



E-ISSN: 3025-4698
P-ISSN: 3046-8582

Jurnal Pembangunan Kota Tangerang

Jurnal Pembangunan Kota Tangerang I Vol. 3 I No. 1 I Hal. 1-80 I Tahun 2025 I P-ISSN:3046-8582



Diterbitkan oleh:
Bappeda Kota Tangerang

PENGANTAR REDAKSI

Assalamu ‘alaikum wr. wb.

Puji syukur ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta’ala atas rahmat dan karunia-Nya, Jurnal Pembangunan Kota Tangerang (JPKT) Volume 3 Nomor 1 Tahun 2025 dapat hadir sebagai sarana diseminasi gagasan, penelitian, dan praktik terbaik dalam pembangunan kota. Edisi ini menjadi wadah bagi para akademisi dan praktisi untuk berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan sekaligus memberikan rekomendasi kebijakan yang relevan bagi kemajuan Kota Tangerang.

Kami mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada para penulis—baik dari kalangan dosen perguruan tinggi di Kota Tangerang maupun Aparatur Sipil Negara (ASN) di lingkungan Pemerintah Kota Tangerang—yang telah menyumbangkan pemikiran, hasil penelitian, dan analisis kebijakan berkualitas. Kolaborasi antara akademisi dan praktisi pemerintah ini diharapkan dapat memperkaya perspektif pembangunan kota yang holistik, inovatif, dan aplikatif.

Edisi kali ini menghadirkan sejumlah artikel yang mencakup berbagai aspek pembangunan, mulai dari tata kelola pemerintahan, infrastruktur, sosial-ekonomi, lingkungan, hingga inovasi digital, sebagai upaya mendukung visi ***Kota Tangerang sebagai Kota yang Kolaboratif, Maju, Berkelanjutan, Sejahtera, dan Berakhlakul Karimah***. Kami berharap jurnal ini dapat menjadi referensi bagi pemangku kepentingan, peneliti, dan masyarakat umum dalam memahami dinamika pembangunan kota.

Tak lupa, kami menyampaikan apresiasi kepada tim editor, mitra bestari, dan seluruh pihak yang terlibat dalam proses penerbitan. Kritik dan saran dari pembaca sangat kami nantikan untuk perbaikan di masa mendatang.

Semoga Jurnal Pembangunan Kota Tangerang terus menjadi media yang mendorong sinergi antara teori dan praktik, serta berkontribusi nyata bagi kemajuan Kota Tangerang.

Selamat membaca dan semoga bermanfaat.

Wassalamu ‘alaikum wr. wb.

KEPALA BAPPEDA KOTA TANGERANG



Dr. Hj. Yeti Rohaeti, AP., M.Si.

NIP. 19740807 199403 2 004



Daftar Isi (Table of Content) Vol 3. No.1

1	Urgensi Percepatan Realisasi Tangerang Pay Sebagai Upaya Penerapan Master Plan Smart City Kota Tangerang —Rini Hardiyanti, Ukon Furkon Sukanda, Miftahul Adib, Rani Intan Nuraini—	1 – 12
2	Refuse Derived Fuel (Rdf): Inovasi Ekonomi Sirkular Dalam Pengelolaan Sampah Di Kota Tangerang —Mirza Shahreza—	13 – 26
3	Sinergi Pemerintah Dan Masyarakat Dalam Pengelolaan Sampah Di Kota Tangerang —Faisal Tomi Saputra—	27 – 43
4	Membaca Ulasan Wisatawan: Dashboard Analisis Sentimen Untuk Pengembangan Pariwisata Kota Tangerang —Sarah Sholikhatus Risma—	44 – 59
5	Pengembangan Sistem Peringatan Dini Banjir Untuk Aksi Dini Mitigasi Dampak Bencana Banjir Di Kota Tangerang —Eilif Kurnia Deda Djamres—	60 – 69
6	<i>Pemanfaatan Maggot Bsf1 (Hermetia Illucens) Sebagai Alternatif Bahan Bakar Pada Sektor Industri Di Kota Tangerang</i> —Aida Ridwan Yusuf—	70 – 80

PEMANFAATAN MAGGOT BSFL (*Hermetia illucens*) SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN BAKAR PADA SEKTOR INDUSTRI DI KOTA TANGERANG

UTILIZATION OF BSFL (*Hermetia illucens*) MAGGOTS AS AN ALTERNATIVE FUEL IN TANGERANG CITY INDUSTRIAL SECTOR

Aida Ridwan Yusuf¹

¹Dinas Pekerjaan Lingkungan Hidup Kota Tangerang
Jl. Iskandar Muda No.45 Mekarsari, Neglasari, Kota Tangerang aida.ridwanah@gmail.com

Abstrak

Sampah merupakan sebuah polemik. Sampah dapat menjadi sebuah keuntungan atau kebuntungan. Semakin banyak penduduk maka semakin banyak pula sampah yang dihasilkan. Sementara isu lingkungan terus bersenandung, salah satunya mengenai sampah dan emisi. Kota Tangerang yang merupakan sebuah kota industri yang pertumbuhan penduduknya semakin tinggi dari tahun ke tahun. Pemanfaatan sampah terutama sampah organik menggunakan larva *black soldier fly* (maggot) untuk di biokonversikan menjadi biodiesel sebagai bahan bakar alternatif industri adalah salah satu bentuk inovasi dalam rangka pemanfaatan sampah sekaligus pengurangan emisi. Studi pustaka dengan metode deskriptif analisis telah menyimpulkan banyak sekali korelasi antara sampah organik, maggot, dan biodiesel. Biodiesel diharapkan untuk menjadi bahan bakar alternatif bagi industri yang menggunakan bahan bakar fosil dalam kegiatannya. Hal ini dilakukan untuk menjaga sinergitas perkembangan industri di Kota Tangerang dengan tetap bertanggung jawab secara ekologis.

Kata Kunci: Sampah Organik, BSFL, Biodiesel, Emisi

Abstract

Waste is a polemic. Waste can be an advantage or a disadvantage. The more people there are, the more waste is produced. Meanwhile, environmental issues continue to exist, two of them are about waste and emissions. Tangerang City, which is an industrial city with increasing population growth from year to year. Utilization of waste, especially organic waste using black soldier fly larvae (maggots) to be bioconverted into biodiesel as an alternative industrial fuel is one of an innovation in the context of utilizing waste while reducing emissions. Literature studies using descriptive analysis methods have concluded that there are many correlations between organic waste, BSFL, and biodiesel. Biodiesel is expected to be an alternative fuel for industries that use fossil fuels in their activities. This is done to maintain the synergy of industrial development in Tangerang City while remaining ecologically responsible.

Keywords: Organic Waste, BSFL, Biodiesel, Emissions

Email:

¹aida.ridwanah@gmail.com,

Cite This Article:

Yusuf, Aida R (2025). Pemanfaatan Magot BSFL (*Hermetia illucens*) Sebagai Alternatif Bahan Bakar Pada Sektor Industri di Kota Tangerang. *Jurnal Pembangunan Kota Tangerang*, 3(1), 70–80.



Copyright (c) 2025 *Jurnal Pembangunan Kota Tangerang*. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0

PENDAHULUAN

Sampah merupakan sebuah polemik global yang tidak terpisahkan dari kehidupan umat manusia, tak terkecuali di Kota Tangerang. Sebagai makhluk hidup manusia memiliki berbagai macam aktivitas yang dapat menghasilkan sampah. Pada Tahun 2023 Kota Tangerang memiliki penduduk 1.912.679 jiwa dengan laju pertumbuhan 1,5% per Tahun 2010-2020 dan kepadatan 11,624 per km² (BPS Kota Tangerang, 2024). Jumlah penduduk yang begitu besar tersebut menghasilkan timbulan sampah pada Tahun 2023 sebesar 514.478.12 ton/tahun atau 1.409,53 ton/hari, dengan rata-rata kenaikan 2,02% dibandingkan dengan Tahun 2022 (KLHK, 2024). Timbulan sampah yang semakin meningkat dapat disebabkan oleh pertumbuhan populasi ataupun gaya hidup masyarakat yang konsumtif. Menurut Diani, dkk (2024) peningkatan jumlah penduduk dapat memengaruhi jumlah timbulan sampah yang dihasilkan, sehingga laju pertumbuhan penduduk dan timbulan sampah merupakan hal yang berbanding lurus. Hal ini menjadi dasar perlunya penggalakan kebijakan pemerintah dalam pengelolaan sampah.

Sesuai dengan peraturan daerah Kota Tangerang Nomor 2 Tahun 2022 Tentang Pengelolaan Sampah, bahwa sampah harus ditangani dan dikelola dengan baik. Program pengelolaan sampah Kota Tangerang salah satunya adalah berupa pengurangan sampah dari sumber melalui upaya 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*). Komposisi sampah terdiri dari sampah anorganik, organik, dan B3 dengan sampah timbulan sampah organik Kota Tangerang mencapai 57.65% per tahun (KLHK, 2024). Sampah organik merupakan sampah yang berasal dari sisa-sisa bagian makhluk hidup yang dapat di daur ulang menjadi bentuk lain untuk mendatangkan kesejahteraan (Puger, 2018). Upaya pengelolaan sampah organik yang tengah dijalankan Pemerintah Kota Tangerang berupa pembuatan kompos, biopori, dan budidaya maggot.

Selain persoalan sampah yang pelik karena keterbatasan lahan TPA Rawa Kucing sebagai Tempat Pemrosesan Akhir sampah Kota Tangerang, emisi yang dihasilkan akibat dari kegiatan industri dan transportasi juga tinggi. Sektor industri umumnya menggunakan bahan bakar fosil untuk kegiatan manufakturnya. Menurut Judijanto, dkk (2023) industri manufaktur merupakan pilar penting untuk Kota Tangerang, tetapi juga merupakan penghasil emisi karbon dan gas rumah kaca yang cukup besar karena ketergantungan pada bahan bakar fosil. Krisis lingkungan yang semakin pilu menuntut berbagai sektor, termasuk sektor industri untuk menggunakan teknologi terbaru yang dapat mengurangi emisi.

Pertumbuhan populasi yang begitu cepat menyebabkan kebutuhan makanan, bahan bakar, serta timbulan sampah meningkat (Surendra, *et al*, 2016). Melihat potensi produksi sampah organik Kota Tangerang yang cukup tinggi, diperlukan pemanfaatan sampah organik yang dapat mencakup sektor industri untuk mengurangi emisi karbon.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pendekatan studi pustaka dengan memahami dan menggabungkan berbagai macam teori untuk menciptakan ide, gambaran, dan konsep sesuai kondisi eksisting permasalahan. Lokasi yang menjadi fokus penelitian ini adalah Kota Tangerang. Metode analisis menggunakan deskriptif kualitatif yang dilakukan untuk menarik kesimpulan dari berbagai literatur, sehingga mendapatkan desain yang padat dan tepat sasaran. Penelitian kualitatif menurut Fadli (2021) studi yang meneliti suatu situasi, aktivitas, dan berbagai material dengan mendeskripsikan fakta sebenarnya untuk mendapatkan pemahaman mengenai masalah yang ada. Pengumpulan data dengan cara mengutip laporan instansi terkait, regulasi, dan berbagai jurnal penelitian dengan mengangkat tema permasalahan yang sesuai untuk direkonstruksi. Penelitian kualitatif bertujuan untuk membuat fakta mudah dipahami (*understandable*) dan dengan penelusuran pustaka (*literature review*) dapat menemukan kebaruan (*novelty*) dari penelitian sebelumnya (Fadli, 2021).

KERANGKA TEORI ATAU KERANGKA KONSEP

Sampah Organik

Sampah organik rumah tangga yang tidak dikelola dengan baik memiliki potensi untuk membahayakan lingkungan dan kesehatan. Manajemen pengelolaan sampah organik rumah tangga yang terkontrol akan membuahkan kontribusi lebih besar untuk mengurangi pembuangan sampah ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) (Ferdinan, 2024). Sampah organik umumnya diproses dengan membuat kompos, dibakar, dan di buang, karena metode yang kurang berwawasan lingkungan ini meningkatkan jumlah sampah yang tertimbun (Kinasih, *et al*, 2021). Disisi lain penanganan sampah organik metode anerobik, tidak hanya mahal tetapi juga menghadirkan dampak pada lingkungan seperti kontaminasi air tanah dan gas rumah kaca. Saat ini sampah organik yang dinilai masih memiliki nutrisi dapat dikonversi menjadi pakan ternak *black soldier fly larvae* (BSFL) (*Hermetia illucens*) (Surendra, *et al*, 2016).

Emisi Karbon pada Sektor Industri

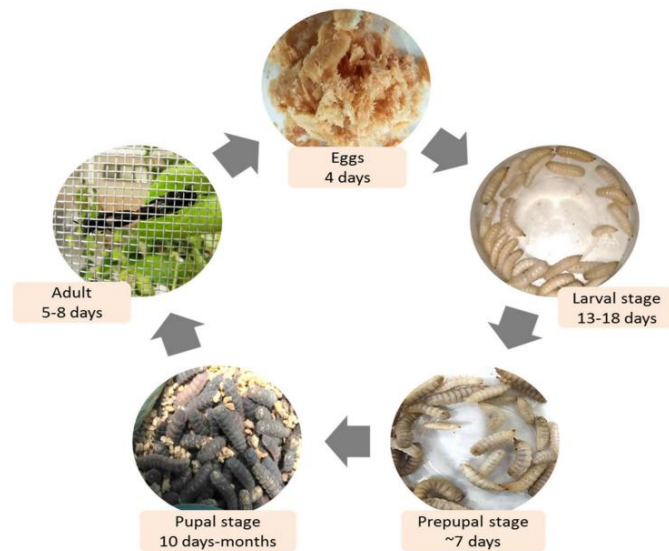
Sektor industri merupakan penghasil emisi karbon dioksida dan gas rumah kaca yang cukup besar (Judijanto, dkk, 2023). Perubahan struktur industri, seperti peningkatan industri, dan diversifikasi industri, dapat berdampak negatif terhadap emisi gas CO₂ (Fan *et al*, 2023). Penting bagi perusahaan manufaktur untuk mengadopsi teknologi yang lebih ramah lingkungan dalam rangka investasi lingkungan dan menegakkan peraturan lingkungan untuk mengurangi dampak dari industrialisasi (Rabbani *et al*, 2010). Berinvestasi dalam efisiensi energi tidak hanya membantu mengurangi emisi karbon, tetapi juga meningkatkan efektivitas biaya, sehingga menjadi solusi yang saling menguntungkan bagi pelestarian lingkungan dan keberlanjutan ekonomi (Vallarta, 2023). Pengurangan emisi gas rumah kaca dan ancaman polusi, dapat dilakukan dengan mengaplikasikan sumber energi terbarukan (Kumaat *et al*, 2023).

Biokonversi Sampah oleh Larva BSF (*Hermetia illucens*)

Biokonversi adalah salah satu proses pengolahan sampah organik untuk menjadi produk bernilai tinggi. Larva BSF (maggot) sangat menguntungkan, karena mampu mengkonversi sampah organik, baik hewan, tumbuhan, maupun makanan yang sudah mengalami pembusukan atau fermentasi. Metode ini sangat efektif dan efisien untuk biaya dan pengolahan sampah organik. Pasalnya maggot dapat hidup di lingkungan yang cukup ekstrim, seperti sampah yang mengandung garam, alkohol, asam, dan ammonia (Kahar, dkk, 2020). Penggunaan serangga, salah satunya BSF untuk mengurai sampah organik sudah banyak dilakukan di berbagai negara karena ramah lingkungan dan tidak memerlukan banyak biaya (Siddiqui, *et al*, 2022).

Siklus hidup BSF (Gambar 1) memiliki lima fase, yaitu fase telur, fase larva, fase pre-pupa, fase pupa, dan fase dewasa (Suciati dan Faruq, 2017). BSF memiliki siklus hidup 40-43 hari, tergantung dari lingkungan dan ketersediaan makanan (Kahar, dkk, 2020). Larva BSF memiliki bentuk tubuh pipih panjang dan berwarna coklat kemerahan dengan masa hidup ± 4 minggu. Pada kondisi optimal larva BSF memiliki waktu dua minggu untuk mencapai fase pre-pupa (Gangadhar, *et al*, 2018). Fase larva dapat memakan bahan organik seperti kotoran manusia, sampah dapur, maupun bankai hewan dengan mengonsumsi 25-500 mg per hari (Makkar, *et al*, 2014). Larva BSF seberat 800gr dapat memiliki kemampuan 75% untuk mengurai 4kg sampah organik (Ibadurrohman, *et al*, 2020). Larva mengonsumsi bahan organik sebanyak mungkin untuk menyimpan lemak dan protein untuk membantu proses metabolisme pada saat fase pupa dan dewasa (Newton, *et al*, 2005). Larva dapat mengurai bahan-bahan organik, karena dalam saluran pencernaannya mengandung beberapa bakteri seperti *Micrococcus sp.*, *Streptococcus sp.*, *Bacillus sp.*, dan *Aerobacter aerogens* (Wardhana, 2016). Larva dapat hidup pada lingkungan ekstrim, bahkan dapat vakum/dorman/tidak aktif sampai menunggu lingkungan kembali optimal atau tersedianya makanan. BSF memiliki beberapa karakter diantaranya: dapat mereduksi sampah organik, dapat hidup dalam toleransi pH yang cukup tinggi, tidak membawa gen penyakit, mempunyai kandungan protein

yang cukup tinggi, masa larva cukup lama (± 4 minggu), dan mudah dibudidayakan (Suciati dan Faruq, 2017).



Gambar 1. Siklus Hidup *Black Soldier Fly* (*Hemettia illucens*) (Amrul, *et al*, 2022).

Seiring dengan tututan penyediaan makanan, pakan hewan, dan bahan bakar yang sama dengan kebutuhan untuk mengelola sampah organik, maka dibutuhkan juga inovasi teknologi untuk membuat semua masalah menjadi sinergis dan menguntungkan. Melalui larva BSF sampah organik dapat menghasilkan lipid dan serangga (larva) yang kaya akan kandungan protein. Hal ini dapat diturunkan menjadi dua jenis inovasi, yaitu pemanfaatan lipid sebagai bahan mentah produksi biodiesel dan pemanfaatan larva kaya protein sebagai pakan hewan (Surendra, *et al*, 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peraturan Daerah Kota Tangerang Nomor 2 Tahun 2022 Tentang Pengelolaan Sampah, disebutkan bahwa setiap orang wajib melakukan pengurangan sampah yang meliputi pembatasan timbulan sampah, pendauran ulang sampah, dan pemanfaatan kembali sampah. Pasal 8 Ayat (3) disebutkan pendauran ulang sampah salah satunya adalah sampah organik yang dapat di biokonversi lalat BSF menjadi teknologi tepat guna. Dewasa ini banyak sekali penelitian mengenai manajemen sampah, hingga pemanfaatannya menjadi produk siap guna atau energi terbarukan. Manajemen sampah harus tertanam dalam perilaku hidup tiap orang. Mulai dari mengurangi, memilah, hingga memanfaatkannya kembali. Menurut Ferdinan (2024), 40% sampah organik yang dihasilkan oleh rumah tangga dapat di kelola secara optimal dan tidak perlu diangkut ke TPA.

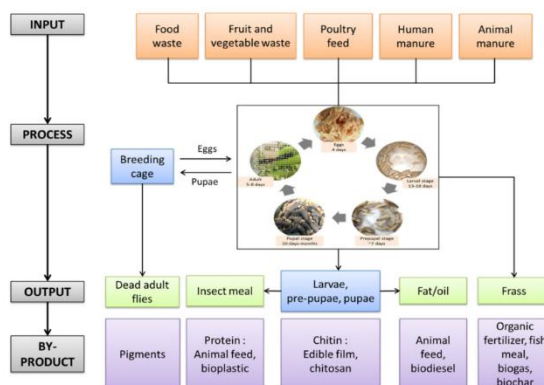
Pemerintah Kota Tangerang secara perlahan menurunkan kelimpahan wewenang persampahan ke tingkat kelurahan, sesuai dengan Perwal Nomor 10 Tahun 2019 tentang Pelimpahan Sebagian Kewenangan Wali Kota Kepada Camat (Tangerangkota.id, 2024). Hal ini dapat diturunkan lagi kepada pemerintah di tingkat RW dan RT untuk dapat mengedukasi masyarakatnya dalam pengelolaan sampah, minimal melakukan pemilahan. Sehingga sampah yang diangkut ke TPA dapat dengan cepat diproses sesuai dengan karakteristik sampahnya. Sampah organik dapat di kelola dengan pembuatan kompos dan sebagai pakan ternak budidaya larva BSF (maggot). Setiap harinya 40kg maggot dapat mengurai 800 kg hingga satu ton sampah organik (Tangerangkota.id, 2020). Menurut Surendra, *et al*, (2015) selain dapat menjadi pakan ternak larva BSF dapat diubah menjadi bahan bakar biodiesel melalui karakterisasi asam lemak sebagai substrat potensial.

Sampah Organik untuk Larva BSF (*Hermetia illucens*)

Setiap masyarakat berhak untuk mengelola sampah mereka, termasuk mengolah sampah organik untuk dijadikan pakan ternak. Sampah organik yang tidak dikelola oleh sumbernya, diangkut oleh petugas kebersihan ke TPA digunakan untuk dikelola. Alangkah lebih baik jika masyarakat sudah memilah sampah dari sumber, petugas akan dengan cepat mengolah sampah menjadi kompos atau difermentasi untuk pakan maggot. Karakter unik larva BSF adalah mereka dapat mengonsumsi sampah organik dalam skala besar sampai mereka mencapai fase pra-pupa (Singh and Kumari, 2019). Dibandingkan dengan pembuatan kompos konvensional, larva BSF lebih efektif mengurangi 50% sampah organik dalam periode yang singkat (Amrul, *et al*, 2022).

BSF saat mencapai fase larva atau biasa disebut Maggot ditempatkan pada media lembab, kemudian langsung diberi pakan berupa sampah organik (sisa makanan, sisa buah dan sayur, kotoran manusia, atau kotoran hewan) tanpa melalui perlakuan tertentu terlebih dahulu. Fase larva pada BSF berlangsung selama ± 4 minggu (Gangadhar, *et al*, 2018). Menurut Amrul, *et al* (2024), umumnya para peneliti menggunakan tipe sampah organik yang bervariasi dan mengandung banyak nutrisi seperti protein. Namun, hal ini terkesan seperti memilih pakan untuk maggot, sementara tujuan dari inovasi ini adalah untuk mengurangi sampah organik yang terbuang menumpuk begitu saja hingga menghasilkan gas metan (CH₄) yang akan menghasilkan emisi gas rumah kaca. Semua jenis sampah organik dapat digunakan untuk pakan maggot (Gambar 2). Seperti yang dijelaskan oleh Amrul, *et al* (2024), larva BSF dapat hidup pada lingkungan yang ekstrim, seperti kekurangan oksigen, makanan, atau kondisi kekeringan. Oleh karena itu, budidaya maggot tidak memerlukan fasilitas pemeliharaan yang sulit.

Pengelolaan sampah organik menggunakan maggot dapat menghasilkan banyak manfaat dan produk (Gambar 2). Sampah organik yang dihasilkan menjadi pakan maggot selama ± 4 minggu, sebelum masuk ke fase pra-pupa maggot dapat dijadikan pakan hewan ternak atau diambil minyak/lemaknya untuk dijadikan berbagai macam produk yang salah satunya adalah biodiesel. Hal ini didukung oleh Amrul, *et al* (2024), bahwa sampah organik melalui BSF dapat diubah menjadi pakan ternak dan bahan untuk membuat bahan bakar biodiesel. Kotoran yang dihasilkan oleh larva selama proses metabolismenya dapat pula dimanfaatkan untuk pembuatan pupuk kompos. Telur BSF dalam siklus hidupnya dapat ditemukan pada substrat atau sisa makanannya, 4-6 hari setelah telur menetas menjadi larva kemudian pindahkan ke tempat perlakuan untuk diberi makan (Amrul, *et al*, 2022). BSF dewasa tidak membawa penyakit dan tidak makan, karena mereka tidak memiliki penyengat, mulut, atau organ pencernaan. BSF dewasa akan hidup 5-8 hari, kemudian akan mati dan dapat dimanfaatkan kandungan kitin dan kitosannya untuk memproduksi pelapis/film pada mebel atau kemasan makanan (Siddiqui, *et al*, 2024).



Gambar 2. Diagram Pengelolaan Sampah Organik melalui larva BSF (*Hermetia illucens*) (Amrul, *et al*, 2022)

mudah terurai (*biodegradable*). Menurut Tomo dan Brunner (2022), penurunan emisi gas rumah kaca dapat dilakukan dengan penggunaan energi alternatif secara berkelanjutan, salah satunya adalah biodiesel.

Kasus di Indonesia menunjukkan pengolahan sampah organik melalui larva BSF memiliki potensi menurunkan emisi gas rumah kaca (Martenat, *et al*, 2019). Menurut Siddiqui, *et al* (2022) disamping keuntungan dalam mengolah dan mengurangi sampah organik, produksi larva BSF tidak diragukan lagi sangat bernilai ekonomis dengan menghasilkan produk untuk pakan ternak dan bahan bakar biodiesel. Larva BSF diketahui merupakan bahan untuk memproduksi biodiesel yang bukan berasal dari makanan (Li, *et al*, 2011). Biodiesel berasal dari lipid/minyak larva BSF dibandingkan yang berasal dari kelapa sawit atau tebu, memiliki periode produksi lebih singkat dan menghemat tempat (Siddiqui, *et al*, 2022). Hal ini didukung oleh Kim, *et al* (2021) larva BSF yang mengandung banyak lipid tidak umum digunakan untuk produksi makanan di negara-negara Asia, maka dari itu dapat digunakan sebagai bahan alternatif tebu dan jagung dalam produksi biodiesel.

Biodiesel dapat dihasilkan dari larva BSF melalui proses transesterifikasi/esterifikasi, yaitu proses reaksi antara minyak nabati dengan alkohol (Wirawan, dkk, 2008). Larva BSF diberi pakan sampah organik selama masa fasenya sebelum masuk ke fase selanjutnya (pra-pupa). Menurut Amrul, *et al* (2024) larva dipanen sebelum mencapai berat maksimum dan nutrisinya terpenuhi untuk masuk ke fase pra-pupa. Biomasa larva BSF kurang lebih mengandung $\pm 30\%$ lipid (Li, *et al*, 2011). Minyak/lipid di ekstraksi dari larva kering BSF yang sudah dilumatkan (Jung, *et al*, 2022). Penelitian Surendra, *et al* (2016) menggunakan 100g larva pra-pupa, menghasilkan 15-20g minyak mentah. Penelitian tersebut menyebutkan dengan tekanan mekanik dapat mengekstraksi $\pm 40\%$ dari total minyak /lipid biomasa tersebut, tetapi jika diekstraksi menggunakan larutan dapat menghasilkan 90% minyak/lipid dari biomasa (larva). Lebih jauh, Surendra, *et al* (2016) menjelaskan jika menggunakan tekanan mekanik, lebih baik ditambahkan dengan substrat yang memiliki banyak serat seperti biji bunga matahari dan kacang makademia. Minyak/lipid yang dihasilkan oleh larva BSF mengandung asam lemak jenuh yang tinggi, serta rendahnya kandungan asam lemak tak jenuh ganda (Surendra, *et al*, 2016). Hasil penelitian Surendra, *et al* (2016) menunjukkan kandungan asam lemak yang dihasilkan larva BSF terdiri dari lauric, palmitic, dan oleic (paling banyak).



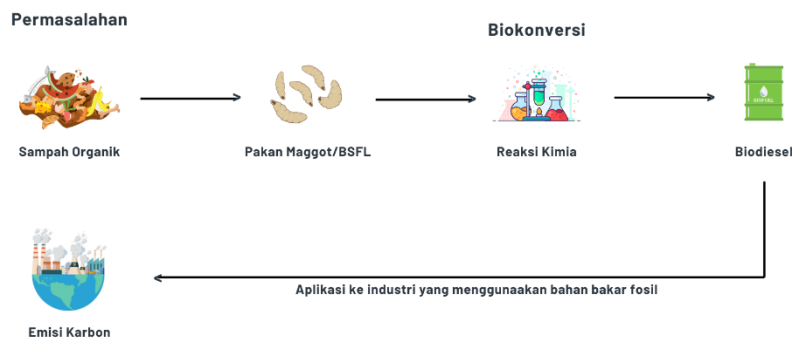
Gambar 4. Proses Biokonversi Sampah Organik menjadi Biodiesel (Mohan, *et al*, 2023)

Minyak/lipid yang sudah diekstraksi, kemudian melalui transesterifikasi/esterifikasi akan disintesis menjadi biodiesel (Gambar 4). Proses esterifikasi asam lemak bebas yang dikatalisis oleh asam (berfungsi untuk mengurangi tingkat keasaman minyak/lipid mentah), kemudian proses transesterifikasi yang dikatalisis oleh basa (alkali). Setelah proses tersebut akan terbentuk lapisan atas dan bawah, kemudian di purifikasi untuk membuang sisa-sisa metanol (Li, *et al*, 2011).

Hasil sintesis biodiesel menggunakan larva BSF juga menghasilkan *fatty acid methyl ester* (FAME) dari proses transesterifikasi dan esterifikasi (Park, *et al*, 2022). Penelitian Park, *et al* (2022) maksimal biodiesel yang dihasilkan dari biokonversi larva BSF adalah 85%. Menurut Surendra, *et al* (2016) dengan menghasilkan asam lemak jenuh yang berkonsentrasi

tinggi (67%) dan asam lemak tak jenuh ganda yang berkonsentrasi rendah (13%), membuat minyak/lipid yang dihasilkan dari larva BSF berpotensi menjadi substrat ideal untuk memproduksi biodiesel yang berkualitas tinggi. Komponen-komponen penting bagi biodiesel, seperti kepadatan dan viskositas telah memenuhi standar biodiesel Eropa (EN14214) (Li, *et al*, 2011). Hal ini didukung oleh Park, *et al* (2022) bahwa biodiesel yang dihasilkan oleh larva BSF telah memenuhi standar Korea, kecuali mengenai stabilitas oksidasinya, tetapi masalah ini telah tertangani dengan penambahan antioksidan. Namun menurut Amrul, *et al* (2022) dengan menghasilkan asam lemak jenuh yang tinggi dan asam lemak tak jenuh ganda yang rendah membuat biodiesel memiliki kepadatan yang rendah dan stabilitas oksidasi yang baik, serta memenuhi standar Amerika (ASTM D6751).

Adanya penelitian yang membuktikan bahwa biodiesel yang dihasilkan oleh larva BSF telah memenuhi standar internasional, bukan hal yang tidak mungkin untuk Kota Tangerang menerapkan hal tersebut. Memanfaatkan sampah organik sebagai pakan maggot yang dapat menghasilkan minyak/lipid untuk diubah menjadi biodiesel melalui proses biokonversi, selanjutnya biodiesel diaplikasikan ke industri yang menggunakan bahan bakar fosil (Gambar 4). Rencana skema tersebut dapat dilakukan dengan kerjasama antar masyarakat, pemerintah, dan swasta yang akan sama-sama menghasilkan keuntungan dalam mengolah sampah, pengurangan emisi, serta bisnis penjualan bahan bakar. Biodiesel selain dimanfaatkan untuk transportasi, industri di Kota Tangerang juga dapat memanfaatkannya untuk menggantikan bahan bakar batubara. Menurut Howard (2004) biodiesel merupakan sumber energi terbarukan yang berpotensi mengatasi dunia dari ketergantungan batubara dan minyak mentah. Biodiesel memiliki hasil pembakaran yang bagus dan merupakan bahan bakar yang efektif untuk mengurangi emisi lingkungan (Amrul, *et al*, 2022). Menurut Wirawan, dkk (2008) secara umum penggunaan biodiesel akan menurunkan kadar emisi gas buang, namun demikian karakteristiknya bervariasi tergantung dari jenis emisinya.



Gambar 5. Rencana Pengolahan Sampah Organik dan Penurunan Emisi melalui Biokonversi (Dokumentasi Pribadi, 2024)

Tidak hanya di Kota Tangerang dan Indonesia, kalangan internasional juga menaruh perhatian lebih terhadap emisi. Indonesia ikut berkomitmen untuk mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 29% dengan usaha sendiri dan 41% dengan bantuan internasional pada Tahun 2030 melalui Kesepakatan Paris (*Paris Agreement*) (Pahlevi, dkk, 2024). Pemerintah Kota Tangerang perlu membuat kebijakan mengenai pengolahan sampah dan pengurangan emisi dibalik suksesnya pertumbuhan industri. Saat ini banyak industri yang menggunakan bahan bakar fosil untuk proses manufaktur, salah satunya adalah batubara. Sementara batubara memiliki gas buang atau emisi yang berbahaya dan menyebabkan efek rumah kaca yang mendorong perubahan iklim. Menurut Pahlevi, dkk (2024) Indonesia merupakan 3.7% penyumbang batubara di dunia dengan konsumsi 2.2%, tetapi karenanya juga menyumbang emisi karbon dioksida (CO₂) yang berkontribusi terhadap pemanasan global. Menurut Judijanto, dkk (2023) dalam penelitiannya menyebutkan terdapat hubungan positif antara peningkatan adopsi energi terbarukan, peningkatan efisiensi energi, dan penggabungan

teknologi ramah lingkungan merupakan strategi yang efektif untuk mengurangi emisi karbon, serta untuk mencapai keseimbangan harmonis antara pengembang industri dan tanggung jawab ekologis. Batubara yang merupakan energi tak terbarukan akan mengalami tantangan berkelanjutan, untuk itu energi terbarukan sangat dibutuhkan untuk alternatif. Agar keberlangsungan industri di Kota Tangerang stabil dan tidak terpengaruh dengan ketersediaan batubara, inovasi bahan bakar biodiesel dari minyak/lipid maggot diharapkan dapat mengganti bahan bakar fosil seperti batubara untuk kegiatan sektor industri.

PENUTUP

Pemanfaatan sampah organik dapat dimaksimalkan dengan pengolahan melalui biokonversi maggot/BSFL menjadi bahan bakar biodiesel. Biodiesel dapat diaplikasikan pada industri yang menggunakan bahan bakar fosil seperti batubara untuk mengurangi emisi karbon sebagai gas rumah kaca yang membahayakan lingkungan. Melalui kebijakan dan skema pemerintah, diharapkan inovasi pengolahan sampah organik untuk mengurangi emisi, dapat menjaga sinergitas perkembangan industri di Kota Tangerang dengan kelestarian lingkungan hidup sekitarnya.

DAFTAR PUSTAKA

REFERENCES

- Amrul, N. F., I. K. Ahmad, N. E. A. Basri, F. Suja, N. A. A. Jalil, N. A. Azman. (2022). A Review of Organic Waste Treatment Using Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Sustainability*, 14.
- BPS Kota Tangerang. (2014). *Koa Tangerang dalam Angka 2024*. BPS Kota Tangerang: Kota Tangerang.
- Diani, M. R., D. Hanifah, F. R. Dianty. (2024). Analisis Proyeksi Pertumbuhan Penduduk dan Volume Sampah DKI Jakarta terhadap Dampak yang ditimbulkan. *Journal of Waste and Sustainable Consumption*, 1(1), 27-45.
- Diener, S., C. Zurbrügg, K. Tockener. (2015). Bioaccumulation of Heavy Metals in the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens*, and effect on its life cycle. *J. Insect Food Feed*, 1, 261-270.
- Fadli, M. R. (2021). Memahami Desain Metode Penelitian Kualitatif. *Kajian Ilmiah Mata Kuliah Umum* 21 (1). 33-54.
- Fan, G., Zhu, H. Xu. (2023). Analysis of the Impact of Industrial Structure Upgrading and Energy Structure Optimization on Carbon Emission Reduction. *Sustainability*, 15 (4).
- Ferdinan. (2023). Optimizing Household Organic Waste Management in Support of Sustainable Household Waste Management in Bekasi City Indonesia. *Waste, Society, and Sustainability*, 1 (1), 41-54.
- Ibadurrohman, K., I. Gusniani, D. M. Hartono, N. Suwartha. (2020). The Potential Analysis of Food Waste Management Using Bioconversion of Organic Waste by the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae in the Cafeteria of the Faculty of Engineering University of Indonesia. *Evergreen*, 7, 61-66.
- Gangdhar, B., A. Kumar, M. R. Raghunath, N. Sridhar. (2018). Pre-Pupae (larvae) of Black Soldier Fly a Potential Alternate Protein Source for Aquaculture Feeds. *Aquaculture*, 22 (1), 11-15.
- Howard, S. (2004). *Biodiesel: A Realistic Alternative?*. Online: <https://illum.in.usc.edu/biodiesel-a-realistic-alternative/>. Diakses tanggal: 28 November 2024.
- Judijanto, L., V. K. Putri, T. Ansori, Khamaludin. (2023). Analisis Dampak Penggunaan Energi Terbarukan, Efisiensi Energi, dan Teknologi Hijau pada Pengurangan Emisi Karbon di Industri Manufaktur Kota Tangerang. *Jurnal Multidisplin West Science*, 2 (12), 1127-1138.
- Jung, S., J. M. Jung, Y. F. Tsang, A. Bhatnagar, W. H. Chen, K. Y. A. Lin, E. E. Kwon. (2021). Biodiesel Production from Black Soldier Fly Larvae Derived from Food Waste by Non-Catalytic Tranesterification. *Energy*, 238.
- Kahar, A., M. Busyairi, Sariyadi, A. Hermanto, A. Ristanti. (2020). Bioconversion of Municipal Organic Waste Using Black Soldier Fly Larvae into Compost and Liquid Organic Fertilizer. *Konversi*, 9 (2), 35-40.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2024). *Data Pengelolaan Sampah dan Ruang Terbuka Hijau*. Online: <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/timbulan>. Diakses tanggal: 20 November 2024.
- Kim, C. H., J. Ryu, J. Lee, K. Ko, J. Y. Lee, K. Y. Park, H. Chung. (2021). Use of Black Soldier Fly Larvae for Food Waste Treatment and Energy Production in Asian Countries: A Review. *Processes*, 9.
- Kinasih, I., Y. Suryani, E. Paujiah, R.A. Ulfa, S. Afyati, R. Adawiyah, R. E. Putra. (2020). Performance of Black Soldier Fly, *Hermetia illucens*, Larvae during Valorization of Organic Wastes in Changing Quality. *Earth Environ*, 539 (1).
- Kumaat, E. J., I. S. Manembu, S. M. Mambu, G. Mangindaan. (2023). Sustainable Campus Through Organic Waste Management Program Implementation. *Journal of Sustainability Perspective*, 581-586.

- Li, Q., L. Zheng, H. Cai, E. Garza, Z. Yu, S. Zhou. (2011). From Organix Waste to Biodiesel: Black Soldier Fly, *Hermetia illucens*, makes it Feasible. *Fuel*, 90, 1545-1548.
- Makkar, H. P., G. Tran, V. Heuze, P. Ankers. (2014). State of The Art on Use of Insects as Animal Feed. *Animal Feed Science Technology*, 197.
- Martenat, A. S. Diener, C. Zurbrügg. (2019). Black Soldier Fly Biowaste Treatment Assessment of Global Warming Potential. *Waste Manag*, 84, 173-181.
- Newton, L., C. Sheppard, D. W. Watson, G. Burtle, R. Dove. (2005). *Using The Black Soldier Fly, Hermetia illucens, as a Value-added Tool of the Management of Swine Manure*. North Carolina: Animal and Poultry Waste Management Centre.
- Pahlevi, R., S. Thamrin, I. Ahmad, F. B. Nugroho. (2024). Masa Depan Pemanfaatan Batubara Sebagai Sumber Energi di Indonesia. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 5 (2), 50-60.
- Park, J. Y., J. Sungyup, Y. G. Na, C. H. Jeon, H. Y. Cheon, E. Y. Yun, S. H. Lee, E. E. Kwon, J.K. Kim. (2022). Biodiesel Production from the Black Soldier Fly Larvae Grown on Food Waste and Its Fuel Property Characterization as a Potential Transportation Fuel. *Environ*, 27 (3).
- Puger, I. G. N. (2018). Sampah Organik, Kompos, Pemanasan Global, Dan Penanaman Aglaonema Di Pekarangan. *Agro Bali (Agricultural Journal)*, 1 (2), 127-136.
- Rabbani, M., M. Chowdhury, N. A. Khan, N. Khan. (2010). Impacts of Industrial Pollution on Human Health: Empirical Evidences from an Industrial Hotspot (Kaliakoir) in Bangladesh. *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, 7(1), 27-33.
- Siddiqui, S.A., B. Ristow, T. Rahayu, N. S. Putra, N. W. Yuwono, K. Nisa, B. Mategeko, S. Smetana, M. Saki, A. Nawaz, A. Nagdalian. (2022). Black Soldier Fly Larvae (BSFL) and their Affinity of Organic Waste Processing. *Waste Management*, 140, 1-13.
- Signsmart. (2024). *Emisi dari Sektor Energi*. Online: https://signsmart.menlhk.go.id/v2.1/app/chart/emisi_energy_p/index/3.8.25.207. Diakses tanggal: 20 November 2024.
- Singh, A., K. Kumari. (2019). An inclusive approach for organic waste treatment and valorisation using Black Soldier Fly larvae: A Review. *Journal of Environmental Management*, 251.
- Suciati, R., H. Faruq. (2017). Efektifitas Media Pertumbuhan Maggots *Hermetia illucens* (Lalat Tentara Hitam) Sebagai Solusi Pemanfaatan Sampah Organik. *Biosfer Journal*, 2 (1), 8-13.
- Surendra, K., R. Oliver, J. K. Tomberlin, R. Jha, S. K. Khanal. (2016). Bioconversion of Organic Wastes into Biodiesel and Animal Feed via Insect Farming. *Renewable Energi*, 1-16.
- Tangerangkota. (2020). *Urai Sampah Organik, DLH Budidaya Maggot*. Online: <https://www.tangerangkota.go.id/berita/detail/22853/urai-sampah-organik-dlh-budidaya-maggot>. Diakses tanggal: 20 November 2024.
- Tangerangkota. (2024). *Menuju Kota Bersih dan Berkelanjutan Pengolahan Sampah Kota Tangerang dimaksimalkan dari Kelurahan*. Online: <https://www.tangerangkota.go.id/berita/detail/47123/menuju-kota-bersih-dan-berkelanjutan-pengolahan-sampah-kota-tangerang-dimaksimalkan-dari-kelurahan>. Diakses tanggal: 20 November 2024.
- Tomo, B. D., I. M. I. Brunner. (2022). Pengaruh Biodiesel Terhadap Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca dengan Aplikasi APPLE-GATRIK (Studi Kasus PLTD Talaga Sulawesi Tenggara). *Serambi Engineering*, 7 (3), 3406-3413.
- Vallarta. (2023). Integrated Sustainability Assessment Framework of Industry 4.0 from an Energy Systems Thinking Perspective: Bibliometric Analysis and Systematic Literature Review. *Energies*.
- Wardhana, A. H. (2016). Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Sebagai Sumber Protein Alternatif untuk Pakan Ternak. *Warazoa*, 26 (2), 69-78.
- Wirawan, S. S., A. H. Tambunan, M. Djamin, H. Nabetani, A. S. Yuwono. (2008). Studi Efek Penggunaan Biodiesel Terhadap Emisi pada Sektor Transportasi di Jakarta. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 9 (2), 211-219.