POTENSI MAGGOT DALAM PENGELOLAAN SAMPAH ORGANIK DI KOTA GORONTALO

(Maggot potential in organic waste management in Gorontalo city)

Adnan Engelen[1*], Sri Maryati[2], Budiyanto Ahaliki[3], Rahmat Taufik RL Bau[4], Hermila A[5], Gita Juniarti[6], Indrawan[7]

[1]Universitas Negeri Gorontalo, Program Studi Teknologi Pangan
[2,7]Universitas Negeri Gorontalo, Program Studi Pendidikan Geografi
[3,4,5]Universitas Negeri Gorontalo, Program Studi Teknik Informatika
[6]Universitas Negeri Gorontalo, Program Studi Ilmu Komunikasi
Jl. Prof. Dr.Ing. B.J. Habibie, *Moutong*, *Tilongkabila* Kab *Bone Bolango*, Provinsi Gorontalo 96554 Indonesia
[*]Email: adnanengelen@ung.ac.id

ABSTRAK

Pengelolaan sampah organik menjadi tantangan utama di banyak kota, termasuk Kota Gorontalo, akibat meningkatnya volume limbah seiring pertumbuhan penduduk dan konsumsi. Pendekatan tradisional seringkali tidak efektif, sehingga diperlukan solusi inovatif yang ramah lingkungan dan berorientasi pada ekonomi sirkular. Salah satu pendekatan yang potensial adalah pemanfaatan larva lalat tentara hitam (Black Soldier Fly/BSF) atau maggot dalam menguraikan sampah organik. Maggot memiliki kemampuan mendegradasi limbah organik dengan cepat dan efisien, sekaligus menghasilkan produk bernilai ekonomi seperti pakan ternak dan pupuk organik. Melalui studi pustaka, ditemukan bahwa model pengelolaan sampah berbasis maggot telah berhasil diterapkan di berbagai daerah dengan dampak positif terhadap pengurangan volume sampah yang dibuang ke tempat pembuangan akhir (TPA), peningkatan kualitas lingkungan, serta penciptaan peluang ekonomi lokal. Di Kota Gorontalo, pendekatan ini berpotensi diimplementasikan melalui kolaborasi antara masyarakat, pemerintah, dan pelaku usaha. Edukasi publik dan pengembangan infrastruktur pengolahan menjadi elemen penting untuk menunjang keberhasilan program ini.
Studi ini menekankan bahwa pengelolaan sampah organik menggunakan maggot tidak hanya mendukung prinsip ekonomi sirkular, tetapi juga memberikan solusi strategis bagi pengurangan pencemaran dan peningkatan kesejahteraan masyarakat. Rekomendasi kebijakan dan dukungan lintas sektor menjadi faktor kunci dalam merealisasikan pengelolaan sampah berkelanjutan di Gorontalo, sekaligus menjadi contoh praktik baik bagi wilayah lain di Indonesia.

Kata Kunci: Maggot; limbah; organik; pakan; pengolahan sampah

ABSTRACT

Organic waste management is a major challenge in many cities, including Gorontalo City, due to the increasing volume of waste along with population growth and consumption. Traditional approaches are often ineffective, so innovative solutions that are environmentally friendly and oriented towards a circular economy are needed. One potential approach is the use of black soldier fly (BSF) larvae or maggots to decompose organic waste. Maggots have the ability to degrade organic waste quickly and efficiently, while producing products of economic value such as animal feed and organic fertilizer. Through literature studies, it was found that the maggot-based waste management model has been successfully implemented in various regions with a positive impact on reducing the volume of waste disposed of in landfills (TPA), improving environmental quality, and creating local economic opportunities. In Gorontalo

City, this approach has the potential to be implemented through collaboration between the community, government, and business actors. Public education and development of processing infrastructure are important elements to support the success of this program. This study emphasizes that organic waste management using maggots not only supports the principles of a circular economy, but also provides a strategic solution for reducing pollution and improving community welfare. Policy recommendations and cross-sector support are key factors in realizing sustainable waste management in Gorontalo, as well as being an example of good practice for other regions in Indonesia.
Keywords: Maggot; waste; organic; feed; waste processing

PENDAHULUAN

Peningkatan populasi dan percepatan urbanisasi telah berdampak signifikan pada bertambahnya jumlah limbah, khususnya sampah organik, di banyak kota di dunia, termasuk Kota Gorontalo. Kota ini menghadapi tantangan serius dalam pengelolaan limbah organik, di mana produksi sampah harian telah melampaui 100 ton per hari (DLH Kota Gorontalo 2024). Model pengelolaan tradisional semakin tidak memadai dalam menanggapi kebutuhan lingkungan dan sosial. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih berkelanjutan dan inovatif. Salah satu alternatif yang telah terbukti efektif adalah pemanfaatan larva Black Soldier Fly (BSF), atau dikenal sebagai maggot, yang mampu menguraikan sampah organik secara cepat dan efisien, sekaligus menghasilkan produk bernilai seperti pakan ternak dan pupuk organik (Li et al., 2020; Wang et al., 2022).

Konsep ekonomi sirkular, yang menekankan pentingnya pengurangan limbah serta pemanfaatan kembali dan daur ulang, semakin relevan dalam konteks ini. Pendekatan berbasis maggot dapat mendukung visi tersebut dengan mengurangi ketergantungan terhadap TPA dan menurunkan emisi gas rumah kaca akibat pembusukan limbah konvensional (Zhou et al., 2021; Nia et al., 2023). Kota Gorontalo berpotensi menjadi contoh daerah yang sukses dalam menerapkan teknologi ramah lingkungan ini, sekaligus meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pengelolaan limbah yang bertanggung jawab.

Lebih jauh lagi, penerapan budidaya maggot juga memiliki nilai ekonomi yang signifikan. Berdasarkan kajian Da Silva et al. (2020), sistem ini dapat diterapkan pada skala rumah tangga maupun usaha kecil, sehingga membuka peluang ekonomi baru di masyarakat. Produk turunannya, seperti pupuk organik dan pakan berkualitas, memiliki potensi pasar yang luas dan dapat mendukung ketahanan pangan lokal (Pérez-Moreno et al., 2022).

Meski demikian, realisasi model ini memerlukan sinergi lintas sektor, mulai dari pemerintah, pelaku usaha, hingga

masyarakat umum. Edukasi yang masif dan penyediaan infrastruktur yang memadai akan menjadi faktor penting bagi keberhasilan program ini (Baba et al., 2021; Klinke & Renn, 2022). Oleh sebab itu, studi ini disusun untuk memperdalam pemahaman mengenai peluang dan tantangan penerapan model pengelolaan sampah berbasis maggot di Kota Gorontalo, serta menyusun langkah-langkah strategis bagi implementasinya di masa depan.

Berbagai hasil studi menunjukkan bahwa model pengelolaan berbasis maggot tidak hanya efektif dalam menurunkan jumlah sampah, tetapi juga mampu membangun kesadaran ekologis di masyarakat. Inisiasi program dari tingkat pendidikan dan keluarga menjadi kunci kesuksesan penerapan strategi ini (Yin et al., 2021). Selain itu, pendekatan ini mendukung terciptanya budaya ramah lingkungan yang berkelanjutan (Peters et al., 2023). Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi nyata dalam merumuskan solusi pengelolaan sampah yang inovatif dan berkelanjutan di Kota Gorontalo.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan kualitatif dengan metode studi literatur sebagai teknik utama dalam mengkaji model pengelolaan sampah organik berbasis maggot dalam perspektif ekonomi sirkular di Kota Gorontalo. Pemilihan metode ini memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi informasi secara luas dan mendalam dari berbagai sumber tertulis yang relevan, seperti artikel ilmiah, buku akademik, hingga dokumen kebijakan yang membahas topik pengelolaan limbah, ekonomi sirkular, serta pemanfaatan maggot sebagai agen pengurai. Creswell (2020) menyatakan bahwa metode kualitatif memberikan fleksibilitas dalam memahami fenomena yang kompleks secara kontekstual, sehingga sangat sesuai untuk menganalisis topik ini secara holistik.

Sumber data dikumpulkan dengan cara menelusuri publikasi-publikasi terbaru yang membahas pengelolaan sampah organik dan penerapan larva Black Soldier Fly (BSF) dalam daur ulang limbah. Sejumlah studi terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan maggot tidak hanya dapat mengurangi timbulan sampah, tetapi juga menghasilkan nilai tambah dalam bentuk pakan ternak dan pupuk organik (Bohórquez et al., 2021; Pereira et al., 2021). Van Huis (2020) turut menegaskan pentingnya integrasi sistem pengelolaan berbasis maggot ke dalam strategi pengelolaan limbah berkelanjutan yang telah berhasil diterapkan di sejumlah negara.

Data dianalisis menggunakan teknik analisis tematik seperti yang diusulkan oleh

Braun dan Clarke (2020), yakni dengan mengidentifikasi pola-pola utama dan mengelompokkan informasi ke dalam tema-tema kunci, seperti manfaat ekonomi maggot, kontribusinya terhadap pengurangan limbah, serta peran partisipatif masyarakat. Literatur dari Makkar et al. (2020) dan Oonincx et al. (2020) turut mendukung bahwa proses konversi limbah menjadi pakan dapat mengurangi tekanan terhadap sumber protein konvensional serta dampak lingkungan yang ditimbulkannya.

Penelusuran literatur mengenai data timbunan sampah kota Gorontalo dan juga mencakup analisis kebijakan yang relevan dengan ekonomi sirkular dan pengelolaan limbah berbasis teknologi hijau. Studi Luthfi et al. (2021) menyoroti pentingnya dukungan regulasi dalam memperkuat adopsi teknologi lingkungan, sedangkan Mustari dan Gani (2022) menekankan kontribusi pemerintah daerah dan masyarakat sebagai unsur krusial dalam implementasi model pengelolaan berbasis maggot. Adapun data timbunan sampah kecamatan di kota Gorontalo dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Total timbunan sampah dan kebutuhan container di kota Gorontalo tahun 2024

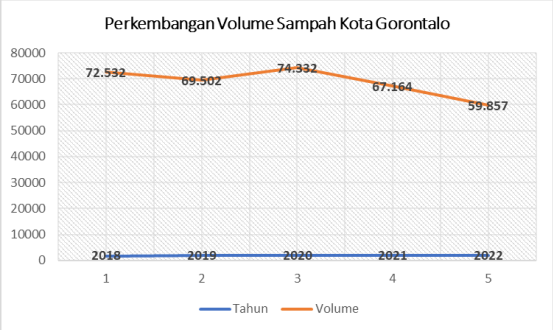
No	Kecamatan	Desa/Kelurahan	Jumlah Penduduk	Timbunan Sampah (0,7kg)	Kebutuhan Jumlah Container
1	Dumbo Raya	Leato Selatan	3039	2127.3	1
		Leato Utara	2767	1936.9	1
		Talu Molo	5979	4185.3	2
		Botu	2371	1659.7	1
		Bugis	5087	3560.9	2
	Total		**19243**	**13470.1**	**7**
2	Kecamatan Dungingi	Tuladenggi	3637	2545.9	1
		Libuo	5609	3926.3	2
		Tomulabutao	3270	2289	1
		Huangobotu	8754	6127.8	3
		Tomulabutao Selatan	5108	3575.6	2
	Total		**26378**	**18464.6**	**9**
3	Kecamatan Hulonthalangi	Tanjung Kramat	1376	963.2	1
		Pohe	2581	1806.7	1
		Tenda	6039	4227.3	2
		Siendeng	3726	2608.2	1
		Donggala	3109	2176.3	1
	Total		**16831**	**11781.7**	**6**
4	Kecamatan Sipatana	Tapa	4835	3384.5	2
		Molosipat U	3757	2629.9	1
		Tanggikiki	2634	1843.8	1
		Bulotadaa Timur	3436	2405.2	1
		Bulotadaa	4996	3497.2	2
	Total		**19658**	**13760.6**	**7**
5	Kecamatan Kota Utara	Dembe II	3158	2210.6	1
		Wongkaditi	3441	2408.7	1

		Wongkaditi Barat	2464	1724.8	1
		Dulomo Selatan	4854	3397.8	2
		Dulomo	4417	3091.9	2
		Dembe Jaya	2723	1906.1	1
	Total		**21057**	**14739.9**	**8**
6	Kecamatan Kota Timur	Padebuolo	4681	3276.7	2
		Ipilo	5886	4120.2	2
		Tamalate	3776	2643.2	1
		Moodu	4442	3109.4	2
		Heledulaa Selatan	2853	1997.1	1
		Heledulaa	5085	3559.5	2
	Total		**26723**	**18706.1**	**10**
7	Kecamatan Kota Tengah	Wumialo	5449	3814.3	2
		Dulalowo	3593	2515.1	1
		Liluwo	5472	3830.4	2
		Pulubala	5825	4077.5	2
		Paguyaman	2993	2095.1	1
		Dulalowo Timur	3954	2767.8	2
	Total		**27286**	**19100.2**	**10**
8	Kecamatan Kota Selatan	Biawu	3556	2489.2	1
		Biawao	2009	1406.3	1
		Limba B	5948	4163.6	2
		Limba U Satu	3827	2678.9	1
		Limba U Dua	5037	3525.9	2
	Total		**20377**	**14263.9**	**7**
9	Kecamatan Kota Barat	Dembe I	4527	3168.9	2
		Lekobalo	3913	2739.1	2
		Pilolodaa	2130	1491	1
		Buli'ide	3083	2158.1	1
		Tenilo	3120	2184	1
		Molosipat W	3431	2401.7	1
		Buladu	4529	3170.3	2
	Total		**24733**	**17313.1**	**10**
	Titik Poin			**50**	
	Keseluruhan		**202286**	**141600.2**	**74**

Melalui pendekatan ini, penelitian diharapkan mampu menghasilkan kerangka konseptual yang kuat serta memberikan rekomendasi kebijakan yang aplikatif dalam mendorong pengelolaan sampah organik yang berkelanjutan di Kota Gorontalo. Selain itu, studi ini juga diharapkan dapat memperkaya khasanah keilmuan terkait teknologi pengelolaan limbah berbasis larva BSF dalam konteks perkotaan di Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Model Pengelolaan Sampah Organik Berbasis Maggot sebagai Strategi Inovatif di Kota Gorontalo. Dalam menanggapi kompleksitas permasalahan sampah organik di Kota Gorontalo yang kian meningkat, hal ini sesuai dengan data volume sampah kota Gorontalo yang terlihat pada gambar 1 dibawah:



Gambar 1. Volume Sampah kota Gorontalo 5 Tahun terakhir. (Sumber: Data DLH Kota Gorontalo, 2023).

Pendekatan inovatif dengan memanfaatkan larva Black Soldier Fly (BSF) atau maggot mulai dipertimbangkan sebagai salah satu solusi yang berkelanjutan. Metode ini tidak hanya berperan dalam percepatan proses penguraian limbah organik, tetapi juga menghasilkan produk bernilai ekonomis seperti pakan hewan dan pupuk alami. Pendekatan ini sangat sejalan dengan konsep ekonomi sirkular, yang bertujuan meminimalisasi limbah dan memaksimalkan pemanfaatan sumber daya.

1. Potensi Maggot dalam Pengelolaan Limbah Organik

Larva BSF diketahui memiliki kapasitas luar biasa dalam mengkonsumsi berbagai jenis sisa makanan dan limbah organik lainnya. Mereka dapat secara efisien mengkonversi limbah menjadi biomassa bergizi yang berguna untuk industri peternakan sebagai alternatif pakan tinggi protein. Hal ini sesuai pendapat (Zhao et al., 2020; Makkar et al 2020; dan Van Huis 2020) yang menyatakan bahwa maggot ini dapat mengubah limbah menjadi biomassa yang dapat dimanfaatkana sebagai pakan ternak dan dapat meningkatkan nilai ekonomi dari limbah organik. Selain itu, sistem ini juga berpotensi memperkuat ketahanan pangan lokal dengan mengurangi ketergantungan pada pakan konvensional.

Tak kalah penting, penggunaan maggot dalam pengolahan limbah telah terbukti mampu mengurangi emisi metana dan karbon yang dihasilkan dari pengelolaan limbah tradisional. Dalam skala kota, seperti di Gorontalo, pendekatan ini membuka peluang besar untuk mengurangi jejak karbon sekaligus memperbaiki kualitas lingkungan.

2. Daur Ulang Maggot untuk Keberlanjutan Ekonomi

Model ini mendorong terbentuknya rantai nilai baru dalam pengelolaan sampah. Dari segi ekonomi, proses ini membuka lapangan kerja baru, terutama di sektor budidaya maggot dan pengolahan produk turunannya. Selain mengurangi beban anggaran pemerintah dalam pengelolaan TPA, masyarakat juga memperoleh peluang usaha melalui budidaya dan pemasaran produk berbasis maggot. Hal ini sejalan dengan yang dilaporkan Müller et al., (2021) mengenai tujuan ekonomi sirkular yang ingin menciptakan siklus penggunaan sumber

daya yang lebih efisien dan mengurangi ketergantungan pada bahan baku baru.

3. Dampak Ekologis yang Positif

Penerapan metode ini turut mendukung upaya pelestarian lingkungan. Pupuk yang dihasilkan dari residu maggot mengandung nutrisi penting bagi tanah, sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia yang berdampak buruk pada ekosistem. Penurunan emisi Gas Rumh Kaca (GRK) dan efisiensi penggunaan lahan menjadikan sistem ini sebagai pilihan yang ramah lingkungan dan relevan untuk kota-kota berkembang. Hal ini sesuai dengan penelitian Febrianti dkk (2023) yang menyatakan bahwa kegiatan terkendali (pengelolaan maggot) mampu mereduksi sampah organik yang dihasilkan serta memiliki nilai emisi yang kecil jika dibandingkan dengan kegiatan penimbunan. Serta dapat memberikan keuntungan secara teknis dan ekonomi.

4. Pemberdayaan Masyarakat dalam Implementasi

Keberhasilan model ini sangat tergantung pada partisipasi masyarakat. Pendidikan dan pelatihan tentang pengelolaan limbah menggunakan maggot menjadi aspek penting yang perlu digalakkan. Keterlibatan warga tidak hanya meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah, tetapi juga memperkuat kesadaran kolektif akan pentingnya keberlanjutan lingkungan. Hal ini sejalan dengan Penelitian oleh Rahman et al. (2023) menunjukkan bahwa partisipasi yang baik dari masyarakat dalam pengelolaan sampah dapat meningkatkan efektivitas program dan menghasilkan hasil yang lebih baik. Oleh karena itu, program pelatihan dan sosialisasi perlu dilakukan secara kosisten untuk memastikan masyarakat dapat berkontribusi secara aktif

5. **Kerangka Regulasi yang Mendukung**

Untuk menjamin keberlanjutan model ini, diperlukan regulasi yang mendukung, baik di tingkat pusat maupun daerah. Undang-Undang Pengelolaan Sampah harus diperkuat dengan peraturan daerah yang memfasilitasi inovasi berbasis maggot. Keterlibatan berbagai pihak, akademisi, pemerintah, pelaku usaha, dan Masyarakat diperlukan dalam penyusunan kebijakan agar implementasinya optimal. Hal ini sesuai denga nisi Undang-Undang No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah memberikan landasan hukum yang kuat untuk mengembangkan sistem pengelolaan limbah yang efektif dan berkelanjutan

6. Pembelajaran dari Penerapan di Negara Lain

Beberapa negara maju telah membuktikan efektivitas pendekatan maggot dalam pengolahan limbah. Studi kasus dari Jepang dan Amerika Serikat menunjukkan bahwa dukungan kebijakan, kesadaran masyarakat, serta teknologi berperan besar dalam keberhasilan sistem ini. Kota Gorontalo dapat mengambil

inspirasi dari strategi yang telah terbukti efektif di luar negeri, dengan menyesuaikan implementasinya pada kondisi lokal. Hal ii sesuai dengan yang dikaporkan Bohórquez et al., 2021) bahwa di negara-negara seperti Jepang dan Amerika Serikat, penggunaan maggot untuk pengelolaan limbah organik telah terbukti efektif dan efisien.

7. Rantai Nilai dan Manfaat Sosial

Sistem ini menciptakan rantai nilai baru dari limbah menjadi produk bernilai jual tinggi. Kegiatan pelatihan dan peningkatan kapasitas masyarakat turut memperkuat peran aktif warga dalam pembangunan ekonomi hijau. Produk-produk seperti pakan dan pupuk alami memiliki potensi pasar yang menjanjikan dan ramah lingkungan. Penelitian I I sejalan dengan pernyataan Rahman et al. (2023) yang menunjukkan bahwa pendidikan yang tepat dapat meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang pengelolaan limbah yang berkelanjutan.

8. Pemanfaatan Teknologi dalam Proses Pengelolaan

Kemajuan teknologi berperan besar dalam efisiensi pengelolaan. Sistem pemantauan otomatis untuk budidaya maggot, serta digitalisasi proses dan pelaporan, memungkinkan sistem ini menjadi lebih akuntabel dan transparan. Pemasaran digital juga membuka peluang komersialisasi produk yang lebih luas. Hal ini sejalan dengan Penelitian oleh Raharjo et al. (2022) menunjukkan bahwa platform digital dapat membantu mengintegrasikan berbagai pemangku kepentingan dalam pengelolaan limbah, sehingga meningkatkan kolaborasi dan partisipasi masyarakat. Dengan demikian, teknologi dapat menjadi alat yang efektif dalam mengelola dan memantau program pengelolaan sampah berbasis maggot.

9. Tantangan yang Dihadapi

Beberapa kendala utama termasuk rendahnya pemahaman masyarakat, terbatasnya infrastruktur, serta kebijakan yang belum sepenuhnya akomodatif. Young et al (2021) juga menyatakan bahwa kurangnya pengetahuan dapat menghambat adopsi praktik baru dalam pengelolaan limbah. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan edukatif dan kolaboratif, serta komitmen lintas sektor untuk mempercepat adopsi model ini.

10. Strategi untuk Keberlanjutan

Rekomendasi utama mencakup perluasan pelatihan masyarakat, pembentukan kemitraan strategis, dan evaluasi rutin terhadap efektivitas program. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya relevan untuk saat ini, tetapi juga adaptif terhadap perubahan di masa depan. Hal ini sesuai pendapat Kowah et al (2021) yang menyatakan bahwa pelatihan yang efektif dapat meningkatkan keterampilan masyarakat dalam budidaya maggot dan pengelolaan limbah secara umum. Oleh

karena itu, program pelatihan harus diperluas untuk menjangkau lebih banyak individu dan kelompok di masyarakat.

KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ni antara lain:

1. Pengelolaan sampah organik berbasis maggot (Black Soldier Fly) merupakan solusi inovatif yang selaras dengan prinsip ekonomi sirkular dan sangat relevan diterapkan di Kota Gorontalo yang tengah menghadapi tantangan peningkatan volume limbah organik. Melalui pendekatan ini, sampah organik tidak hanya dapat diurai secara cepat dan efisien, tetapi juga diubah menjadi produk bernilai ekonomis seperti pakan ternak dan pupuk organik.
2. Penerapan model ini terbukti memiliki sejumlah manfaat strategis, antara lain: mengurangi emisi gas rumah kaca, menekan volume sampah yang dibuang ke TPA, menciptakan lapangan kerja baru, dan mendukung pertumbuhan ekonomi lokal. Selain dampak ekologis yang signifikan, seperti peningkatan kesuburan tanah dan pengurangan pencemaran lingkungan, sistem ini juga dapat dijadikan instrumen pemberdayaan masyarakat dalam manajemen sampah berkelanjutan.
3. Untuk menjamin keberhasilan implementasinya, diperlukan dukungan kebijakan dan regulasi yang memadai, kolaborasi lintas sektor, serta pemanfaatan teknologi digital dalam proses budidaya dan distribusi hasil produk maggot. Pengalaman negara lain menunjukkan bahwa dengan keterlibatan aktif masyarakat dan dukungan pemerintah yang kuat, model ini mampu diadaptasi secara efektif.
4. Model pengelolaan sampah berbasis maggot tidak hanya menawarkan solusi terhadap persoalan sampah organik, tetapi juga membuka jalan bagi transformasi menuju sistem pengelolaan limbah yang lebih berdaya guna, ramah lingkungan, dan berkelanjutan di Kota Gorontalo.

UCAPAN TERIMAKASIH

Riset ini didukung oleh Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi dan Lembaga Pengelolaan Dana Pendidikan (LPDP) melalui Program Pendanaan PRPB.

DAFTAR PUSTAKA

Baba, A., M. Z., & Oladejo, J. A. (2021). “Sustainable Waste Management: An Approach Towards Achieving Circular Economy.” Journal of Cleaner Production, 287, 125-139.

Bohórquez, J., Miranda, C., & García, A. (2021). Valorization of Organic Waste through Black Soldier Fly: A Sustainable Approach. Sustainability, 13(5), 2345.

Da Silva, C. S., Ribeiro, M. A., & Silva, M. F. (2020). “Insect-based Food and Feed: An Emerging Solution for Waste Management.” Waste Management, 105, 226-234.

DLH, P. K. G. (2023). Eksekutif Sumaty Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLKH) dan Rencana Pembangunan Jangka Panjang (RPJP) Kota Gorontalo 2023. Dinas Lingkungan Hidup Kota Gorontalo.

Febrianti, N., Prambudi, DA., dan Anggraeny RD. (2023). Analisis Eisi Gas Rumah Kaca (GRK) pada Pengelolaan Sampah Organik (Studi Kasus: ITF Kota Hijau Balikpapan). Jurnal Sain dan Teknologi Lingkungan, Volume 15 Nomor 2 (Halaman 106-120).

Klinke, A., & Renn, O. (2022). "Governance and Stakeholder Involvement in Sustainable Waste Management." Environmental Science & Policy, 122, 72-81.

Kowal, J., & Kaczmarek, K. (2021). The Impact of Black Soldier Fly on Waste Reduction and Resource Recovery. Waste Management, 118, 1-9.

Li, Q., Yang, C., & Zhang, R. (2020). "Utilization of Black Soldier Fly Larvae for Organic Waste Management: A Review." Waste Management, 108, 212-220.

Makkar, H. P. S., Tran, G., & Heuzé, V. (2020). Insects in Animal Nutrition: A Review. Animal Feed Science and Technology, 263, 114466.

Nia, N. F., Syukri, M. S., & Rachman, A. (2023). Circular Economy and Waste Management: The Role of Biological Processes. Resources, Conservation and Recycling, 186, 106533.

Pérez-Moreno, J., Bock, C., & Meyer, A. (2022). "Insect Production for Organic Waste Recycling: Implications for Agriculture." Agricultural Systems, 196, 103298.

Raharjo, S., & Widodo, B. (2022). Community-Based Waste Management Models: Opportunities and Challenges. Journal of Environmental Management, 315, 113192.

Rahman, M. M., Hossain, M. M., & Kumar, A. (2023). Circular Economy Approaches in Waste Management: A Review of Policies and Practices in Asia. Sustainable Production and Consumption, 34, 273-290.

Van Huis, A. (2020). Insects as Food: Sustainable Solutions for Global Food Security. Sustainability, 12(9), 3751

Wang, X., Wang, T., & Zhao, M. (2022). "The Use of Black Soldier Fly Larvae in Waste Management: Current Applications and Future Perspectives." Journal of Waste Management, 2022, 847-860.

Youn, H., & Kim, Y. (2021). Citizen Participation in Waste Management: A Case Study of Community Programs. Waste Management, 121, 150-158.

Zhao, X., Zhang, C., & Liang, Y. (2020). Environmental Impact of Organic Waste Recycling Using Black Soldier Fly Larvae. Environmental Science and Pollution Research, 27(4), 4023-4032.

Zhou, Y., Zheng, L., & He, M. (2021). "Black Soldier Fly Larvae: A Sustainable Solution for Organic Waste Recycling." Waste Management, 118, 174-182. Zhou, X., & Xu, C. (2021). Sustainable Agriculture and Waste Management: Innovations in Organic Waste Recycling. Waste Management, 122, 246-258.