



**International  
Science Council**  
Regional Focal Point for  
Asia and the Pacific



**NGADAUR**

# Pengelolaan SOD (Sampah Olah Dapur) dengan Biokonversi Metode Magotisasi Black Soldier Fly (BSF)

“Sampah Kita, Tanggung Jawab Kita”



Didukung oleh International Science Council  
Regional Focal Point for Asia and the Pacific  
(ISC RFP-AP) and INGSA-Asia

**Pengelolaan SOD (Sampah Olah Dapur)  
dengan Biokonversi Metode Magotisasi  
*Black Soldier Fly (BSF)***

Gina Aliya Sopha  
Tubagus Ari Satria Bakti  
Kiki Kusyaeri Hamdani  
Azmi Kautsar Alim  
Rina Andriyani  
Ika Cartika

**Pengelolaan SOD (Sampah Olah Dapur) dengan  
Biokonversi Metode Magotisasi *Black Soldier Fly* (BSF)**

Penyusun : Gina Aliya Sopha, Tubagus Ari Satria  
Bakti, Kiki Kusyaeri Hamdani, Azmi  
Kautsar Alim, Rina Andriyani, Ika Cartika  
Cover dan Layout : Humaira Zeanova

Didukung oleh International Science Council Regional  
Focal Point for Asia and the Pacific (ISC RFP-AP) and  
INGSA-Asia

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
I. PENDAHULUAN.....	1
II. KONSEP MANAGEMEN PENGELOLAAN SAMPAH BERBASIS ZERO WASTE .....	10
III. PEMILAHAN SAMPAH .....	17
IV. PENGOLAH SAMPAH SECARA UMUM.....	21
V. PENGOLAHAN SAMPAH DENGAN MAGGOT .....	35
DAFTAR PUSTAKA .....	42



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya, modul ini dapat disusun dan diselesaikan dengan judul "*Pengelolaan SOD (Sampah Olah Dapur) dengan Biokonversi Metode Magotisasi Black Soldier Fly (BSF)*". Modul ini disusun sebagai upaya untuk memberikan pemahaman yang komprehensif dan aplikatif mengenai pengelolaan sampah organik berbasis pendekatan *zero waste*, khususnya melalui teknologi biokonversi maggotisasi yang semakin relevan dan dibutuhkan dalam menghadapi tantangan lingkungan masa kini.

Masalah sampah dapur merupakan isu lingkungan yang sering kali diabaikan namun berdampak besar terhadap keberlanjutan hidup masyarakat, khususnya di perkotaan. Melalui pendekatan inovatif yang terinspirasi dari proses alami, seperti budidaya larva Black Soldier Fly, diharapkan masyarakat dapat memperoleh solusi praktis, ekonomis, dan berkelanjutan dalam mengelola sampah organik rumah tangga maupun skala komunitas.

Modul ini tidak hanya menyajikan konsep dasar pengelolaan sampah, tetapi juga memberikan panduan teknis serta studi kasus lapangan yang dapat menjadi inspirasi dalam pengembangan model pengelolaan sampah terpadu berbasis masyarakat. Kami menyadari bahwa perubahan menuju sistem yang lebih berkelanjutan membutuhkan kolaborasi dari berbagai pihak, termasuk individu, komunitas, pemerintah, dan sektor swasta.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada International Science Council Regional Focal Point for Asia and the Pacific (ISC RFP-AP) dan INGSA-Asia atas dukungan yang diberikan,

serta kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan modul ini.

Kami berharap, modul ini dapat menjadi bahan bacaan yang bermanfaat bagi pelajar, mahasiswa, praktisi, dan seluruh elemen masyarakat yang peduli terhadap pengelolaan sampah dan pelestarian lingkungan. Saran dan masukan sangat kami harapkan guna penyempurnaan modul ini di masa mendatang.

Bandung, 11 Mei 2025

Penyusun



# I. PENDAHULUAN

## *Paradigma Zero Waste*

### *Sampah Kita, Tanggung Jawab Kita*

Sampah adalah salah satu masalah terbesar manusia modern di dunia saat ini.

Kehidupan kita dengan dan atau tanpa disadari menghasilkan dan berhubungan dengan sampah setiap harinya. Mari kita renungkan, seberapa banyak sampah yang kita hasilkan setiap harinya? Misal untuk makan, berapa banyak sampah kemasan dan sampah organik dapur yang kita hasilkan? Atau untuk mandi, berapa banyak sampah kemasan dan limbah air bercampur sabun yang terbuang ke sungai? Begitupun untuk urusan kerja, liburan, dan segala hal lain dalam kehidupan kita.

Namun, seringkali kita abai dan tidak peduli dengan sampah yang kita hasilkan. Kita tidak tahu kemana akhirnya sampah yang kita hasilkan akan berakhir dan berdampak kepada bumi. Atau kita hanya mengambil jalan pintas dengan mengatasi masalah sampah cukup dengan membersihkan, memusnahkan, atau 'menyembunyikannya'. Katanya, buanglah sampah pada tempatnya. Tapi memang dimana tempat sebenarnya untuk sampah kita? Apakah dengan membuangnya ke tempat sampah dan atau membakarnya dapat menyelesaikan permasalahan sampah?

Sayangnya, tidak sahabatku. Jika kita hanya membuang atau membakar sampah-sampah kita, itu hanya akan membuat sampah kita berpindah atau berubah bentuk sementara sebelum pada akhirnya mencemari lingkungan, baik itu tanah, udara, maupun air. Serta, dalam jangka waktu yang panjang akan menjadi bom waktu yang jika dibiarkan kita akan menjelang petaka untuk kita semua, tanpa terkecuali.

Maka dari itu, kita tidak bisa tidak peduli, pura-pura tidak tahu, atau bersembunyi. Sampah kita adalah tanggungjawab kita semua, tanpa terkecuali. Kita membutuhkan pendekatan baru yang mengarah ke akar masalah untuk mendesain ulang hubungan kita dengan sumber daya dan memikirkan kembali cara kita memproduksi dan mengkonsumsi sebuah produk secara kolektif.

Pendekatan baru ini bernama *Zero Waste*.

### ***Filosofi Zero Waste Terinspirasi dari Alam***

Kami percaya bahwa kita sebagai manusia harus mengikuti desain atau cara kerja Bumi dan ekosistem kita secara alami melalui evolusi. Inilah sebabnya mengapa *zero waste* bertujuan untuk memikirkan kembali cara kita memproduksi dan mengkonsumsi untuk melestarikan nilai dan energi yang tertanam dalam sumber daya Bumi sambil memungkinkan peradaban untuk berkembang dan makmur.

*Zero waste* bekerja dengan cara ekosistemik yang memaksimalkan apa yang tersedia di masyarakat, yang membangun ketahanan lokal, dan yang menjamin modal alam

yang tersedia untuk generasi mendatang. Sementara pengelolaan sampah dalam *zero waste* bertujuan untuk mengubah sampah menjadi sumber daya serta menjaga sumber daya agar tidak menjadi sampah.

*Zero waste* adalah tentang merancang limbah - dan racun serta inefisiensi yang terkait dengannya - dari sistem. Dalam sistem *zero waste*, nilai dari bahan dan produk disimpan dan digunakan berulang kali dalam satu lingkaran. Dalam *zero waste* teknologi apa pun yang tidak memungkinkan pemulihan material (*destructive*) dianggap tidak dapat diterima dan harus dihapuskan.

Pada akhirnya, *zero waste* adalah tujuan yang pragmatis dan visioner, lokal dan global, untuk masa depan tanpa sampah. *Zero waste* adalah sebuah sikap, adalah sebuah perjalanan yang terbuka untuk siapa saja. *Zero waste* adalah harapan untuk dunia yang lebih baik untuk aku, kamu, kita, dan generasi penerus kita.

### ***Sejarah Zero Waste***

Terminologi '*zero waste*' pada mulanya ditemukan oleh ahli kimia dari Amerika bernama Palmer yang membuat perusahaan pengolahan limbah kimia pada tahun 1973 (Veleva et al., 2017). Konsep ini kemudian berkembang pesat pada akhir 1990-an sebagai respon atas prinsip pembangunan berkelanjutan secara ekologis atau *ecologically sustainable development* (Tennant-Wood, 2003).

Perkembangan konsep *zero waste* ditandai dengan munculnya berbagai penelitian akademis dan adaptasi oleh sejumlah organisasi maupun pemerintah di dunia. Salah satunya oleh

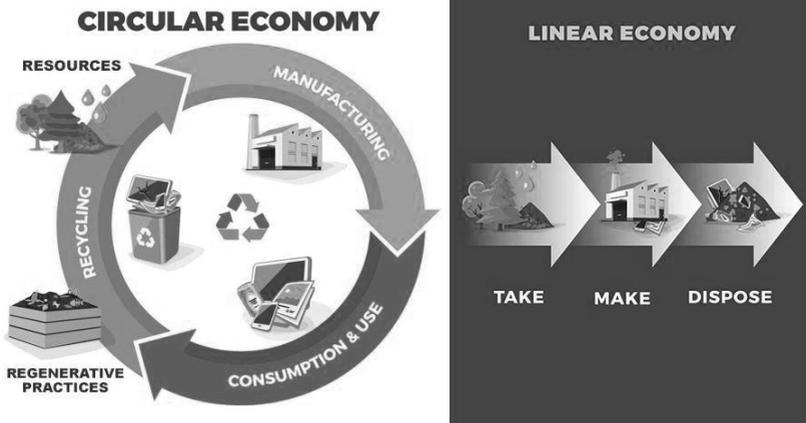
pemerintah Kota Canberra, Australia yang mengesahkan undang-undang *zero waste* pertama di dunia pada tahun 1995 dengan menargetkan kota tanpa limbah di tahun 2010 (A. U. Zaman, 2015). Kemudian pada tahun 1997 terbentuk organisasi *zero waste* pertama di dunia, The Zero Waste New Zealand Trust, yang mendorong pendirian organisasi serupa di negara dan wilayah lain di seluruh dunia (Tennant-Wood, 2003).

Salah satu definisi pertama dari *zero waste* diajukan oleh The Zero waste New Zealand Trust (2002) sebagai sebuah paradigma baru yang mengubah desain sistem industri secara menyeluruh dimana alam bukan lagi penyedia bahan baku yang tidak ada habisnya. Paradigma baru ini menutup ‘ujung pipa’ industri menjadi lingkaran tertutup (sirkular) dimana produk dibuat untuk digunakan kembali, diperbaiki, dan didaur ulang sehingga dapat meminimalkan dan pada akhirnya menghilangkan limbah yang dihasilkan.

Definisi tersebut kemudian dikembangkan oleh *Zero waste International Alliance* setelah melalui tiga kali penyempurnaan menjadi konservasi semua sumber daya melalui produksi, konsumsi, penggunaan kembali, pemulihan produk, pengemasan, dan bahan yang bertanggung jawab tanpa pembakaran dan tanpa pembuangan ke tanah, air, atau udara yang mengancam lingkungan atau kesehatan manusia (*Zero waste International Alliance*, 2022). Serta, terus berkembang menjadi salah satu paradigma dan upaya bersama dalam menangani permasalahan sampah hingga saat ini.

## ***Zero Waste dan Circular Economy***

Penjelasan mengenai *zero waste* di atas pada prinsipnya memiliki kesamaan dengan ekonomi sirkuler karena dilandasi pada gagasan bahwa sistem produksi dapat dirancang dalam lingkaran tertutup untuk mengurangi ketergantungan terhadap sumber daya alam dan meningkatkan ketahanan sistem. Perbedaan dari keduanya berada pada ruang lingkupnya dimana *zero waste* lebih berfokus pada cara menghilangkan atau mengurangi limbah dan ekonomi sirkuler mencakup hingga perancangan produk atau layanan. Maka dari itu, baik *zero waste* maupun ekonomi sirkuler sama-sama memiliki prinsip yang dioperasionalkan dalam konsep banyak R yang beragam namun memiliki fokus sama pada perancangan alur produksi dan pengelolaan limbah untuk menjaga keberlangsungan (United Nations Environment Programme, 2014; Veleva et al., 2017; ZWIA, 2022).



Gambar 1. Circular Economy dan Linear Economy

## *Waste Hierarchy*



Gambar 2. Hierarki Sampah  
*Sumber: ZWIA (2022)*

Penerapan sirkularitas pada prinsip *zero waste* kemudian diaplikasikan oleh ZWIA (2022) melalui *waste hierarchy* atau pilihan langkah yang dapat dilakukan untuk menangani limbah. Hirarki limbah ini disusun dalam segitiga terbalik yang menggambarkan langkah paling baik pada bagian teratas (lebih sedikit penggunaan sumber daya alam dan tekanan pada lingkungan) dan langkah yang harus dihindari pada bagian terendah (mengggunakan sumber daya alam yang lebih besar dan berdampak pada lingkungan). Lebih lengkapnya terdapat pada gambar 2.2 dan penjabaran berikut ini:

1. **Redesign** atau kita harus melakukan perubahan sistemik dengan mendesain ulang sistem produksi linear menuju model lingkaran tertutup. Ingat, dalam *zero waste* tidak ada istilah sampah. Yang ada ialah “sumber daya yang salah dialokasikan” atau “sumber daya dalam transisi” yang dihasilkan selama fase peralihan dari aktivitas produksi dan konsumsi, oleh karena itu limbah tersebut harus disirkulasikan kembali ke proses produksi dan konsumsi. Hal ini untuk menghindari konsumsi yang tidak perlu dan mengatasi akar penyebab penghasil limbah.
2. **Reduce** atau kita harus mempertimbangkan berbagai cara untuk mengurangi limbah selama tahap pemrosesan dan produksi dengan mengadopsi teknologi baru atau mengurangi kemasan dan bahan yang memberikan dampak buruk terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Dalam prakteknya di kehidupan, kita dapat mengimplementasikannya dengan menghemat energi, menolak penggunaan plastik sekali pakai, menolak *fast fashion*, menolak *fast food*, dll. Tips sederhana dari kami, udahlah yuk kita coba hidup secukupnya aja atau kalau bahasa kerennya sekarang mah *slow living*.
3. **Reuse** atau pemanfaatan limbah setelah diproduksi dimana kita harus memanfaatkannya selama mungkin melalui berbagai cara, salah satunya menggunakan kembali untuk tujuan yang sama atau mirip dengan fungsi awalnya. Contohnya mah kaya bawa botol isi ulang atau *tumblr*, bawa tas belanja atau totebag, atau kita bisa ikutan *decluttering* dan

*thrifting*. Inget, pakai ulang barang dan pakai barang bekas juga masih bisa tetap kelihatan keren kok, dan bahkan lebih otentik.

4. **Recycle** atau kita harus memilah dan mendaur ulang bahan limbah secara mekanis menjadi produk baru atau memprosesnya secara biologis untuk kembali ke tanah, misalnya mendaur ulang sampah organik menjadi kompos. Sederhananya, coba pilah sampahmu dan pastikan mereka masuk ke siklus daur ulangnya; sampah anorganik kirim ke bank sampah dan jangan sampai sampah organikmu keluar rumah.
5. **Material Recovery** atau pemulihan material adalah pengambilan sebagian dari nilai bahan melalui daur ulang dan pemulihan energi seperti pemrosesan kimia atau penimbunan bahan lembam yang tidak berbahaya dan tidak terkontaminasi seperti *backfilling* atau pengolahan limbah plastik menjadi material plastik baru (P2P). Hal ini memang tidak secara langsung berhubungan dengan kita sebagai konsumen akhir, namun kita bisa ikut memperjuangkannya dengan menolak pembakaran sampah dengan dalih apapun. *No burning please!*
6. **Residual Management** atau mengelola limbah yang tidak tertanggulangi lagi untuk dikirim ke TPA secara bertanggung jawab. Langkah ini merupakan langkah terakhir yang harus ditekan semaksimal mungkin dengan cara mengevaluasi dan mengoptimisasi langkah-langkah di atas. Ingat ya, TPA adalah OPSI TERAKHIR jadi kita harus amat tegas untuk

menolak sistem dan kebijakan yang mendorong pemborosan atau mengancam lingkungan dan kesehatan manusia. Sampahku adalah tanggung jawabku!

## II. KONSEP MANAGEMEN PENGELOLAAN SAMPAH BERBASIS ZERO WASTE

Permasalahan sampah yang semakin meningkat telah menjadi isu global yang mempengaruhi kesehatan lingkungan, kualitas hidup, dan ketahanan ekosistem. Produksi sampah yang berlebihan ini tidak hanya mencemari tanah, air, dan udara, tetapi juga memperburuk perubahan iklim. Di banyak kota besar, tempat pembuangan akhir (TPA) menjadi overkapasitas, sementara metode pengelolaan sampah tradisional semakin terbukti tidak efektif dalam mengatasi volume sampah yang terus meningkat (Lehmann, 2011). Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan yang lebih efektif dan ramah lingkungan dalam pengelolaan sampah, yang salah satunya adalah penerapan prinsip *zero waste*.

Prinsip *zero waste* bertujuan untuk mengurangi volume sampah yang dibuang ke TPA dengan cara meminimalisasi produksi sampah sejak sumbernya. Pendekatan ini melibatkan proses pengelolaan sampah secara lebih holistik, mulai dari desain produk yang ramah lingkungan, daur ulang, hingga pengurangan konsumsi bahan yang tidak dapat didaur ulang (Bogusz et al., 2021). Dengan mengutamakan pengurangan, penggunaan ulang (*reuse*), dan daur ulang (*recycle*), *zero waste* membantu mengurangi beban lingkungan dan menghindari kerusakan yang lebih lanjut akibat sampah yang tidak terkelola dengan baik.

Implementasi prinsip *zero waste* bukan hanya berkaitan dengan pengelolaan sampah, tetapi juga dengan kesadaran masyarakat

dan perubahan pola konsumsi. Dalam konsep ini, sampah tidak lagi dipandang sebagai beban, tetapi sebagai sumber daya yang dapat dimanfaatkan kembali untuk menghasilkan produk baru (Zaman & Lehmann, 2011).

### ***Prinsip Dasar Manajemen Sampah***

Sampah bukan hanya menjadi masalah individu, tetapi juga tanggung jawab bersama yang melibatkan seluruh lapisan masyarakat. Dalam konteks ini, prinsip bahwa manusia harus menjaga alam, bukan merusaknya, menjadi landasan utama dalam pengelolaan sampah yang berkelanjutan. Pengelolaan sampah yang baik harus didasarkan pada prinsip kebaikan bersama, dimana setiap tindakan yang dilakukan untuk mengurangi sampah tidak hanya bermanfaat bagi diri sendiri, tetapi juga untuk kesejahteraan bersama dan kelestarian lingkungan. Oleh karena itu, pengelolaan sampah harus mengedepankan tiga langkah utama: daur ulang, pemanfaatan kembali (*reuse*), dan pengurangan sampah sejak sumbernya. Hal ini mencakup perubahan pola pikir masyarakat untuk meminimalisasi sampah yang dihasilkan sejak tahap perencanaan produk, sehingga dapat mengurangi dampak negatif terhadap ekosistem dan meningkatkan kualitas hidup secara berkelanjutan.

### ***Manajemen Sampah Skala Rumah Tangga***

Sampah terdiri dari 2 macam, yaitu sampah organik dan non-organik. Manajemen sampah pada skala rumah tangga berdasarkan jenisnya yaitu:

1. ***Sampah Organik*** dapat dikelola melalui beberapa metode yang efektif diantaranya:
  - a. **Maggotisasi Skala Rumah Tangga:** Pemanfaatan Larva Black Soldier Fly (BSF) yang dapat memakan sampah organik dalam jumlah besar, mengubahnya menjadi pakan ternak atau pupuk organik yang bernilai.
  - b. **Biopori:** Lubang resapan air yang berfungsi sebagai tempat kompos alami, membantu mengurai sampah organik sekaligus meningkatkan daya serap air di tanah.
  - c. **Metode Takakura:** Teknik pengomposan yang digunakan pada skala rumah tangga dengan memanfaatkan media fermentasi dari bahan-bahan seperti daun, sisa makanan, dan jerami.
  - d. **Metoda Eco Enzym:** Penggunaan campuran limbah organik seperti kulit buah dan sayuran yang difermentasi dengan gula merah dan air untuk menghasilkan cairan yang dapat digunakan sebagai pembersih alami, pupuk, atau pestisida organik.
2. ***Sampah Non-Organik*** seperti plastik, kertas, dan logam dikumpulkan oleh petugas sampah atau disalurkan ke bank sampah. Sampah ini kemudian dipilah berdasarkan jenisnya untuk memudahkan proses daur ulang, sehingga dapat digunakan kembali sebagai bahan baku untuk produk baru, mengurangi limbah dan dampak negatif terhadap lingkungan.

## ***Manajemen Sampah Skala Komunal (Komunitas)***

Manajemen sampah dalam skala komunal berdasarkan jenisnya yaitu:

1. ***Sampah Organik*** dapat dikelola melalui beberapa metode yang efektif diantaranya:
  - a. **Maggotisasi Skala Komunal:** Mengolah sampah organik dalam jumlah lebih besar dengan menggunakan larva Black Soldier Fly (BSF) yang dapat memproses sampah dengan cepat dan mengubahnya menjadi pakan ternak atau pupuk organik.
  - b. **Bata Terawang:** Pemanfaatan sampah organik seperti serat tanaman untuk pembuatan bata komposit, yang lebih ramah lingkungan dan dapat digunakan dalam konstruksi bangunan.
  - c. **Pemeliharaan Hewan Ternak:** Menggunakan sisa makanan sebagai pakan ternak, mengurangi sampah organik sekaligus menyediakan sumber pangan alternatif untuk hewan.
  - d. **Sistem Pertanian Komunitas:** Penggunaan kompos hasil pengolahan sampah organik sebagai pupuk untuk mendukung pertanian organik dalam skala komunitas, meningkatkan kesuburan tanah tanpa bahan kimia.
  - e. **Sistem Pengelolaan Biogas:** Mengelola sampah organik untuk menghasilkan biogas, yang dapat digunakan sebagai sumber energi terbarukan untuk kebutuhan rumah tangga atau komunitas.

2. ***Sampah Non-Organik*** dipilah untuk memisahkan material bernilai ekonomi seperti plastik dan logam, yang kemudian dapat dijual atau didaur ulang. Kerja sama dengan bandar rongsok membantu proses penjualan dan pemanfaatan material tersebut sebagai bahan baku produk baru.

### ***Manajemen Sampah Skala Industri (>1 Ton per Hari)***

Manajemen sampah dalam skala industri berdasarkan jenisnya yaitu:

1. ***Sampah Organik*** dapat dikelola melalui beberapa metode yang efektif diantaranya:
  - a. **Maggotisasi Skala Industri:** Mengolah sampah organik dalam jumlah besar dengan menggunakan larva Black Soldier Fly (BSF) dalam sistem terkontrol.
  - b. **Aneka Kompos:** Mengolah limbah organik menjadi berbagai jenis kompos dengan metode industri.
  - c. **Integrated Farming:** Mengintegrasikan pengolahan sampah organik dengan pertanian dan peternakan, di mana sampah organik digunakan sebagai pupuk untuk pertanian dan sisa hasil pertanian menjadi pakan ternak, menciptakan sistem yang saling mendukung.
  - d. **Sistem Biogas Skala Industri:** Menggunakan sampah organik dalam jumlah besar untuk menghasilkan biogas melalui proses pengolahan anaerobik, yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan di industri.
2. ***Sampah Non-Organik*** dapat dikelola dengan menjalin kemitraan dengan pabrik atau bandar besar untuk mengolah

dan mendaur ulang sampah non-organik secara lebih efisien, mendirikan fasilitas khusus untuk memilah dan mengolah sampah non-organik dalam jumlah besar, serta menerapkan skema ekonomi sirkular untuk memaksimalkan nilai ekonomi sampah non-organik, dengan mendaur ulang dan mengubahnya menjadi bahan baku untuk produk baru.

3. ***Sampah Residu*** dapat ditangani dengan kerja sama dengan pemerintah atau lembaga pemusnahan untuk pengelolaan yang aman dan berkelanjutan.

### ***Tantangan dan Solusi dalam Implementasi***

1. Kesadaran masyarakat masih rendah → Solusi: Edukasi dan sosialisasi.
2. Fasilitas pengelolaan belum memadai → Solusi: Pembangunan infrastruktur berbasis kebutuhan komunitas.
3. Dukungan regulasi yang kurang → Solusi: Mendorong kebijakan pemerintah yang mendukung *zero waste*.
4. Permodalan dan investasi → Solusi: Kerja sama dengan pihak swasta dan pemerintah.

### ***Peran Setiap Pihak dalam Manajemen Sampah***

1. Individu: Menerapkan pemilahan dan pengolahan sampah sejak sumbernya.
2. Komunitas: Mengorganisir sistem pengelolaan sampah berbasis kolektif.
3. Industri: Mengurangi produksi limbah dan mengelola sampah dengan metode ramah lingkungan.

4. Pemerintah: Menyediakan regulasi, insentif, dan infrastruktur pendukung.

### ***Kesimpulan***

1. Pengelolaan sampah berbasis *zero waste* memungkinkan pengurangan signifikan sampah ke TPA.
2. Dibutuhkan peran aktif dari individu, komunitas, industri, dan pemerintah.
3. Dengan penerapan metode yang tepat, sampah dapat menjadi sumber daya yang bernilai ekonomi dan lingkungan.

### ***Rekomendasi***

1. Mendorong program edukasi dan kampanye zero waste.
2. Pengembangan sistem insentif bagi masyarakat dan industri yang menerapkan pengelolaan sampah berkelanjutan.
3. Memperkuat regulasi dan kebijakan pemerintah dalam pengelolaan sampah.

### III. PEMILAHAN SAMPAH

Sampah yang diproduksi di sekitar kita dapat dibedakan berdasarkan bahan dan fungsinya, sehingga memudahkan proses selanjutnya sesuai dengan tujuan akhir dari pengolahan sampah tersebut. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Sampah Pada Bank Sampah, proses pemilahan dilakukan dengan cara mengelompokkan sampah menjadi beberapa jenis, yaitu:

#### 1. Sampah yang Mengandung B3 dan/atau Limbah B3

Dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2021 Tentang Tata Cara Dan Persyaratan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun Definisi Limbah Bahan, Berbahaya dan Beracun yang selanjutnya disingkat B3 adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung zat, energi dan/atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan/atau merusak Lingkungan Hidup, dan/atau membahayakan Lingkungan Hidup, kesehatan, serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain. Selain itu limbah B3 dapat berupa produk rumah tangga yang mengandung B3 dan/atau Limbah B3 yang tidak digunakan lagi; bekas kemasan produk yang mengandung B3 dan/atau Limbah B3; barang elektronik yang tidak digunakan lagi; dan/atau produk dan/atau kemasan lainnya yang

mengandung B3 dan/atau Limbah B3 yang tidak digunakan lagi. Contoh: lampu/bohlam, baterai bekas, aki bekas, remote bekas, kaleng bekas produk pembunuh serangga, kemasan bekas produk rumah tangga, dan bentuk produk dan/atau kemasan bekas lainnya yang bersumber dari kegiatan sehari-hari.

## **2. Sampah yang Mudah Terurai oleh Proses Alam**

Adalah sampah basah atau dikenal dengan sampah sisa makanan; serasah; dan/atau sampah lainnya yang mudah terurai oleh proses alam. Contoh semua bahan organik sisa hasil pengolahan dari dapur, seperti sayuran, limbah protein dan sebagainya.

## **3. Sampah Yang Dapat Diguna Ulang**

Dalam Penjelasan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2021 Tentang Pengelolaan Sampah Pada Bank Sampah, sampah yang dapat diguna ulang adalah sampah yang masih berbentuk utuh atau dapat diguna ulang sebagian, dapat dilakukan pemanfaatan sesuai dengan fungsinya atau fungsi lain.

Pemanfaatan kembali sampah dilakukan terhadap jenis sampah yang secara fungsinya memang dapat digunakan kembali, seperti sampah plastik, kertas, logam, kaca, karet, dan tekstil. Bentuk pemanfaatan kembali terhadap jenis sampah tersebut sebagai berikut.

- a. Sampah plastik dimanfaatkan kembali sebagai:

- 1) Bahan prakarya taplak meja dari sampah kemasan kopi sachet, atau bahan prakarya kerajinan lainnya seperti tempat pensil, alas duduk, dan lain-lain;
  - 2) Pot tanaman sayur dari ember plastik yang sudah tidak terpakai; atau
  - 3) Fungsi lainnya tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu.
- b. Sampah kertas dimanfaatkan kembali sebagai:
- 1) Bahan kerajinan pembuatan vas bunga; atau
  - 2) Fungsi lainnya tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu
- c. Sampah logam dimanfaatkan kembali sebagai:
- 1) Wadah alat tulis;
  - 2) Kerajinan; atau
  - 3) Fungsi lainnya tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu
- d. Sampah kaca dimanfaatkan kembali sebagai:
- 1) Vas bunga;
  - 2) Wadah alat tulis;
  - 3) Aquarium ikan kecil; atau
  - 4) Fungsi lainnya tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu.
- e. Sampah yang dapat didaur ulang dan memiliki nilai ekonomi dalam memenuhi kebutuhan bahan baku industri daur ulang, seperti sampah plastik, sampah kertas, sampah logam, sampah kaca, sampah karet, sampah tekstil; dan/atau sampah lainnya.

Proses pemilahan sampah sebaiknya dimulai dari individu masyarakat. Untuk mempermudah proses pemilahan, disarankan kelompok besar sampah di tempatkan kedalam wadah/kantong yang berbeda meliputi:

- 1) Kantong pertama untuk sampah plastik;
- 2) Kantong kedua untuk sampah kertas
- 3) Kantong ketiga untuk sampah logam/kaca
- 4) Kantong keempat untuk sampah organik
- 5) Kantong kelima sampah yang mengandung B3/Limbah B3.

Wadah pemilahan sampah disediakan dengan ketentuan diberi warna:

- a. Merah, untuk produk rumah tangga yang mengandung B3 dan/atau Limbah B3;
- b. Oranye, untuk sampah bekas kemasan produk yang mengandung B3 dan/atau Limbah B3 dan tidak digunakan lagi;
- c. Hitam, untuk sampah barang elektronik yang telah rusak dan/atau tidak digunakan lagi; dan
- d. Coklat, untuk sampah B3 kadaluarsa, B3 yang tumpah, dan B3 yang tidak memenuhi spesifikasi produk menggunakan bahan dasar yang tidak mudah rusak; kedap air; dilengkapi dengan penutup; mudah dipindahkan; mudah dikosongkan dan dibersihkan; dan memiliki volume wadah yang disesuaikan dengan jumlah timbulan sampah.

## **IV. PENGOLAH SAMPAH SECARA UMUM**

### **1. Pengolahan Sampah**

Pengolahan sampah menurut UU No 18 Tahun 2008 didefinisikan sebagai proses mengubah bentuk, komposisi, dan karakteristik sampah sehingga menjadi tidak berbahaya atau dapat dimanfaatkan kembali. Pengolahan sampah mencakup serangkaian tindakan yang sistematis dan terpadu untuk mengurangi dampak negatif sampah terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat, serta berupaya untuk memanfaatkan sampah sebagai sumber daya (bahan daur ulang, produk lain, dan energi).

Secara umum, pengolahan sampah melibatkan proses perubahan sampah melalui metode fisik, kimia, atau biologi:

#### **1) Transformasi fisik.**

Perubahan sampah secara fisik melalui beberapa metoda atau cara yaitu :

- a. Proses pemisahan komponen sampah, baik secara manual maupun mekanis, bertujuan untuk mengubah sampah heterogen menjadi lebih homogen. Langkah ini penting untuk daur ulang. Selain itu, sampah berbahaya dan beracun, seperti sisa zat kimia dari laboratorium, harus dipisahkan dari jenis sampah lain dan diangkut ke tempat pembuangan khusus.

- b. Volume sampah dapat dikurangi melalui pemadatan atau kompaksi, yaitu proses pemberian tekanan. Hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan ruang, yang mempermudah penyimpanan, pengangkutan, dan pembuangan sampah. Keuntungan lainnya adalah pengurangan biaya pengangkutan dan pembuangan. Bahan-bahan seperti kertas, karton, plastik, dan kaleng umumnya memerlukan proses reduksi volume.
- c. Pengurangan ukuran sampah melalui pencacahan bertujuan untuk mengurangi volume, mirip dengan proses kompaksi, dan juga untuk meningkatkan luas permukaan kontak dari material sampah.

## 2) Transformasi Kimia.

Pembakaran atau insenerasi adalah metode kimiawi untuk mengubah bentuk sampah. Proses ini mengubah sampah padat menjadi gas, cairan, dan residu padat, serta menghasilkan energi panas sebagai produk sampingan.

Proses pembakaran ini sangat dipengaruhi oleh karakteristik dan komposisi sampah yaitu :

- a. Nilai kalor dari sampah, dimana semakin tinggi nilai kalor sampah maka akan semakin mudah proses pembakaran berlangsung. Persyaratan nilai kalor adalah 4500 kJ/kg sampah agar dapat terbakar.

- b. Kadar air sampah, semakin kecil dari kadar air maka proses pembakaran akan berlangsung lebih mudah.
- c. Ukuran partikel, semakin luas permukaan kontak dari partikel sampah maka semakin mudah sampah terbakar.

Jenis pembakaran dapat dibedakan atas :

- a. Pembakaran stoikiometrik, yaitu pembakaran yang dilakukan dengan suplai udara/oksigen yang sesuai dengan kebutuhan untuk pembakaran sempurna.
- b. Pembakaran dengan udara berlebih, yaitu pembakaran yang dilakukan dengan suplai udara yang melebihi kebutuhan untuk berlangsungnya pembakaran sempurna.
- c. Gasifikasi, yaitu proses pembakaran parsial pada kondisi substoikiometrik, di mana produknya adalah gas-gas CO, H<sub>2</sub>, dan hidrokarbon.
- d. Pirolisis, yaitu proses pembakaran tanpa suplai udara.

### 3) Transformasi Biologi

Perubahan bentuk sampah dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme untuk mendekomposisi sampah menjadi bahan stabil yaitu kompos. Teknik biotransformasi yang umum dikenal adalah:

- a. Komposting secara aerobik (produk berupa kompos).
- b. Penguraian secara anaerobik (produk berupa gas metana, CO<sub>2</sub> dan gasgas lain, humus atau lumpur).

Humus/lumpur/kompos yang dihasilkan sebaiknya distabilisasi terlebih dahulu secara aerobik sebelum digunakan sebagai kondisioner tanah.

## **2. Skala Pengolahan Sampah**

Berdasarkan metoda pengolahan dan tanggung jawab pengelolaan maka skala pengolahan dapat dibedakan atas beberapa skala yaitu :

- 1) Skala individu; yaitu pengolahan yang dilakukan oleh penghasil sampah secara langsung di sumbernya (rumah tangga/kantor). Contoh pengolahan pada skala individu ini adalah pemilahan sampah atau komposting skala individu.
- 2) Skala kawasan; yaitu pengolahan yang dilakukan untuk melayani suatu lingkungan/ kawasan (perumahan, perkantoran, pasar, dll). Lokasi pengolahan skala kawasan dilakukan di TPST (Tempat Pengolahan Sampah Terpadu). Proses yang dilakukan pada TPST umumnya berupa : pemilahan, pencacahan sampah organik, pengomposan, penyaringan kompos, pengepakan kompos, dan pencacahan plastik untuk daur ulang.
- 3) Skala kota; yaitu pengolahan yang dilakukan untuk melayani sebagian atau seluruh wilayah kota dan dikelola oleh pengelola kebersihan kota. Lokasi pengolahan dilakukan di Instalasi Pengolahan Sampah Terpadu (IPST) yang umumnya menggunakan bantuan peralatan mekanis.

### **3. Kompos dan Proses Komposting**

Kompos adalah jenis pupuk organik yang memiliki kandungan unsur hara makro (N, P, K) yang relatif rendah dibandingkan dengan pupuk buatan. Namun, kompos kaya akan unsur hara mikro yang sangat bermanfaat untuk memperbaiki struktur tanah. Kompos meningkatkan porositas tanah, sehingga tanah menjadi gembur dan mampu menahan air lebih baik (Ho et al., 2022). Adapun manfaat dari kompos adalah :

- a. Memperbaiki struktur tanah;
- b. Sebagai bahan baku pupuk organik;
- c. Sebagai media remediasi tanah yang tercemar (pemulih tanah akibat pencemaran bahan kimia yang toxic terhadap mikroba tanah);
- d. Meningkatkan oksigen dalam tanah;
- e. Menjaga kesuburan tanah;
- f. Mengurangi kebutuhan pupuk inorganik

Cara atau metoda untuk membuat kompos adalah proses komposting. Proses komposting ini merupakan proses dengan memanfaatkan proses biologis yaitu pengembangan massa mikroba yang dapat tumbuh selama proses terjadi. Metoda ini adalah proses biologi yang mendekomposisi sampah (terutama sampah organik yang basah) menjadi kompos karena adanya interaksi kompleks dari organisme yang terdapat secara alami. Berdasarkan prinsip proses biologis ini, maka karakteristik dari mikroba menjadi penting untuk diperhatikan. Jenis mikroba yang dimaksud adalah jenis mikroba yang diklasifikasikan dari cara hidupnya, yaitu :

- a. Mikroba anaerobic (yaitu mikroba yang hidup tanpa oksigen); jenis mikroba ini juga dibagi dalam 2-jenis yaitu : mesophilic (hidup pada temperatur (20-40 °C), dan thermophilic (hidup pada temperatur (45-70 °C).
- b. Mikroba aerobic adalah mikroba yang hanya dapat hidup dengan adanya oksigen. Sama dengan mikroba anaerobic berdasarkan fluktuasi kondisi suhu di dalam tumpukan kompos dapat dibedakan menjadi mesophilic dan thermophilic.

Proses komposting merupakan suatu proses yang paling relatif mudah dan murah, serta menimbulkan dampak lingkungan yang paling rendah. Proses ini hampir sama dengan pembusukan secara lamiah, dimana berbagai jenis mikroorganisme berperan secara serentak dalam habitatnya masing-masing. Makanan untuk mikroorganisme adalah sampah, sedangkan suplai udara dan air diatur dalam proses komposting ini.

Jenis sampah sangat mempengaruhi proses komposting ini. Sampah yang dapat dikomposkan adalah sampah organik atau sering disebut sampah basah adalah jenis sampah yang berasal dari jasad hidup sehingga mudah membusuk dan dapat hancur secara alami. Contohnya adalah sayuran, daging, ikan, nasi, ampas perasan kelapa, dan potongan rumput /daun/ ranting dari kebun.

#### **4. Teknologi Proses Komposting**

Berdasarkan teknologi proses, pengolahan kompos dapat dibedakan sebagai berikut:

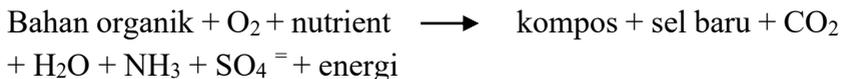
- a. Komposting aerobik, menggunakan oksigen

- b. Komposting anaerobik, tanpa menggunakan oksigen

### ***Komposting Aerobik***

Komposting aerobik, adalah komposting yang menggunakan oksigen dan memanfaatkan respiratory metabolism, dimana mikroorganisme yang menghasilkan energi karena adanya aktivitas enzim yang membantu transport elektron dari elektron donor menuju external electron acceptor adalah oksigen.

Reaksi yang terjadi :



Contoh teknologi proses komposting secara aerobik ini yaitu *Window composting*. *Windrow composting* didefinisikan sebagai sistem terbuka, pemberian oksigen secara alamiah, dengan pengadukan/pembalikan, dibutuhkan penyiraman air untuk menjaga kelembabannya (Ayilara et al., 2020).

Keuntungan :

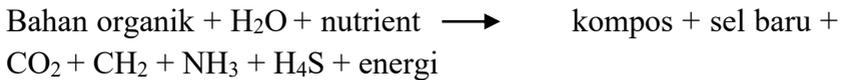
- a. Biaya relatif murah untuk windrow composting
- b. Proses lebih sederhana dan cepat (khususnya yang menggunakan aerasi mekanis)
- c. Dapat dibuat dalam skala kecil dan mobile (in-vessel composting) Sehingga dapat dibuat dalam bentuk modul-modul)

Kerugian :

- a. Masih menimbulkan dampak negatif berupa : bau, lalat, cacing dan rodent, serta air leachate
- b. Operasional kontrol temperatur dan kelembaban sulit, karena kontak langsung dengan udara bebas, sering tidak mencapai kondisi optimal
- c. Membutuhkan lahan yang luas untuk sistem windrow composting, karena proses pengomposan sampai pematangan membutuhkan waktu minimal 60 hari.

### ***Komposting Anaerobik***

Proses komposting tanpa menggunakan oksigen. Bakteri yang berperan adalah bakteri obligate anaerobik. Proses berlangsung dengan reaksi sebagai berikut :



Dalam proses ini terdapat potensi hasil sampingan yang cukup mempunyai arti secara ekonomis yaitu gas bio, yang merupakan sumber energi alternatif yang sangat potensial. Berdasarkan pendekatan waste to energy (WTE) diketahui bahwa 1 ton sampah organik dapat menghasilkan 403 Kwh listrik (Sher et al., 2024).

Keuntungan :

- a. Tidak membutuhkan energi, tetapi justru menghasilkan energi

- b. Dalam tangki tertutup sehingga tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan

Kerugian :

- a. Untuk pemanfaatan biogas dibutuhkan kapasitas yang besar karena faktor skala ekonomis, sehingga kurang cocok diterapkan pada suatu kawasan kecil
- b. Biaya lebih mahal, karena harus dalam reaktor yang tertutup.

Untuk menunjang keberhasilan dalam proses komposting ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dan sangat mempengaruhi berjalannya proses ini yaitu :

- 1) Kadar air, untuk menjaga aktivitas mikroorganisme. Kadar air berkisar antara 50-60%, optimum 55%.
- 2) Rasio C/N, dimana karbon (C) merupakan sumber energi bagi mikroorganisme, sedangkan nitrogen (N) berfungsi untuk membangun sel-sel tubuh mikroorganisme. Nilai C/N berkisar antara 25-50.
- 3) Temperatur, merupakan faktor penting dalam kehidupan mikroorganisme agar dapat hidup dengan baik. Suhu pada hari-hari pertama pengomposan harus dipertahankan berkisar antara 50-55 °C, sedangkan pada hari-hari berikutnya 55-60 °C.
- 4) pH, juga sebagai indikator kehidupan mikroorganisme. Rentang pH dipertahankan berkisar antara 7 sampai 7,5.

- 5) Ukuran partikel, berhubungan dengan peningkatan rata-rata reaksi dalam proses. Ukuran partikel berkisar antara 25-75 mm.
- 6) Blending dan Seeding , pencampuran ini dipengaruhi oleh rasio C/N dan kadar air. Lumpur tinja sering ditambahkan pada kompositing sampah untuk meningkatkan rasio C/N.
- 7) Suplai oksigen, sangat penting dalam proses pengomposan secara aerobik. Suplai oksigen secara teoritis biasanya ditentukan berdasarkan komposisi sampah yang dikomposkan.
- 8) Pengadukan, berfungsi untuk menjaga kadar air, menyeragamkan nutrient dan mikroorganisme.
- 9) Kontrol pathogen, dilakukan dengan pengontrolan suhu, dimana pathogen biasanya akan mati pada suhu 60-70 °C selama 24 jam.

## **5. Proses Komposting**

Proses komposting secara umum sangat tergantung dari teknologi dan alat komposter yang digunakan.

### **1) Pemilahan**

Pada pengomposan, sampah dipilah dan bahan organik biodegradable diproses menjadi kompos. Ada beberapa metode pemilahan yaitu :

- a. Secara manual; dimana sampah dibongkar dan dipilah sepenuhnya dengan tenaga manusia.
- b. Secara semi mekanis yaitu dengan bantuan ban berjalan yang dibantu oleh petugas pemilah;

- c. Secara mekanis : Sampah berjalan diatas conveyor selanjutnya akan mengalami beberapa tahapan proses yaitu pemisahan logam besi dengan menggunakan magnet, pemisahan sampah ringan dengan air separator, pemisahan organik dengan saringan putar (rotary screen) atau saringan getar.

## 2) Pencacahan

Pencacahan ini berfungsi untuk memperbesar luas permukaan kontak dari sampah sehingga mempercepat proses komposting. Pencacahan dapat dilakukan secara manual atau menggunakan mesin pencacah sampah

## 3) Proses Komposting

*Windrow komposting :*

- a. Sampah organik ditumpuk diatas lorong udara sampai ketinggian 1,5 m membentuk lajur-lajur (row) dengan panjang sesuai rencana
- b. Aliran udara dari lorong akan menyediakan udara/oksigen bagi proses dekomposisi yg berlangsung
- c. Tumpukan sampah dibalik untuk menjaga agar kelembaban atau suhu selalu berada dalam batas yang diijinkan
- d. Kompos akan terbentuk sekitar 5-6 minggu
- e. Proses pematangan kompos perlu waktu 1-2 minggu

Proses *Static Pile :*

- a. Sampah organik ditumpuk diatas lahan yang telah dilengkapi dengan sistem perpipaan porous untuk penghawaan
  - b. Aliran udara diberikan melalui perpipaan dengan bantuan blower
  - c. Kompos akan terbentuk sekitar 3-4 minggu
  - d. Proses pematangan kompos perlu waktu 1-2 minggu
- 4) Proses pematangan

Hal lain yang perlu diperhatikan dalam composting adalah fase kematangan kompos. Kematangan kompos didefinisikan sebagai keadaan antara bahan organik mentah dengan busuk sempurna atau mati. Indikator yang biasanya digunakan sebagai indikasi kematangan kompos adalah :

- a. Suhu, setelah beberapa lama dalam keadaan termofilik suhu akan menurun mendekati suhu ruangan. Jika proses pengadukan tidak menyebabkan suhu meningkat kembali dan suhu sudah stabil, maka dapat dianggap kompos mencapai kematangan.
- b. Rasio C/N, selama proses berlangsung rasio C/N akan mengalami penurunan. Standard pengukuran kematangan kompos adalah rasio  $C/N \leq 20$ .
- c. Bentuk fisik, secara sederhana untuk mengetahui kompos sudah matang atau tidak adalah dari bentuk fisik yang menyerupai tanah.
- d. Bau, jika kompos diambil dalam dua genggam tangan, dimasukkan dalam kantong plastik dan

diamkan selama 2 x 24 jam. Bila kantong plastik menggelembung dan panas atau waktu kantong dibuka menimbulkan bau yang menyengat, maka kompos belum matang.

5) Pengayakan

Berfungsi untuk memisahkan sampah halus dan sampah kasar, serta berfungsi untuk memisahkan antara sampah yang belum menjadi kompos dengan produk kompos.

## **6. Standar Kompos**

Pengendalian mutu dari kompos sangat penting diperhatikan karena akan mempengaruhi kondisi tanah dan tanaman yang akan menyerap unsur-unsur yang disediakan oleh kompos. Selain itu kompos dibuat dari bahan seperti sampah dengan campuran lumpur dan kotoran sehingga diharuskan ada quality control untuk mencegah adanya kontaminasi dari bahan berbahaya yang terkandung dalam bahan baku pembuat kompos.

Standard baku mutu kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004 dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

**Tabel 1. Standar Kualitas Kompos**

No	Parameter	Satuan	Min	Maks	No	Parameter	Satuan	Min	Maks
1	Kadar Air	%	0	50	17	Cobal (Co)	mg/kg	*	34
2	Temperatur			Suhu air tanah	18	Chromium (Cr)	mg/kg	*	210
3	Warna			Kehitaman	19	Tembaga (Cu)	mg/kg	*	100
4	Bau			Berbau tanah	20	Mercuri (Hg)	mg/kg		0,8
5	Ukuran Partikel	mm	0,55	25	21	Nikel (Ni)	mg/kg	*	62
6	Kemampuan Ikat Air	%	58		22	Timbal (Pb)	mg/kg	*	150
7	pH	%	6,8	7,49	23	Selenium (Se)	mg/kg	*	2
8	Bahan Asing	%	*	1,5	24	Seng (Zn)	mg/kg	*	500
	<b>Unsur Makro</b>					<b>Unsur Lain</b>			
9	Bahan Organik	%	27	58	25	Calsium	%	*	25,5
10	Nitrogen	%	0,4		26	Magnesium (Mg)	%	*	0,6
11	Karbon	%	9,8	32	27	Besi (Fe)	%	*	2
12	Phosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	0,1		28	Alumunium (Al)	%		2,2
13	C/N-rasio		10	20	29	Mangan (Mn)	%		0,1
14	Kalium (K <sub>2</sub> O)	%	0,2	*		<b>Bakteri</b>			
	<b>Unsur Mikro</b>				30	Fecal Coli	MPN/gr		1000
15	Arsen	mg/kg	*	13	31	Salmonella sp.	MPN/4 gr		3
16	Cadmium (Cd)	mg/kg	*	3					

Keterangan : \* Nilainya lebih bebsar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum

## V. PENGOLAHAN SAMPAH DENGAN MAGGOT

Sampah organik, khususnya sisa makanan, menjadi salah satu permasalahan utama yang dihadapi oleh banyak kota besar di Indonesia. Dengan potensi sampah yang dihasilkan mencapai 4 juta ton per tahun dari 45 kota besar, perlu ada solusi yang efektif untuk mengurangi dan mengelola limbah ini secara berkelanjutan. Salah satu solusi yang menarik perhatian adalah budidaya Black Soldier Fly (BSF) atau Lalat Tentara Hitam, yang mampu mengubah limbah organik menjadi sumber daya yang berharga.

Kota Bandung, sebagai salah satu kota metropolitan di Indonesia, menghadapi tantangan besar dalam pengelolaan sampah. Setiap harinya, Bandung menghasilkan sekitar 1.700 ton sampah, di mana 44% di antaranya merupakan food waste atau sisa makanan. Ini menjadi permasalahan yang mendesak untuk segera ditangani dengan metode yang efektif dan ramah lingkungan.

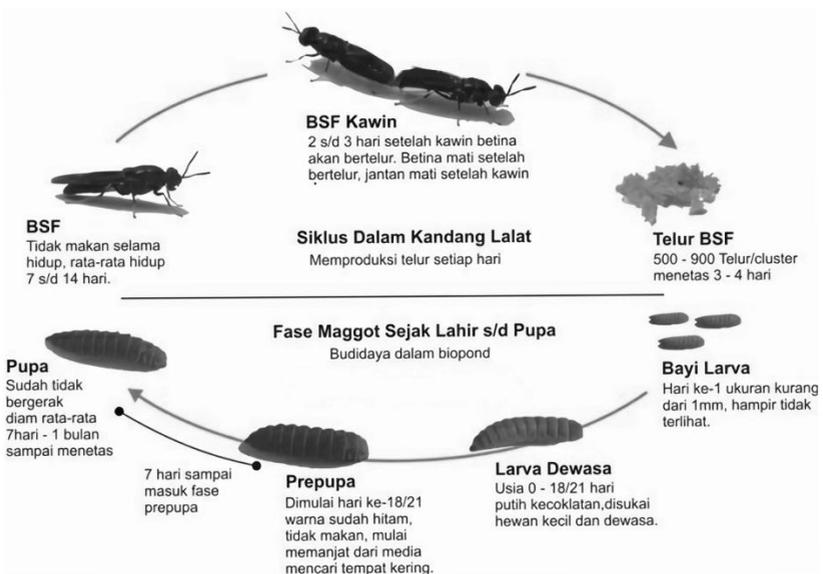
### *Pengenalan Black Soldier Fly (BSF)*

Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) adalah serangga yang memiliki banyak manfaat dalam proses penguraian sampah organik. Berbeda dengan lalat rumah, BSF bukanlah hama dan tidak menyebarkan penyakit. Lalat ini memiliki siklus hidup yang terdiri dari lima fase, yaitu telur, larva, prepupa, pupa, dan dewasa.

## ***Karakteristik Utama BSF***

1. Tidak menggigit karena tidak memiliki gigi
2. Larva BSF, yang dikenal sebagai maggot, mampu memproses makanan dengan sangat cepat.
3. BSF dewasa hanya fokus pada reproduksi dan tidak membutuhkan makanan, hanya air.

## ***Siklus Hidup BSF***



Gambar 3. Siklus Hidup BSF

### **1. Fase Telur**

- a. BSF betina meletakkan telur di tempat yang terlindung dari sinar matahari langsung.

- b. Dalam sekali bertelur, seekor BSF betina dapat menghasilkan lebih dari 500 telur.
  - c. Telur-telur ini akan menetas dalam waktu 3-4 hari pada suhu 20-32°C.
2. Fase Larva (Maggot):
- a. Maggot yang baru menetas membutuhkan nutrisi yang cukup untuk mendukung pertumbuhannya.
  - b. Pada fase ini, mereka memakan limbah organik dengan sangat efisien.
  - c. Maggot yang sudah dewasa biasanya dipanen pada usia 14-18 hari.
3. Fase Prepupa:
- a. Dimulai sejak hari ke-19.
  - b. Larva berhenti makan dan mulai bermigrasi mencari tempat yang lebih kering.
  - c. Warna tubuhnya mulai menghitam atau menjadi cokelat tua.
4. Fase Pupa:
- a. Pada fase ini, larva berubah menjadi pupa yang nantinya akan menetas menjadi lalat dewasa.
5. Fase Dewasa:

- a. BSF dewasa berwarna hitam dan berukuran lebih besar dari lalat biasa.
- b. Proses perkawinan terjadi di pagi hari, dengan puncak aktivitas sekitar pukul 10.00.
- c. Lalat jantan mati setelah kawin, sedangkan betina mati setelah bertelur.

### ***Manfaat Budidaya Maggot BSF***

#### **1. Pengolahan Sampah:**

- a. Maggot BSF sangat efektif dalam mengurai sampah organik seperti sisa makanan, limbah pasar, kotoran hewan, dan lumpur tinja.
- b. Dapat membantu mengurangi jumlah sampah yang masuk ke tempat pembuangan akhir (TPA).

#### **2. Pakan Ternak:**

- a. Maggot Segar bisa digunakan sebagai pakan unggas dan ikan
- b. Maggot kering digunakan sebagai pakan ternak dan ikan karena kandungan proteinnya yang tinggi.
- c. Maggot dapat menggantikan hingga 75% kebutuhan protein yang biasanya didapat dari tepung ikan.
- d. Memberikan alternatif pakan yang lebih murah dan berkelanjutan bagi peternak ayam, ikan, dan hewan lainnya.

### 3. Pupuk Organik:

- a. Sisa pencernaan maggot atau yang dikenal dengan kasgot adalah pupuk organik yang kaya akan nutrisi.
- b. Kasgot dapat digunakan menjadi pupuk organik cair yang dapat meningkatkan hasil tanaman sayuran seperti bawang merah dan cabai merah.
- c. Mengandung unsur hara yang sangat baik untuk pertumbuhan tanaman.
- d. Dapat meningkatkan produktivitas pertanian secara alami tanpa bahan kimia berbahaya.

### 4. Minyak Maggot:

- a. Produk turunan dari maggot kering yang digunakan dalam industri obat, kosmetik, dan pakan hewan.
- b. Kaya akan asam lemak yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku minyak esensial.

## ***Tantangan dan Solusi dalam Budidaya BSF***

### Tantangan:

1. Predator seperti tikus, semut, dan cicak yang dapat mengurangi jumlah telur dan larva BSF.
2. Cuaca ekstrem yang memengaruhi perkembangan larva dan siklus hidup BSF.

3. Bau yang ditimbulkan dari proses pembusukan sampah organik jika tidak dikelola dengan baik.
4. Pemahaman masyarakat yang masih rendah terhadap manfaat budidaya maggot.

Solusi:

1. Tempatkan kandang BSF di lokasi yang aman dari jangkauan predator.
2. Pastikan pakan yang diberikan tidak mengandung pestisida dan dalam kondisi tidak terlalu basah.
3. Atur pemberian pakan secara berkala dan gunakan media tambahan seperti Eco Enzym, Molase dan EM4 untuk mengurangi bau.
4. Sosialisasi dan edukasi kepada masyarakat mengenai manfaat dan potensi ekonomi dari budidaya BSF.

### ***Studi Kasus: Implementasi Budidaya Maggot BSF di Perkotaan***

Sejumlah kota di Indonesia telah mulai menerapkan budidaya maggot BSF sebagai bagian dari strategi pengelolaan sampah organik. Misalnya, di Kota Bandung, sebuah komunitas lingkungan telah berhasil mengolah limbah organik dari pasar tradisional dan restoran dengan menggunakan maggot BSF. Hasilnya, tidak hanya sampah organik berkurang secara signifikan, tetapi juga menghasilkan produk bernilai ekonomi seperti pakan ternak dan pupuk organik.

Selain itu, beberapa peternakan ikan di Jawa Barat telah beralih menggunakan maggot sebagai pakan utama, mengurangi ketergantungan terhadap tepung ikan yang harganya semakin mahal. Dengan penerapan teknologi sederhana, budidaya maggot BSF menjadi solusi yang tidak hanya berkontribusi terhadap lingkungan, tetapi juga meningkatkan kesejahteraan ekonomi masyarakat setempat.

### ***Kesimpulan***

Budidaya maggot BSF menawarkan solusi yang ramah lingkungan dalam mengelola limbah organik. Selain membantu mengurangi jumlah sampah, maggot BSF juga memberikan manfaat ekonomi melalui produksi pakan ternak, pupuk organik, dan minyak maggot. Dengan manajemen yang tepat, budidaya ini tidak hanya menjadi langkah konkret menuju lingkungan yang lebih bersih, tetapi juga membuka peluang bisnis yang berkelanjutan.

Melalui edukasi dan penerapan teknologi sederhana, masyarakat dapat berpartisipasi dalam pengelolaan sampah yang lebih baik dan berkelanjutan. Oleh karena itu, budidaya maggot BSF tidak hanya menjadi tren baru dalam pengolahan sampah, tetapi juga langkah strategis dalam menciptakan ekonomi sirkular yang menguntungkan semua pihak.

"Yuk, coba budidaya maggot! Selain seru, bisa jadi solusi untuk mengurangi sampah!"

## DAFTAR PUSTAKA

- Ayilara, M. S., Olanrewaju, O. S., Babalola, O. O., & Odeyemi, O. 2020. Waste management through composting: Challenges and potentials. *Sustain.* 12, 1–23.
- Bogusz, M., Matysik-Pejas, R., & Krasnodebski, A. 2021. The concept of zero waste in the context of supporting environmental protection by consumers. *Energies*, 14(18), 5964. <https://doi.org/10.3390/en14185964>
- Ho, T. T. K., Tra, V. T., Le, T. H., Nguyen, N. K. Q., Tran, C. S., Nguyen, P. T., Vo, T. D. H., Thai, V. N., & Bui, X. T. 2022. Compost to improve sustainable soil cultivation and crop productivity. *Case Stud. Chem. Environ. Eng.* 6, 100211.
- Lehmann, S. 2011. Optimizing urban material flows and waste streams in urban development through principles of zero waste and sustainable consumption. *Sustainability*, 3(1), 155–178. <https://doi.org/10.3390/su3010155>
- Sher, F., Smječanin, N., Hrnjić, H., Karadža, A., Omanović, R., Šehović, E., & Sulejmanović, J. 2024. Emerging technologies for biogas production: A critical review on recent progress, challenges and future perspectives. *Process Saf. Environ. Prot.* 188, 834–859.
- Sopha, G. A., Murtiningsih, R., Cartika, I., Hamdani, K. K., Handayani, T., Lestari, I. P., Haryati, Y., Indrasti, R., Marpaung, A. E. Br., Rawung, J. B. M., Gunadi, N., Amisnaipa, A., Adi, E. B. M., Priadi, D., Tan, S. S., & Surono, S. 2025. Liquid organic fertilizer derived from Black Soldier Fly Frass improved yield and quality of tropical vegetables, shallot, and red-hot chili peppers. *Int. J. of Hort. Sci and Tech.* 12 (2), 479-490. <https://doi.org/10.22059/ijhst.2024.373373.797>.

- Tennant-Wood, R. 2003. Going for zero: A comparative critical analysis of zero waste events in southern New South Wales. *Aus. J. of Env. Manag.* 10 (1), 46–55. <https://doi.org/10.1080/14486563.2003.10648572>
- Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah
- Veleva, V., Bodkin, G., & Todorova, S. 2017. The need for better measurement and employee engagement to advance a circular economy: Lessons from biogen’s “zero waste” journey. *J. of Cleaner Prod.* 154, 517–529. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.177>
- Zaman, A. U., & Lehmann, S. 2011. Challenges and opportunities in transforming a city into a “zero waste city”. MDPI. <https://doi.org/10.3390/challe2040073>
- Zaman, A. U. 2015. A comprehensive review of the development of zero waste management: Lessons learned and guidelines. *J. of Cleaner Prod.* 91, 12–25. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.013>
- Zero Waste International Alliance. 2022. Waste Hierarchy. <https://zwia.org/zwh/>
- Zero Waste New Zealand Trust. 2002. Zero waste new zealand trust 2002. <http://www.zerowaste.co.nz/>

