

031 A/UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2025

032 A/UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2025

LAPORAN TUGAS AKHIR

PERENCANAAN SISTEM PENGELOLAAN SAMPAH DI TPS 3R DENGAN METODE *BLACK SOLDIER FLY* (BSF) DAN AERATOR BAMBU DI KECAMATAN PEDURUNGAN DAN KECAMATAN GAYAMSARI, KOTA SEMARANG



DISUSUN OLEH:

HIMAWAN AZIZ MUFTIANSYAH

21080122130053

ISNU BAGAS NAUFAL

21080122140151

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2026

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Himawan Aziz Muftiansyah
NIM : 21080122130053
Jurusan/Departemen : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip
Judul Skripsi : Perencanaan Sistem Pengelolaan Sampah Organik di TPS 3R Dengan Metode Black Soldier Fly (BSF) dan Aerator Bambu di Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari, Kota Semarang

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

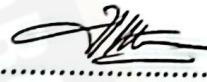
Pembimbing I:

Prof. Dr. Ir. Syafrudin, CES, M.T., IPU., ASEAN Eng.
195811071988031001


.....

Pembimbing II:

Dr. Ling., Ir. Sri Sumiyati, S.T., M.Si., IPU., ASEAN Eng.
197103301998022001


.....

Ketua Penguji:

Dr. Ir. Anik Sarminingsih, M.T., IPU., ASEAN Eng.
196704011999032001


.....

Anggota Penguji:

Dr. Ir. Budi Prasetyo Samadikun, S.T., M.Si., IPU., ASEAN Eng.
197805142005011001


.....

Semarang, 26 Februari 2026

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Undip

Ketua


Prof. Dr. Ir. Badrus Zaman, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.
NIP. 197208302000031001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Isnu Bagus Naufal
NIM : 21080122140151
Jurusan/Departemen : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip
Judul Skripsi : Perencanaan Sistem Pengelolaan Sampah Organik di TPS 3R Dengan Metode Black Soldier Fly (BSF) dan Aerator Bambu di Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari, Kota Semarang

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

Pembimbing I:

Dr. Ling., Ir. Sri Sumiyati, S.T., M.Si., IPU., ASEAN Eng.
197103301998022001



Pembimbing II:

Prof. Dr. Ir. Syafrudin, CES, M.T., IPU., ASEAN Eng.
195811071988031001



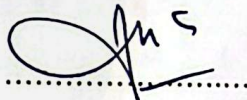
Ketua Penguji:

Dr. Ir. Budi Prasetyo Samadikun, S.T., M.Si., IPU., ASEAN Eng.
197805142005011001



Anggota Penguji:

Dr. Ir. Anik Sarminingsih, M.T., IPU., ASEAN Eng.
196704011999032001



Semarang, 26 Februari 2026
Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Undip
Ketua

Prof. Dr. H. Badrus Zaman, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.
NIP. 197208302000031001



ABSTRAK

Pengelolaan sampah di Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari, Kota Semarang menghadapi tantangan seiring dengan meningkatnya timbulan sampah akibat pertumbuhan penduduk dan pola konsumsi masyarakat. Laporan ini bertujuan untuk merencanakan TPS 3R untuk menangani permasalahan sampah yang terus meningkat. Hasil analisis menunjukkan kondisi eksisting pengelolaan sampah belum berjalan secara optimal. Berdasarkan hasil sampling, di Kecamatan Pedurungan didapatkan berat timbulan sampah domestik sebesar 0,676 kg/orang/hari, volume timbulan sampah domestik sebesar 2,259 liter/orang/hari, berat timbulan sampah non domestik sebesar 0,135 kg/orang/hari, dan volume timbulan sampah non domestik sebesar 1,104 liter/orang/hari dengan komposisi sampah terbesar berupa sampah organik sebesar 52,54%. Sementara untuk Kecamatan Gayamsari didapatkan berat timbulan sampah domestik sebesar 0,610 kg/orang/hari, volume timbulan sampah domestik sebesar 2,208 liter/orang/hari, berat timbulan sampah non domestik sebesar 0,127 kg/orang/hari, dan volume timbulan sampah non domestik sebesar 1,043 liter/orang/hari dengan komposisi sampah terbesar berupa sampah organik sebesar 63,35%. Pada perencanaan ini sampah organik akan diolah dengan menggunakan metode BSF yang efektif mereduksi sampah organik hingga mencapai 80% dalam waktu 10 – 14 hari dan menghasilkan produk bernilai jual berupa *dry maggot*. Selanjutnya terdapat metode *open windrow* dengan aerator bambu yang dapat mempercepat proses komposting hingga 30 hari dan menghasilkan produk bernilai jual berupa kompos. Sedangkan untuk sampah anorganik layak jual berupa kertas, kaca, dan logam akan dilakukan pemilahan untuk memisahkan sampah yang masih memiliki nilai jual dengan residu, sementara untuk sampah anorganik plastik akan dipadatkan dengan mesin pemadat sampah plastik yang menghasilkan plastik terkompaksi serta seluruh sampah anorganik akan dijual ke pengepul dan pihak ketiga lainnya. Lokasi perencanaan TPS 3R berada di Kecamatan Pedurungan sebanyak 9 unit dan Kecamatan Gayamsari sebanyak 3 unit yang terdapat fasilitas penerimaan, pemilahan, pengolahan sampah organik dan anorganik, serta sarana penunjang. Perencanaan TPS 3R ini mencakup lima aspek pengelolaan sampah untuk memastikan keberlanjutan operasional TPS 3R yaitu berupa aspek teknis operasional, aspek peraturan, aspek kelembagaan, aspek peran serta masyarakat, dan aspek pembiayaan. Implementasi perencanaan ini diharapkan dapat mengurangi volume sampah yang masuk ke TPA, meningkatkan konsep 3R di masyarakat, dan mendukung pengelolaan sampah secara berkelanjutan.

Kata Kunci: TPS 3R, *Black Soldier Fly*, Aerator Bambu, Pengelolaan Sampah, Kecamatan Pedurungan, Kecamatan Gayamsari

ABSTRACT

Waste management in Pedurungan and Gayamsari Districts, Semarang City faces challenges along with the increasing waste generation due to population growth and community consumption patterns. This report aims to plan a TPS 3R to handle the increasing waste problem. The analysis results show that the existing condition of waste management has not been running optimally. Based on the sampling results, in Pedurungan District, the weight of domestic waste generation was 0,676 kg/person/day, the volume of domestic waste generation was 2,259 liters/person/day, the weight of non-domestic waste generation was 0,135 kg/person/day, and the volume of non-domestic waste generation was 1,104 liters/person/day with the largest waste composition being organic waste at 52,54%. Meanwhile, for Gayamsari District, the weight of domestic waste generation is 0,610 kg/person/day, the volume of domestic waste generation is 2,208 liters/person/day, the weight of non-domestic waste generation is 0,127 kg/person/day, and the volume of non-domestic waste generation is 1,043 liters/person/day with the largest waste composition being organic waste at 63,35%. In this plan, organic waste will be processed using the BSF method which effectively reduces organic waste by up to 80% within 10 – 14 days and produces a product with sales value in the form of dry maggots. Furthermore, there is an open windrow method with a bamboo aerator which can speed up the composting process to 30 days and produce a product with sales value in the form of compost. Meanwhile, for inorganic waste that is suitable for sale in the form of paper, glass, and metal, sorting will be carried out to separate waste that still has sales value from residue, while for inorganic plastic waste, it will be compacted with a plastic waste compactor machine that produces compacted plastic and all inorganic waste will be sold to collectors and other third parties. The planned location of the TPS 3R is in Pedurungan District with 9 units and Gayamsari District with 3 units which have facilities for receiving, sorting, processing organic and inorganic waste, as well as supporting facilities. The planning of the TPS 3R covers five aspects of waste management to ensure the sustainability of the TPS 3R operations, namely in the form of technical operational aspects, regulatory aspects, institutional aspects, community participation aspects, and financing aspects. The implementation of this planning is expected to reduce the volume of waste entering the TPA, increase the 3R concept in the community, and support sustainable waste management.

Keywords: 3R Waste Processing Site, Black Soldier Fly, Bamboo Aerator, Waste Management, Pedurungan District, Gayamsari District

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengelolaan sampah adalah salah satu tantangan utama dalam pembangunan berkelanjutan di banyak kota di Indonesia, terlebih di daerah perkotaan yang mengalami pertumbuhan secara pesat. Urbanisasi yang cepat dan tingginya jumlah penduduk berakibat pada meningkatnya volume sampah yang dihasilkan dimana kota-kota di Indonesia menghasilkan 104.883,82 ton sampah per hari (SIPSN, 2024). Hal ini menimbulkan tantangan serius bagi pemerintah dan masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan. Di antara kota-kota tersebut, Kota Semarang juga menghadapi masalah yang sama.

Kota Semarang merupakan kota yang menghadapi masalah sampah dengan cukup serius. Setiap harinya, Kota Semarang menghasilkan 1.189,71 ton sampah (SIPSN, 2024), dimana 60,8% dari total sampah tersebut adalah sampah organik. Peningkatan volume sampah ini menimbulkan berbagai masalah seperti tumpukan sampah yang terus membesar di TPS dan TPA.

Kecamatan Pedurungan berlokasi di bagian timur Kota Semarang dan berbatasan dengan Kecamatan Gayamsari di sebelah barat, Kecamatan Genuk di sebelah utara, Kecamatan Tembalang di sebelah selatan, serta Kabupaten Demak di sebelah timur. Wilayah ini terdiri dari dua belas kelurahan dengan total luas 21,11 km². Timbulan sampah terbesar di Kecamatan Pedurungan berasal dari sampah organik. Sampah organik di wilayah ini umumnya berasal dari aktivitas rumah tangga sehari-hari, terutama dari sisa makanan, bahan makanan yang tidak terpakai, sayuran, buah-buahan, serta limbah dapur lainnya.

TPS 3R Pedurungan Lor merupakan contoh TPS 3R eksisting yang berada di Kecamatan Pedurungan. TPS 3R ini secara fisik masih dalam kondisi cukup layak dengan luas sebesar 200 m² dan lokasi yang dekat dengan wilayah pelayanan. Cakupan pelayanannya mencapai 1.589 kepala keluarga di kelurahan Pedurungan Lor sehingga

secara kapasitas sebenarnya masih memiliki potensi yang besar untuk dapat mengurangi timbulan sampah sebelum diangkut ke TPA.

Namun dalam kondisi aktual, fungsi pengolahan sampah sudah tidak berjalan dengan optimal. Sebagian fasilitas pengolahan sampah sudah tidak berfungsi sehingga kegiatan di TPS 3R ini hanya terbatas pada penampungan, pemilahan, dan pengumpulan residu ke dalam kontainer yang kemudian diangkut ke TPA Jatibarang.

Kelompok Swadaya Masyarakat untuk TPS 3R Pedurungan Lor memang telah terbentuk, tetapi kegiatan operasionalnya tidak berjalan aktif lagi karena terdapat kekurangan jumlah pekerja. Kondisi ini berdampak langsung pada tidak optimalnya fungsi 3R. Aspek yang tidak berjalan inilah yang membuat TPS 3R ini belum mampu untuk menjalankan perannya sebagai fasilitas penanganan sampah secara maksimal.

Kecamatan Gayamsari berlokasi di bagian timur Kota Semarang dan berbatasan dengan Kecamatan Genuk di sebelah timur, Kecamatan Pedurungan di sebelah selatan, Kecamatan Semarang Timur di sebelah utara, serta Kecamatan Semarang Tengah di sebelah barat dengan luas wilayahnya yaitu sebesar 6,22 km². Timbulan sampah di Kecamatan Gayamsari didominasi oleh sampah organik. Sampah organik di wilayah ini sebagian besar berasal dari rumah tangga penduduk yang dihasilkan dari aktivitas harian seperti memasak, konsumsi makanan, serta pengolahan bahan pangan. Jenis sampah organik yang dominan meliputi sisa makanan, sayur dan buah yang tidak termanfaatkan, kulit buah, serta limbah dapur lainnya

TPS 3R Kaligawe merupakan satu-satunya TPS 3R eksisting di Kecamatan Gayamsari dan sudah berstatus tidak aktif sejak lama. TPS 3R ini memiliki luas sebesar 200 m² dengan kondisi bangunan yang masih layak dan cakupan pelayanan mencapai 2.027 kepala keluarga di Kelurahan Kaligawe. Secara kapasitas wilayah, TPS 3R ini seharusnya mampu untuk berkontribusi dalam penanganan timbulan sampah.

Namun pada kondisi eksisting di TPS 3R Kaligawe untuk fasilitas pengolahan sampah sudah tidak tersedia sama sekali sehingga kegiatan yang berjalan hanya penampungan, pemilahan, dan pengumpulan residu ke dalam kontainer yang diangkut ke TPA Jatibarang. Tidak aktifnya pengelolaan dan tidak tersedianya fasilitas

pengolahan sampah menunjukkan bahwa TPS 3R ini tidak berfungsi sesuai dengan tujuan awal pembentukannya.

Dominasi sampah organik di dua wilayah ini menunjukkan bahwa sumber utama permasalahan persampahan masih berkaitan erat dengan pola konsumsi masyarakat dan sistem pengelolaan sampah di tingkat rumah tangga yang belum menerapkan pemilahan secara konsisten.

Tingginya proporsi sampah organik menyebabkan beban yang besar pada sistem pengangkutan dan pemrosesan akhir apabila tidak dilakukan pengolahan di sumber atau di tingkat kawasan. Sampah organik yang tidak terkelola dengan baik berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan seperti bau yang tidak sedap, peningkatan populasi vektor penyakit, serta pembentukan lindi akibat proses pembusukan.

Pendekatan pengelolaan yang direncanakan diarahkan pada pengolahan sampah secara terdesentralisasi melalui TPS 3R, sehingga sampah dapat direduksi sebelum diangkut ke tempat pemrosesan akhir. Dengan adanya TPS 3R, diharapkan volume sampah yang harus ditangani pada tahap akhir dapat berkurang secara signifikan.

Berdasarkan data dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang tahun 2025, Kota Semarang terdapat 1 TPS 3R aktif, 2 TPS 3R semi aktif, dan 16 TPS 3R tidak aktif. Meskipun fasilitas TPS 3R sudah disediakan, namun operasionalnya belum didukung secara optimal dari anggaran pemerintah sehingga banyak sampah yang tidak terolah dengan baik (Warta Pro, 2023).

TPS 3R mampu mereduksi jumlah sampah yang diangkut ke TPA sekaligus mendorong pengelolaan sampah secara mandiri di tingkat masyarakat (Putri, 2022). Di dalam TPS 3R, berbagai metode pengelolaan sampah dapat diterapkan untuk memaksimalkan potensi sampah, terutama sampah organik yang mendominasi di Kota Semarang. Dalam perencanaan TPS 3R di Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari, dipilih opsi metode pengolahan yaitu menggunakan *Black Soldier Fly*

(BSF) dan aerator bambu. Pemilihan metode ini didasarkan pada efektivitasnya dalam mengolah sampah organik serta kemudahan penerapannya di tingkat lokal.

Metode ini menggunakan larva lalat BSF yang mampu mengurai sampah organik hingga 70 – 100 % dari berat sampah yang diberikan. Selain cepat dalam proses penguraian, BSF juga menghasilkan *dry maggot* yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak (Diener *et al.*, 2009). Kemudian digunakan juga aerator bambu sebagai ventilasi alami dalam proses komposting dimana bambu yang berongga ditempatkan di tumpukan sampah untuk meningkatkan sirkulasi udara dan mempercepat dekomposisi tanpa memerlukan energi tambahan. Penggunaan aerator bambu juga ramah lingkungan dan ekonomis (Supriatna, 2020).

Kedua metode ini dipilih karena dapat mengatasi masalah pengolahan sampah organik dengan efisien dan memiliki potensi untuk menghasilkan produk bernilai jual berupa *dry maggot* dan kompos. Selain itu, metode ini dapat diimplementasikan dengan skala yang lebih kecil dan melibatkan masyarakat sehingga dapat menaikkan partisipasi masyarakat untuk pengelolaan sampah (Velis dan Brunner, 2013). Dengan penerapan TPS 3R berbasis metode BSF dan aerator bambu, diharapkan Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari dapat mengurangi beban sampah yang diangkut ke TPA, meningkatkan efektivitas pengolahan sampah organik, serta berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan masyarakat.

1.2 Identifikasi Masalah

Permasalahan yang dapat dijadikan pada bahan perencanaan yaitu sebagai berikut.

1. Timbulan sampah di Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari bertambah seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk sehingga diperlukan perencanaan pengolahan sampah yang lebih menyeluruh.
2. Fasilitas pengolahan sampah yang terbatas dan belum efisien menyebabkan pengolahan sampah di Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari menjadi lebih berat sehingga membebani TPA Jatibarang.

3. Pengolahan sampah eksisting di TPS 3R di Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari tidak berjalan secara optimal akibat kurangnya tingkat partisipasi masyarakat dalam keberjalanan TPS 3R dan di tingkat sumber.

1.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dilaksanakan supaya perencanaan yang dibahas dapat berfokus pada bahasan tertentu sehingga tidak keluar dari ranah batasan. Adapun pembatasan masalah pada perencanaan ini dibagi dalam tiga lingkup yaitu sebagai berikut.

1.3.1 Ruang Lingkup Kajian

Perencanaan sistem pengolahan sampah dengan metode BSF dan aerator bambu di Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari berfokus mengkaji hal-hal sebagai berikut.

1. Kondisi eksisting persampahan di Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari.
2. Proyeksi penduduk Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari.
3. Proyeksi timbulan sampah Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari.
4. Sistem pengolahan sampah dengan metode BSF dan aerator bambu di Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari.
5. *Detail Engineering Design* TPS 3R di Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari.
6. Rencana Anggaran Biaya untuk perencanaan TPS 3R.

1.3.2 Ruang Lingkup Wilayah

Ruang lingkup perencanaan sistem pengolahan sampah di Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari meliputi sampah organik dan anorganik yang dihasilkan di Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari.

1.3.3 Ruang Lingkup Kegiatan

Ruang lingkup kegiatan perencanaan sistem pengolahan sampah di Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari yaitu sebagai berikut.

1. Mengumpulkan data primer dan data sekunder melalui sampling, observasi, wawancara, dan studi literatur.
2. Mengolah data supaya dapat menganalisis kondisi eksisting sistem pengolahan sampah di Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari.
3. Menghitung proyeksi penduduk, proyeksi timbulan sampah, serta RAB TPS 3R dengan metode BSF dan aerator bambu di Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari.

1.4 Perumusan Masalah, Tujuan, dan Manfaat

1.4.1 Perumusan Masalah

1. Bagaimana jumlah timbulan dan komposisi sampah di Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari?
2. Bagaimana perencanaan TPS 3R dengan metode BSF dan aerator bambu di Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari?
3. Bagaimana *Detail Engineering Design* TPS 3R yang akan digunakan untuk pengolahan sampah di Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari?

1.4.2 Perumusan Tujuan

1. Menganalisis jumlah timbulan dan komposisi sampah di Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari.
2. Merencanakan TPS 3R dengan metode BSF dan aerator bambu di Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari.
3. Merencanakan gambar *Detail Engineering Design* TPS 3R di Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari.

1.4.3 Perumusan Manfaat

1. Bagi penulis
 - Sarana untuk mengaplikasikan teori yang didapatkan saat kegiatan perkuliahan di Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro.
 - Ikut serta menyumbangkan ide berupa solusi pengolahan sampah dalam rangka pembangunan TPS 3R di Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari.

2. Bagi pemerintah

- Hasil studi perencanaan dapat dimanfaatkan sebagai masukan Dinas Pekerjaan Umum (Dinas PU) dalam pembangunan TPS 3R di Kecamatan Pedurungan dan Kecamatan Gayamsari.

3. Bagi masyarakat

- Memberikan informasi mengenai penyediaan fasilitas pengolahan sampah dalam upaya penanganan sampah di tingkat masyarakat.



DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, E., dkk. (2022). Pemanfaatan sampah organik dalam produksi pupuk bokashi di Gabungan Kelompok Tani Rinjani Kecamatan Singaran Pati Kota Bengkulu. *Abdihaz: Jurnal Pengabdian Masyarakat*
- Backer, C. A., van den Brink, R. C. B. 1965. *Flora of Java Volume II*. Noordhoff. Groningen.
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang. (2020). Kota Semarang Dalam Angka 2021.
- Badan Pusat Statistik. 2020. Proyeksi Penduduk Indonesia 2015–2045. Jakarta. BPS.
- Badan Pusat Statistik. 2021. Produk Domestik Regional Bruto Menurut Lapangan Usaha. Jakarta. BPS.
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang. (2021). Kota Semarang Dalam Angka 2022.
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang. (2022). Kota Semarang Dalam Angka 2023.
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang. (2023). Kota Semarang Dalam Angka 2024.
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang. (2024). Kota Semarang Dalam Angka 2025.
- Badan Standardisasi Nasional. (1994). SNI 193964-1994 Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan ICS Badan Standarisasi Nasional BSN. *Badan Standarisasi Nasional*, 1–16.
- Bird, F.E. dan Germain, G.L. 1996. *Practical Loss Control Leadership*. Loganville: Det Norske Veritas.
- Bogue, D. J. 1969. *Principles of Demography*. New York. John Wiley and Sons.
- Carayannis, E. G., Campbell, D. F. J. 2009. Mode 3 and Quadruple Helix Toward a 21st Century Fractal Innovation Ecosystem. *International Journal of Technology Management*. 46(3–4). 201–234.
- Carayannis, E. G., Campbell, D. F. J. 2012. *Mode 3 Knowledge Production in Quadruple Helix Innovation Systems*. New York. Springer.
- Damanhuri, E., Padmi, T. 2016. *Pengelolaan Sampah Terpadu*. Bandung. ITB Press.
- Damanhuri, E., & Padmi, T. (2019). *Pengelolaan sampah terpadu*. ITB Press.

- Depkimpraswil. (2003). Pedoman Pengelolaan Persampahan. Pedoman Pengelolaan Persampahan Perkotaan. <https://www.nawasis.org/portal/digilib/read/pedoman-pengelolaan-persampahan-perkotaan/3991>
- Diener, S., Roa Gutiérrez, F., Zurbrügg, C., & Tockner, K. (2009). Are Larvae of the Black Soldier Fly - *Hermetia illucens* - a Financially viable option for Organic Waste Management in Costa Rica? *Proceedings Sardinia 2009 Twelfth International Waste Management and Landfill Symposium*, May 2008, 6.
- EGLI, T. (1994). Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology (EAWAG), CH-8600 Dübendorf, Switzerland. *Biochemistry of Microbial Degradation*, 179.
- EPA. 1995. *Decision-Maker's Guide to Solid Waste Management Volume II*. United States Environmental Protection Agency. Washington DC.
- Enri Damanhuri Tri Padmi. (2010). Pengelolaan sampah.
- Enri Damanhuri Tri Padmi. (2018). Permasalahan Sampah. 12, 14(1), 1–13.
- Etzkowitz, H., Zhou, C. 2017. *The Triple Helix Innovation System*. New York. Routledge.
- Falicia A. Katayane, B. Bagau, F. R. Wolayan, & M. R. Imbar. (2002). Produksi dan Kandungan Protein Maggot (*Hermetia illucens*) Dengan Menggunakan Media Tumbuh Berbeda. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Goetsch, D.L. 2019. *Occupational Safety and Health for Technologists, Engineers, and Managers*. New York: Pearson.
- Grey, G. W., Deneke, F. J. 1978. *Urban Forestry*. John Wiley and Sons. New York.
- Hwang, C. L., Yoon, K. 1981. *Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications*. Berlin. Springer Verlag.
- Heinrich, H.W., Petersen, D., dan Roos, N. 1980. *Industrial Accident Prevention: A Safety Management Approach*. New York: McGraw-Hill.

- Lalander, C., Diener, S., Zurbrügg, C., & Vinnerås, B. (2019). Effects of feedstock on larval development and process efficiency in waste treatment with black soldier fly (*Hermetia illucens*). *Journal of Cleaner Production*, 208, 211–219.
- Manuputty, M. C., Jacob, A., Johanis, P., & Johanis, P. (2018). Pengaruh effective inoculant promi dan EM4 terhadap laju dekomposisi dan kualitas kompos dari sampah kota ambon. *Agrologia*, 1(2), 288701.
- Marsyah, S., Fitria, L., & Sutrisno, D. H. (2021). Perancangan Tempat Pengolahan Sampah (TPS) 3R di Kelurahan Sungai Jawi Dalam Kota Pontianak. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 9(2), 62–71.
- Mekonnen, Y., dkk. (2023). Windrow composting: a viable option for the management and conversion of various agro-industrial organic wastes in Ethiopia. *Journal of Applied and Natural Science*.
- Muktamar, Z., Fahrurrozi, & kolega. (2025). Different substrates of animal wastes and their combinations for quality improvement of vermicompost using earthworm *Perionyx excavatus*. *CAST Journal*.
- Nowak, D. J., Crane, D. E., Stevens, J. C. 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry and Urban Greening*, 4(3–4), 115–123.
- Permana, I. G., Suci, D. M., Yuwono, A. S., Firdaus, Y., Mawarni, S. R., & Rosmalia, A. (2024). Supplementing broiler diets with black soldier fly (*Hermetia illucens*) as a protein source: performance, carcass traits, viscera organ, and economic perspectives. *Journal of Advanced Veterinary Research*, 14(6), 959–963.
- Powers, W., Wilkie, A., Van Kempen, T. 2014. Emission of odors and gases from animal operations and waste management systems. *Applied Engineering in Agriculture*, 30(5), 791–800.
- Prameswari, S. A., dkk. (2023). Rekayasa percepatan produksi biogas digester portable 15L menggunakan metode Design of Experiment (DOE). *Indonesian Mechanical Engineering Journal (IMEJ)*.

- Saraswati, A. R., & Witoyo, J. E. (2024). Eco Enzyme sebagai solusi inovatif dalam pengolahan pascapanen hortikultura: Tinjauan agribisnis dan teknologi. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian (JIIP)*.
- Sari, D. A. P., Taniwiryono, D., Pratiwi, N. I., Nursetyowati, P., Azizi, A., Irawan, D. S., & Harahap, I. H. (2022). The Influence of Waste Ratio on Waste Consumption Level, Waste Reduction Index, and Growth of Black Soldier Fly Larvae. *The First Mandalika International Multi-Conference on Science and Engineering 2022, MIMSE 2022 (Civil and Architecture)*, 139–152.
- Sari, F. M., Abror, M., & Arifin, S. (2022). Effect of Boron Fertilizer and of Potassium Fertilizer on Growth and Production of Purple Eggplant (*Solanum Melongena* L.). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.
- Setiawan, D., Ginantaka, M., & Miftahudin, M. (2022). Analisis biodegradasi limbah organik cair menggunakan black soldier fly. *Agrotek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 19(2).
- Shin, L. M., He, X. L., Yang, J. J., Li, F. F., & He, P. -J. (2012). High-efficiency of municipal solid waste under different ventilation modes. *Waste Management Research*, 34(12), 1272–1289.
- Sistem Informasi Pengelolaan Sampah. (2023). Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/home/fasilitas/tps3r>
- SNI 19-2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah.
- Takakura, K., & Shirai, Y. (2016). An investigation into the role and effects of the organic waste composting Takakura composting method in Indonesia—A case of Surabaya. *Journal of the Japan Society of Material Cycles and Waste Management*, 27, 84–90.
- Tarigan, A. R., Periwi, M. B., & Ramadhana, M. R. (2024). Optimalisasi Budidaya Perikanan Berkelanjutan melalui Integrasi Recirculating Aquaculture System (RAS) dan Pengolahan Limbah Tepung Maggot di Desa Sumberjo. *Jurnal Pengabdian, Riset, Kreativitas, Inovasi, dan Teknologi Tepat Guna*, 2(2), 409–421

- Tchobanoglous, G., Theisen, H., Vigil, S. 1993. Integrated Solid Waste Management. New York. McGraw-Hill.
- TIM Riset Mapala Mahaprastha. (2021). Pengelolaan sampah di TPA. TIM Riset Mapala Mahaprastha. <https://mapalamahaprastha.org/pengelolaan-sampah>
- Todaro, M. P., Smith, S. C. 2011. Economic Development. Boston. Addison Wesley.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah.
- Velis, C. A., & Brunner, P. H. (2013). Recycling and resource efficiency: It is time for a change from quantity to quality. *Waste Management and Research*, 31(6).
- Verheij, E. W. M., Coronel, R. E. 1992. *Plant Resources of South-East Asia No. 2 Edible Fruits and Nuts*. PROSEA Foundation. Bogor.
- World Health Organization. 2015. *Waste and Human Health Evidence and Needs*. WHO Press. Geneva.