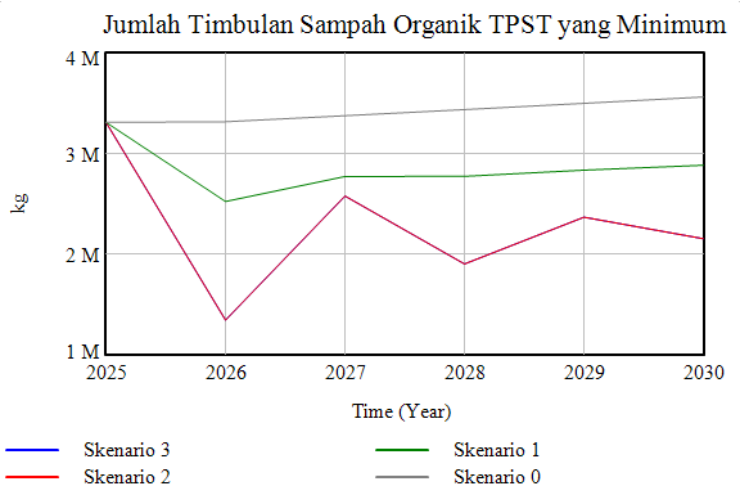
Validasi model dilakukan menggunakan ukuran kesalahan berbasis rata-rata atau *percent error in the means* (E1) dengan membandingkan data aktual dan hasil simulasi Timbulan Sampah Organik pada tahun dasar 2025. Nilai aktual Timbulan Sampah Organik sebesar 3.311.100 kg/tahun, sedangkan hasil simulasi sebesar 3.317.860 kg/tahun. Nilai persentase *error* (E1) sebesar

ISSN 2598-9936 (online), https://ijins.umsida.ac.id, published by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
Copyright © Author(s). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY).

Indonesian Journal of Innovation Studies
Vol. 28 No. 1 (2027): January
DOI: 10.21070/ijins.v28i1.2277

0,2041% jauh di bawah batas toleransi 5%. Dengan demikian, model sistem dinamik yang disusun dinyatakan ***valid*** terhadap data aktual tahun dasar 2025 dan layak digunakan untuk simulasi kebijakan skenario lebih lanjut.

E. Perbandingan Skenario Kebijakan



Gambar 3. Hasil Simulasi Model Keseluruhan

Tabel 3. Perbandingan Hasil Simulasi Skenario Pengolahan Sampah Organik (kg)

Tahun	Skenario 0 (Kondisi Eksisting)	Skenario 1 (Pengomposan 24%)	Skenario 2 (Teknologi BSF 59,7%)	Skenario 3 (Gabungan Kompos 24% dan BSF 35,7%)
2025	3.311.100	3.311.100	3.311.100	3.311.100
2026	3.317.860	2.523.190	1.341.130	1.341.130
2027	3.377.910	2.772.340	2.577.260	2.577.260
2028	3.439.050	2.773.690	1.900.430	1.900.430
2029	3.501.300	2.835.610	2.366.740	2.366.740
2030	3.564.670	2.884.120	2.151.730	2.151.730

Hasil simulasi menunjukkan seluruh skenario dimulai dari kondisi awal yang sama pada tahun 2025, yaitu sebesar 3.311.100 kg/tahun yang menggambarkan bahwa TPST Kawasan Tambakrejo berada pada tingkat timbulan yang sama sebelum penerapan kebijakan pengolahan kompos dan teknologi BSF. Pada Skenario 0 belum menerapkan pengolahan sampah organik, sehingga nilai *Stock* meningkat hingga mencapai 3.564.670 kg. Peningkatan tersebut dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk dan migrasi yang meningkatkan jumlah sampah masuk TPST.

Skenario 1 melalui pengomposan 30% mampu menurunkan nilai *Stock* hingga mencapai 2.884.120 kg dengan reduksi sebesar 19,09% dibanding kondisi eksisting. Skenario 2 melalui teknologi BSF 59,7% mampu menurunkan nilai *Stock* hingga mencapai 2.151.730 kg dengan reduksi 39,64% dibanding kondisi eksisting. Skenario 3, yaitu kombinasi pengomposan 24% dan teknologi BSF 35,7% mampu menghasilkan nilai *Stock* yang sama dengan skenario 2 yaitu sebesar 2.151.730 kg dengan reduksi 39,64% dibanding kondisi eksisting.

Meskipun hasil dari skenario 2 dan skenario 3 sama dalam mereduksi nilai *Stock*, dalam penelitian ini dipilih skenario 3 sebagai skenario kebijakan yang paling efektif karena memberikan manfaat pengolahan sampah organik yang lebih beragam dengan kombinasi dua metode pengolahan sampah organik melalui pengomposan dan teknologi BSF. Pengomposan menghasilkan pupuk organik (kompos) yang dapat digunakan untuk menyuburkan dan memperbaiki struktur tanah yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman [17]. Sementara itu, teknologi BSF menghasilkan biomassa larva yang kaya protein dan lemak sebagai pakan ikan dan ternak. Selain itu, residu yang dihasilkan dari proses biokonversi BSF dapat dimanfaatkan sebagai pupuk kompos yang bermanfaat bagi kesuburan tanah [18].

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Solo, Da Costa dan Manulangga yang menunjukkan bahwa kombinasi pengomposan dan teknologi BSF mampu mengurangi sampah organik yang belum dikelola dengan baik. Perbedaannya, penelitian ini dilakukan pada skala operasional TPST yang melayani beberapa kelurahan dan menggunakan *Stock* timbulan sampah organik di TPST sebagai indikator hasil simulasi selama 2025-2030. Kombinasi kompos dan teknologi BSF relevan diterapkan di TPST Kawasan Tambakrejo karena sampah organik yang masuk mencapai 9.092 kg/hari dan merupakan fraksi terbesar dari seluruh sampah. Sisa makanan diprioritaskan untuk pengolahan BSF, sedangkan fraksi organik lainnya dapat dialokasikan melalui pengomposan. Kedua metode tersebut saling melengkapi dan tidak bergantung pada satu metode pengolahan sampah organik dan dapat mengurangi beban sampah pada TPST yang telah melebihi kapasitas tampung ideal, sekaligus menghasilkan beragam produk bernilai ekonomi.

Copyright © Author(s). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY).

Vol. 28 No. 1 (2027): January
DOI: 10.21070/ijins.v28i1.2277

Simpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa tanpa intervensi pengolahan sampah organik, beban sampah yang belum diolah di TPST Kawasan Tambakrejo dan perlu diangkut ke TPA akan terus meningkat selama periode 2025-2030 seiring pertumbuhan penduduk dan migrasi penduduk masuk. Di antara skenario kebijakan yang telah diuji, kombinasi pengomposan 24% dan teknologi BSF 35,7% (skenario 3) menghasilkan nilai pengurangan sampah organik paling besar sejalan dengan target RPJMN. Dengan demikian, skenario 3 dipilih menjadi skenario kebijakan terbaik untuk meminimumkan jumlah timbulan sampah organik dengan harapan dapat diimplementasikan secara bertahap sesuai dengan kemampuan dan kondisi operasional di TPST Kawasan Tambakrejo.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada pengelola TPST Kawasan Tambakrejo, Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo atas izin, waktu dan informasi yang diberikan selama proses pengumpulan data penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang mendukung pelaksanaan penelitian dan penyusunan artikel ini hingga selesai.

Declaration of Artificial Intelligence Use

The author declares that no artificial intelligence tools were used in the conduct of the research, including data collection and statistical analysis.

References

[1] Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, “Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional: Data Timbulan Sampah Nasional Tahun 2024.” [Online]. Available: https://sampahnasional.kemenlh.go.id/portal-indikatif/data/timbulan-sampah. [Accessed: Aug. 9, 2026].
[2] Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, “Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional: Data Timbulan Sampah Kabupaten Sidoarjo Tahun 2024.” [Online]. Available: https://sampahnasional.kemenlh.go.id/portal-indikatif/data/timbulan-sampah. [Accessed: Aug. 9, 2026].
[3] D. Rusvinasari, A. S. Risnanto, P. S. Data, and F. Sains, “Rancangan prediksi volume sampah TPA Kota Semarang dengan pendekatan sistem dinamis,” Journal of Data Science Theory and Application, vol. 3, no. 1, pp. 14–22, 2024, doi: https://doi.org/10.32639/f3y4j154.
[4] Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, 2013.
[5] Badan Pusat Statistik Kabupaten Sidoarjo, Kecamatan Waru dalam Angka 2023. Sidoarjo, Indonesia: BPS Kabupaten Sidoarjo, 2023.
[6] Badan Pusat Statistik Kabupaten Sidoarjo, Kecamatan Waru dalam Angka 2024. Sidoarjo, Indonesia: BPS Kabupaten Sidoarjo, 2024.
[7] N. Ardiansyah, M. Taufiq, H. Hendra, A. Adilansyah, and F. Rizkiani, “Evaluasi kebijakan pengelolaan sampah pada Dinas Kebersihan Pertamanan dan Pemakaman di Kota Bima,” Indonesian Journal of Intellectual Publication, vol. 4, no. 3, pp. 60–67, 2024, doi: https://doi.org/10.51577/ijipublication.v4i3.530.
[8] A. A. M. Solo, M. Da Costa, and O. G. L. Manulangga, “Pemodelan sistem dinamis pengolahan sampah organik di Kelurahan Oesapa Kota Kupang,” Magnetic Research Journal of Physics and Its Application, vol. 4, no. 2, pp. 367–375, 2024, doi: https://doi.org/10.59632/magnetic.v4i2.473.
[9] L. Labibah and M. A. Pulungan, “Evaluasi pengelolaan sampah menggunakan pemodelan sistem dinamis di Kabupaten Ponorogo,” Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi, vol. 10, no. 1, p. 24, 2025, doi: https://doi.org/10.36722/sst.v10i1.3316.
[10] I. Artika and M. Chaerul, “Model sistem dinamik untuk evaluasi skenario pengelolaan sampah di Kota Depok,” Jurnal Wilayah dan Lingkungan, vol. 8, no. 3, pp. 261–279, 2020, doi: https://doi.org/10.14710/jwl.8.3.261-279.
[11] I. Firmansyah and M. Mirwan, “Perencanaan ulang Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Tambakrejo Kecamatan Waru Kabupaten Sidoarjo,” INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi, vol. 1, no. 6, pp. 835–843, 2022, doi: https://doi.org/10.55123/insologi.v1i6.1193.
[12] Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia, Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2025 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2025–2029, Lampiran II, 2025.
[13] B. K. Khotimah, Teori Simulasi dan Pemodelan: Konsep, Aplikasi dan Terapan. Bangkalan, Indonesia: Wade Group, 2015.
[14] E. Suryani, R. A. Hendrawan, and U. E. Rahmawati, Implementasi Model Simulasi Sistem Dinamik dalam Industri Jagung. Yogyakarta, Indonesia: Deepublish, 2016.
[15] Y. Barlas, “Multiple tests for validation of system dynamics type of simulation models,” European Journal of Operational Research, vol. 42, no. 1, pp. 59–87, 1989, doi: https://doi.org/10.1016/0377-2217(89)90059-3.
[16] R. A. Cahyono and A. S. Cahyana, “Model pengendalian food waste pada supermarket dengan menggunakan sistem dinamik,” Jurnal Produktivitas, vol. 1, no. 1, pp. 18–23, 2021, doi: https://doi.org/10.36815/jurva.v1i01.1378.
[17] S. P. Hadi, Pengolahan Sampah Organik. Yogyakarta, Indonesia: Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta, 2023.
[18] A. S. Yuwono and P. D. Mentari, Penggunaan Larva (Maggot) Black Soldier Fly (BSF). Bogor, Indonesia: Southeast Asian Regional Centre for Tropical Biology, 2018.

ISSN 2598-9936 (online), https://ijins.umsida.ac.id, published by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
Copyright © Author(s). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY).