

**KEBIJAKAN ZERO WASTE MENGGUNAKAN MECHANICAL BIOLOGICAL TREATMENT (MBT) UNTUK MENCAPAI PENGELOLAAN SAMPAH BERKELANJUTAN: DESAIN DAN PENDEKATAN KOLABORATIF**

Arisandi Nurin Syafitri<sup>1</sup>, Elliza Secilya Maharani<sup>2</sup>, Hayat<sup>3</sup>  
Universitas Islam Malang

Email: [arisandinurinsyafitri@gmail.com](mailto:arisandinurinsyafitri@gmail.com)<sup>1</sup>, [ellizasecilya158@gmail.com](mailto:ellizasecilya158@gmail.com)<sup>2</sup>, [hayat@unisma.ac.id](mailto:hayat@unisma.ac.id)<sup>3</sup>

**Abstrak** – Meningkatnya volume sampah di Indonesia menjadi tantangan serius bagi lingkungan dan kesehatan. Kebijakan Zero Waste berbasis *Mechanical Biological Treatment* (MBT) diusulkan sebagai solusi untuk mencapai pengelolaan sampah berkelanjutan. Teknologi ini memadukan proses mekanis dan biologis untuk mengurangi jumlah limbah sampah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis desain kebijakan *Zero Waste* berbasis MBT dan mengeksplorasi pendekatan kolaboratif dalam implementasinya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi literatur dengan mengambil sumber dari literatur-literatur penelitian terdahulu terkait kebijakan *Zero Waste*, teknologi MBT, dan penerapannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain kebijakan *Zero Waste* berbasis MBT memerlukan sinergi antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat. Pendekatan kolaboratif sangat penting untuk memastikan implementasi yang efektif, terutama melalui pembentukan kerangka regulasi yang mendukung, peningkatan kapasitas teknologi, serta partisipasi aktif dari masyarakat dalam pengelolaan limbah. Namun, tentu terdapat tantangan dalam penerapan MBT di Indonesia seperti keterbatasan infrastruktur, biaya operasional yang tinggi, serta rendahnya kesadaran publik. Solusi yang ditawarkan meliputi penguatan kemitraan publik dan swasta, pengembangan teknologi lokal, dan meningkatkan edukasi masyarakat tentang pentingnya pengelolaan limbah berkelanjutan. Kebijakan *Zero Waste* berbasis MBT dapat diimplementasikan dengan efektif melalui desain kebijakan yang inklusif dan pendekatan kolaboratif yang tepat.

**Kata Kunci** : Zero Waste, MBT System, Desain Kebijakan, Pengelolaan Limbah, Pendekatan Kolaboratif.

**Abstract** – The increasing volume of waste in Indonesia is a serious challenge for the environment and health. The Zero Waste policy based on *Mechanical Biological Treatment* (MBT) is proposed as a solution to achieve sustainable waste management. This technology blends mechanical and biological processes to reduce the amount of waste. This study aims to analyze the design of MBT-based Zero Waste policies and explore collaborative approaches in their implementation. The method used in this study is a literature study method by taking sources from previous research literature related to the Zero Waste policy, MBT technology, and its application. The results of the study show that the design of the MBT-based Zero Waste policy requires synergy between the government, the private sector, and the community. A collaborative approach is essential to ensure effective implementation, especially through the establishment of a supportive regulatory framework, technological capacity building, and active participation of communities in waste management. However, of course, there are challenges in the implementation of MBT in Indonesia, such as limited infrastructure, high operational costs, and low public awareness. The solutions offered include strengthening public-private partnerships, developing local technology, and increasing public education on the importance of sustainable waste management. MBT-based Zero Waste policies can be implemented effectively through inductive policy design and appropriate collaborative approaches.

**Keywords** : Zero Waste, MBT System, Policy Design, Waste Management, Collaborative Approach.

## PENDAHULUAN

Sampah menjadi salah satu permasalahan utama yang dihadapi oleh banyak kota di Negara Indonesia. Tingginya lagi pertumbuhan penduduk dan aktivitas ekonomi menyebabkan penungkatan volume sampah, sementara kapasitas Tempat Pembuangan Akhir (TPA) semakin terbatas. Untuk menghadapi tantangan ini, kebijakan Zero Waste muncul sebagai solusi untuk menekan pengurangan produksi sampah dan optimalisasi daur ulang. Zero Waste merupakan kebijakan tanpa limbah. Salah satu teknologi yang mendukung kebijakan ini adalah Mechanical Biological Treatment (MBT) System. MBT merupakan proses tiga langkah yang menggabungkan metode pengolahan mekanis dan biologis(1). Kebijakan Zero Waste yang berbasis teknologi MBT ini membutuhkan kolaborasi lintas sektor dan desain kebijakan yang mendukung pengelolaan sampah berkelanjutan.

Menurut Kardono dalam Mahyudin (2017 : 69) bentuk pengelolaan yang baik adalah pengelolaan sampah yang terintegrasi ialah sistem yang mengkombinasikan teknologi yang diaplikasikan dengan menyesuaikan pada kondisi lokal. Hal tersebut berarti penetapan sistem yang ada haruslah menyesuaikan dengan lingkungan, sumber daya, dan kebutuhan masyarakat(2). Menurut Mazmanian dan Sebatier, keberhasilan implementasi kebijakan publik dipengaruhi oleh empat elemen utama yaitu karakteristik masalah, daya dukung peraturan kebijakan, daya dukung lingkungan, dan proses implementasi kebijakan(3). Untuk dapat mengimplementasikan kebijakan MBT tersebut, tentu membutuhkan kerjasama yang baik para pemangku kepentingan.

Regulasi terkait penanganan permasalahan sampah dan limbah tertuang dalam Undang-Undang (UU) Nomor 18 tahun 2008 tentang pengelolaan sampah dan turunannya, serta UU nomor 32 tahun 2009 perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Peraturan Presiden (Perpres) nomor 97 tahun 2017, pemerintah menargetkan pengurangan sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga 30% dan penanganannya 70% hingga 2025(4). Sampah yang dikelola terdiri atas sampah rumah tangga, sampah sejenis sampah rumah tangga dan sampah spesifik. Setiap orang yang melakukan kegiatan pengelolaan sampah wajib memiliki izin dari kepala daerah sesuai dengan kewenangannya. Apabila terdapat pelanggaran dalam pengelolaan sampah, bupati atau walikota dapat menerapkan sanksi administratif kepada pelaku pelanggaran yang melanggar ketentuan hukum yang berlaku(5).

Menurut data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) menunjukkan bahwa timbunan sampah di Indonesia mencapai 69 juta ton sepanjang tahun 2023(6). Angka ini mencerminkan besarnya tantangan yang dihadapi oleh Negara Indonesia dalam hal pengelolaan limbah. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa kolaborasi antar pihak di Indonesia khususnya dalam konteks pengelolaan sampah masih belum optimal. Menurut data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), telah dipublikasikan hasil pengelolaan sampah dari penginputan data dari 367 Kabupaten dan Kota se-Indonesia di tahun 2023. Hasilnya, pada tahun 2023 terdapat 38,3 juta ton sampah setiap tahunnya. Dari data tersebut, terdapat 13,63% atau 5,2 juta ton pengurangan sampah. Terdapat sebanyak 48% atau 18,4 juta ton penanganan sampah. Lalu, terdapat 61,63% atau 23,6 juta ton sampah yang terkelola. Kemudian, terdapat 38,37% atau 14,7 juta ton sampah yang tidak terkelola(7). Dari 128 kota yang terdata pada SIPSN tahun 2023, kota di pulau jawa mendominasi daftar 10 kota teratas penghasil timbunan sampah terbanyak. Lima kota diantaranya adalah kota-kota yang berada di Provinsi DKI Jakarta. Timbunan sampah tertinggi yaitu Kota Jakarta Timur yang menghasilkan 748,1 ribu ton sampah. Studi yang dilakukan oleh Indonesian Center for Environmental Law (ICEL) mengungkapkan lemahnya koordinasi antara pemerintah daerah dengan pusat, dan kurangnya partisipasi masyarakat dalam program pengelolaan sampah menjadi kendala dalam implementasi kebijakan pengelolaan sampah yang efektif.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis desain dan implementasi kebijakan zero waste berbasis MBT di Indonesia, dengan fokus pada desain teknologi dan pendekatan

kolaboratif yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan kebijakan pengelolaan sampah berkelanjutan.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode pendekatan kualitatif. Menurut Sugiyono (2009:15) mengungkapkan definisi penelitian pendekatan kualitatif didasarkan pada filosofi post-positivis yang digunakan oleh peneliti untuk mempelajari keadaan objek-objek alam utama (bukan eksperimen). Metode penelitian kualitatif yang hendak dilakukan penulis adalah melalui deskriptif analitis dengan mengumpulkan, identifikasi data, menyusun data, dan menganalisis keseluruhan data yang ditemukan. Sumber data yang digunakan adalah sumber data sekunder yang diperoleh melalui jurnal, artikel, dan penelitian terdahulu yang telah dianalisis oleh penulis.

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan studi literatur dengan model yang dipilih adalah narrative review. Studi yang dilakukan pada model narrative review adalah dengan mengumpulkan data dari beberapa jurnal, artikel, dan penelitian terdahulu mengenai materi terkait yang telah dianalisis serta dirangkum berdasarkan teori dan realitas yang telah terjadi melalui pemberitaan dari berbagai media yang valid. Penelusuran jurnal penelitian, artikel, dan buku rujukan yang dilakukan dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan penggunaan keywords yang sesuai dengan topik penelitian. Dalam penelusurannya menggunakan google scholar, website resmi dan valid. Penelusuran yang dilakukan mempertimbangkan kesesuaian isi, kelengkapan data jurnal, reputasi kampus asal penulis, serta reputasi penerbit.

Gambaran umum terkait tahapan penelitian adalah yang pertama penentuan topik dan judul penelitian, mencari jurnal maupun artikel terkait, reduksi dan klasifikasi data, seleksi dan analisis data yang diperoleh, deskripsi atau abstraksi beberapa jurnal maupun literatur rujukan, pengolahan data, interpretasi hasil dan penarikan kesimpulan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Implementasi Langkah Zero Waste di Indonesia berbasis MBT**

Implementasi Zero Waste di Indonesia merupakan upaya untuk mencapai pengelolaan sampah berkelanjutan dengan mengurangi sampah yang masuk ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dan meningkatkan pemilahan dan daur ulang sampah.

Saat ini, Indonesia belum memiliki undang-undang (UU) khusus yang secara eksplisit mencakup kebijakan zero waste. Namun, ada beberapa peraturan dan kebijakan yang mendukung upaya pengelolaan sampah dan pencapaian nol sampah (zero waste), seperti:

- a. Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.(12)
- b. Peraturan Presiden Nomor 97 Tahun 2017 tentang Indonesia Bersih Sampah 2025. Peraturan ini menjadi peta jalan menuju Indonesia Bersih Sampah 2025, dimana pemerintah, pelaku bisnis, dan masyarakat diwajibkan untuk membuat program kerja yang mendukung terwujudnya Indonesia Bersih Sampah 2025. (12)
- c. Zero Waste Zero Emission 2050. Meskipun bukan dalam bentuk Undang-Undang, kebijakan ini merupakan komitmen dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) untuk mencapai nol sampah pada tahun 2040 dan mendekati nol emisi pada tahun 2050. (13)

Data sekunder dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) menunjukkan bahwa jumlah sampah di Indonesia meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi. KLHK mengungkap jumlah timbunan sampah dalam satu tahun dapat mencapai sekitar 67,8 juta ton(14). Produksi sampah akan semakin meningkat

seiring dengan pertumbuhan populasi dan urbanisasi. Tantangan utama dalam implementasi zero waste adalah kurangnya kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengelolaan sampah yang berkelanjutan(15). Penelitian oleh Nur Achmad (2019) menunjukkan bahwa upaya pemerintah dalam mempromosikan konsep zero waste masih terbatas oleh kurangnya partisipasi aktif masyarakat.

Selain itu, tantangan lain adalah keterbatasan infrastruktur(15). Tidak semua wilayah di Indonesia memiliki infrastruktur yang memadai untuk menerapkan kebijakan ini. Infrastruktur pengelolaan sampah di Indonesia masih terbatas, dengan banyak TPA yang belum memenuhi standar control atau sanitary landfill(15). Modernisasi TPA dan pengembangan fasilitas pengelolaan sampah masih menjadi prioritas utama.

## **2. Peran Mechanical Biological Treatment (MBT)**

Indonesia sudah mulai menerapkan Mechanical Biological Treatment (MBT) pada beberapa lokasi pengelolaan sampah, meskipun implementasinya masih terbatas dibandingkan dengan negara-negara seperti Polandia. Contoh penerapan MBT di Indonesia dapat ditemukan pada RDF Plant di Cilacap, Jawa Tengah. Selain itu MBT System juga diterapkan di TPA Rawa Kucing Tangerang dan TPPASR Lulut Nambo Kabupaten Bogor.

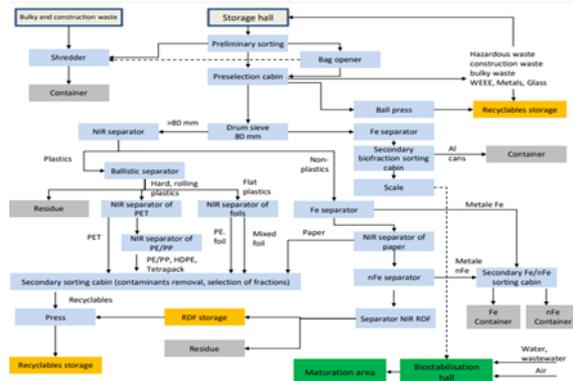
Penerapan MBT di Cilacap, Jawa Tengah, mengolah sampah perkotaan untuk menghasilkan bahan bakar alternatif berupa Refuse-Derived Fuel (RDF). RDF ini kemudian digunakan sebagai bahan bakar dalam industri semen. MBT di Cilacap melibatkan proses pengeringan biologis (biodrying) yang mampu menurunkan kadar air sampah secara signifikan, dari 55,44% menjadi 23,63%, serta meningkatkan nilai kalori sampah hingga 15 MJ/kg, yang memenuhi standar biomassa industri di Indonesia.(16)

Penerapan MBT di Cilacap menunjukkan keberhasilan pengurangan volume sampah yang dikirim ke TPA, meskipun kualitas produk RDF masih memerlukan peningkatan untuk dapat memenuhi standar biomassa secara penuh. Selain di Cilacap, rencana untuk memperluas sistem MBT telah dibahas di beberapa wilayah lain, termasuk Yogyakarta, yang menggunakan konsep serupa di TPA Piyungan. Namun, implementasi MBT secara nasional masih terkendala faktor biaya dan infrastruktur, sehingga belum banyak daerah yang menggunakan teknologi ini secara optimal.(17)

Di Rawa Kucing, fasilitas MBT mampu mengolah sampah sebanyak 2,000 ton per hari. Fraksi organik yang dipisahkan kemudian diproses dalam anaerobic digester untuk menghasilkan biogas, yang kemudian digunakan untuk pembangkit listrik. Di TPPASR Lulut Nambo, Kabupaten Bogor, pengelolaan sampahnya menggunakan MBT untuk mengolah sampah menjadi RDF dan kompos. Fasilitas MBT TPPASR Lulut Nambo mampu mengolah 1800-2300 ton sampah per hari. Kemudian RDF yang dihasilkan dimanfaatkan oleh PT Indocement Tungal Prakarsa, Tbk sebagai bahan alternatif industri semen.

Jika diresapi, peran MBT ini sangat penting, beberapa diantaranya yaitu guna mengurangi volume sampah yang masuk ke TPA, MBT yang sudah dikeringkat dapat diubah menjadi Refuse Derived Fuel (RDF), yang bisa digunakan sebagai bahan bakar alternatif sehingga dapat menambah penghasilan bahan bakar alternatif di Indonesia, serta bermanfaat untuk keberlanjutan lingkungan dan ekonomi.

Berikut ini adalah gambar skema teknologi Mechanical Biological Treatment (MBT) System di Siedliska (Polandia):



Sumber: Jurnal Performance of Mechanical Biological Treatment of Residual Municipal Waste in Poland(18)

Berikut adalah mekanisme dari sistem MBT di Polandia secara mekanis(19):

- Sampah-sampah diangkut melewati pembuka beg (BRT, tipe MSW2-13-15) atau dimuat langsung ke saluran pemuatan conveyor.
- Kemudian, sampah dicacah menggunakan mesin penghancur.
- Sampah diangkut dengan conveyor ke kabin seleksi, di mana terdapat enam orang yang bertugas memilah sampah-sampah tersebut agar terhindar dari benda-benda yang mungkin akan menghalangi atau mengganggu proses pemilahan seperti limbah konstruksi, kaca, kotak kardus, tas besar, limbah foil, limbah logam besar, dan limbah berbahaya.
- Dari kabin praseleksi, limbah diangkut pada sabuk conveyor ke drum saringan berputar (ukuran panjang 12 meter, diameter 3 meter, SUTCO Polska) dimana terjadi pemisahan menjadi dua fraksi yaitu fraksi bio (< 80 mm) dan fraksi kasar (> 80 mm).
- Biofraksi melewati pemisah magnetik (magnetik tipe SNK 120-130) untuk pemisahan logam besi, dan kabin pemilahan akhir, untuk memisahkan kaleng aluminium, botol PET, film, dan limbah tidak terurai lainnya sebelum diturunkan ke ruang stabilisasi aerobik.
- Mesin pemisah terdiri dari pemisah optic inframerah dekat (near infra-red/NIR) untuk memisahkan plastic (TITECH/TOMRA), mesin pemisah balistik untuk memisahkan plastik yang berputar dan datar (SUTCO Polska), lima pemisah optik NIR untuk memisahkan sampah PET, foil, kertas, PP/PE, dan bahan bakar yang berasal dari sampah (pre-RDF), pemisah magnetic untuk logam besi (magnetik tipe SNK 120-130), dan pemisah arus eddy untuk logam non-ferrous (sebagian besar aluminium) (magnetik tipe SWP15).
- Pemisahan otomatis diikuti oleh kabin sortir sekunder (manual yang terdiri dari 24 orang mengendalikan aliran bahan daur ulang dan 3 orang pada biofraksi).
- Bahan daur ulang dan fraksi pra-RDF diangkut ke baler pengepres saluran, lalu dipindahkan ke Perusahaan daur ulang.
- Aliran limbah yang tersisa dari fraksi kasar (>80 mm) dikumpulkan dalam wadah dan dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Seluruh teknologi sortir melibatkan 69 sabuk conveyor dengan panjang total 800 m.

Berikut adalah mekanisme mekanisme dari sistem MBT di Polandia secara biologis(18):

Biofraksi yang dipisahkan pada mesin putar mengalami dua tahap pemrosesan biologis yaitu stabilisasi aerobik intensif dan pematangan. Stabilisasi aerobik intensif dilakukan sistem BIOFIX yang terdiri dari aula tertutup dengan empat terowongan (kapasitas 2920 m<sup>3</sup>) dengan sistem pemuatan otomatis, mesin pemblik limbah otomatis, pelembapan dengan sistem sirkulasi air proses, sistem aerasi paksa, dan mekanisme pembongkaran otomatis untuk limbah yang distabilkan. Proses stabilisasi aerobik intensif berlangsung dalam waktu empat minggu, sedangkan suhunya sekitar 20-70 derajat celcius. Stabilitas yang dihasilkan dibuang secara otomatis di area pematangan luar ruangan. Proses pematangan berlangsung selama

beberapa minggu hingga stabilitas yang dibutuhkan tercapai. Stabilitas kemudian disaring pada saringan putar bergerak. Fraksi < 20 mm dapat digunakan untuk membangun penutup Tempat Pembuangan Akhir (TPA) biologis (operasi pemulihan). Stabilitas yang tersisa dibuang ke TPA.

Berikut adalah konsep sederhana dari Mechanical Biological Treatment (MBT) System yang dapat diterapkan di Indonesia, mirip dengan yang digunakan di Polandia. MBT ini merupakan Gambaran umum atau garis besar desain untuk menangani volume sampah yang tinggi;

#### 1. Penerimaan Sampah Campuran

Semua sampah dari kota dikumpulkan dan dibawa ke fasilitas MBT. Sampah ini berupa campuran organik, anorganik, plastik, logam, dan bahan lain.

#### 2. Pemilahan Mekanis (*Mechanical Sorting*)

Pada tahap ini, mesin menggunakan teknologi seperti conveyor belt, rotating drums, dan magnetic separators untuk memisahkan sampah berdasarkan jenisnya:

- Logam: Dipisahkan menggunakan magnet.
- Plastik dan kertas: Dipisahkan berdasarkan berat dan bentuk.
- Bahan organik: Dipisahkan untuk diproses lebih lanjut.

#### 3. Pengolahan Biologis (*Biological Treatment*)

Sampah organik yang telah dipisahkan masuk ke dalam pengolahan biologis. Proses ini melibatkan dua metode utama:

- Komposting: Sampah organik diolah untuk menjadi kompos yang dapat digunakan sebagai pupuk.
- Anaerobic Digestion: Sampah diurai dalam kondisi tanpa oksigen, menghasilkan biogas yang dapat digunakan sebagai sumber energi terbarukan.

#### 4. Pengolahan Akhir dan Produk

- Material daur ulang seperti logam, plastik, dan kertas dijual atau dikirim ke industri daur ulang.
- Sisa sampah yang tidak dapat diproses dibuang ke tempat pembuangan akhir (TPA).
- Biogas digunakan untuk pembangkit listrik, dan kompos digunakan dalam sektor pertanian.

Mekanisme mesin berbasis MBT yang dirancang yaitu:

#### 1. Mesin Penerimaan Sampah (*Input Waste Machine*)

Sampah dikirim ke fasilitas dan masuk ke mesin penerima. Mesin ini memiliki conveyor belt yang membawa sampah ke tahap selanjutnya.

#### 2. Pemisah Magnetik (Magnetic Separator)

Pada conveyor belt, logam dipisahkan menggunakan magnet. Logam ini dikumpulkan untuk didaur ulang.

#### 3. Trommel (Rotating Drum)

Mesin ini memisahkan sampah berdasarkan ukuran. Sampah besar seperti plastik akan dipisahkan dari material yang lebih kecil seperti bahan organik.

#### 4. Pemisahan Udara (Air Classifier)

Mesin ini memisahkan plastik dan kertas berdasarkan berat, sehingga bahan yang ringan diangkat sementara bahan yang lebih berat tetap berada di bawah untuk diproses lebih lanjut.

#### 5. Pengolahan Kompos dan Anaerobik (Composting & Anaerobic Digestion)

Bahan organik dikirim ke unit pengomposan atau digester anaerobik untuk diubah menjadi kompos atau biogas.

#### 6. Pengolahan Akhir dan Produk

Material daur ulang seperti logam, plastic, dan kertas dijual atau dikirim ke industry

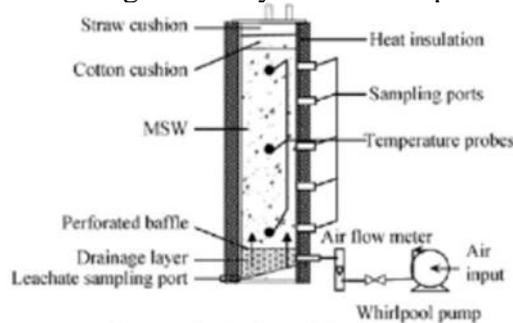
daur ulang. Sisa sampah yang tidak bisa diproses dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Biogas digunakan untuk pembangkit listrik dan kompos digunakan di sektor pertanian.

Dengan demikian, MBT berperan besar dalam mendukung pendekatan Zero Waste dengan mengintegrasikan pengolahan mekanis dan biologis yang tidak hanya berfokus pada pengurangan volume sampah, tetapi juga pada pemanfaatan limbah sebagai sumber daya yang berguna. Hal ini menjadikan MBT sebagai solusi potensial untuk pengelolaan sampah perkotaan berkelanjutan di Indonesia.

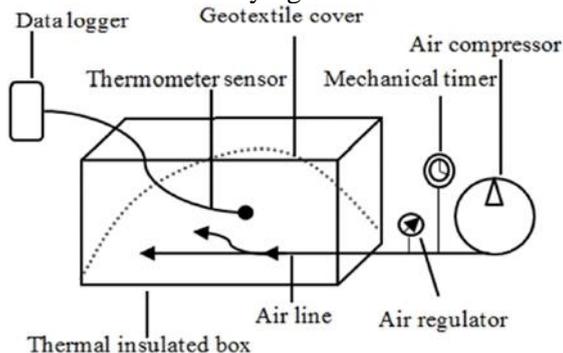
Umumnya proporsi sampah terbesar adalah sampah makanan yang mana mengandung kadar air yang tinggi. Untuk menyelesaikan permasalahan persampahan, terdapat inovasi teknologi pengolahan sampah salah satunya adalah biodrying.

**Biodrying**

*Biodrying*, juga dikenal sebagai *biological drying*, adalah reaktor biokonversi pengolahan mekanis-biologis (MBT) yang mengkomposisi secara aerobik untuk mengeringkan dan sebagian menstabilkan sampah. Proses ini menyisihkan air dengan aktivitas mikroorganisme. Teknik pengeringan sampah ini bergantung pada aktivitas biologi mikroorganisme, termasuk bakteri dan jamur, yang mengurangi kadar air dengan meningkatkan nilai kalor. Sampah dengan kadar air tinggi dapat diubah menjadi bahan bakar padat yang dapat digunakan di masa mendatang. Bahan bakar yang dihasilkan dari sampah biasanya disebut sebagai bahan bakar sampah. Sampah dapat diubah menjadi energi melalui proses biodrying. Degradasi zat organik menyebabkan evaporasi selama proses.(17)



Reaktor Biodrying Silinder Kolom



Reaktor Biodrying Kotak

**Reaktor Biodrying Drum dengan Pengaduk**

Sebagai teknologi yang relatif baru di Indonesia, maka perlu untuk melakukan review dari berbagai macam penelitian terkait teknologi pemanfaatan sampah menjadi RDF melalui proses biodrying.

**Refuse Derived Fuel (RDF)**

Refuse Derived Fuel (RDF) merupakan sumber bahan bakar alternatif yang digunakan dalam proses pembakaran, di mana limbah yang tidak mudah terbakar digunakan untuk menciptakan bahan bakar yang homogen. RDF memiliki dua fungsi: produksi dan

transportasi, dengan limbah dari tempat pembuangan akhir dan bahan lainnya digunakan untuk produksi RDF. Sampah yang paling tepat untuk produksi RDF yaitu memiliki kandungan karbon tinggi setelah dipisahkan dari sampah yang dapat didaurulang. Sistem RDF dibagi menjadi dua yaitu(17):

1. Shared and Burn System: Sistem ini merupakan sistem paling sederhana dimana meminimalkan pengolahan sampah yang belum diproses, seperti penyisihan besi, dengan sampah dipotong sesuai ukuran partikel yang diperlukan dan dibakar.
2. Simplified Process System: Jenis sistem ini dilakukan dengan memisahkan sampah yang tidak mudah terbakar, dapat didaur ulang, dan material besi dari sampah campuran. Kemudian sampah dimasukkan ke dalam mesin penghancur dengan ukuran 10 hingga 15 cm untuk mengoptimalkan pemulihan energi selama proses pembakaran.

### **3. Kolaborasi dengan Pihak Swasta dan Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM)**

Pendekatan kolaboratif dalam pengelolaan sampah melalui MBT menjadi penting karena kompleksitas masalah pengelolaan sampah di perkotaan tidak dapat ditangani oleh satu instansi atau pihak saja. MBT melibatkan teknologi yang membutuhkan integrasi dari berbagai sektor dari pemerintah, sektor swasta, masyarakat, hingga organisasi lingkungan hidup. Kolaborasi dengan pihak swasta dan LSM merupakan salah satu peluang besar dalam meningkatkan efektivitas implementasi kebijakan zero waste. Adanya kolaborasi ini dapat meningkatkan kesadaran, partisipasi aktif, dan pemanfaatan sumber daya yang ada.

Dalam program zero waste, beberapa kementerian dan lembaga di Indonesia, seperti Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), serta pemerintah daerah, bekerja sama dalam merancang kebijakan pengelolaan sampah. Pihak swasta berperan besar dalam pengembangan teknologi pengelolaan sampah, terutama melalui model Public-Private Partnership (PPP). Contohnya, beberapa perusahaan besar seperti Danone dan Unilever telah menginisiasi program daur ulang plastik bekerja sama dengan pemerintah. Berbagai komunitas lokal dan organisasi non-pemerintah (NGO) juga menjadi komponen penting dalam mengedukasi masyarakat mengenai *zero waste*. Komunitas-komunitas ini sering menyelenggarakan kampanye, *workshop*, dan kegiatan untuk meningkatkan kesadaran serta keterlibatan masyarakat dalam pengurangan penggunaan plastik dan peningkatan daur ulang. Di samping kolaborasi antar lembaga dan sektor, pendekatan zero waste di Indonesia juga melibatkan regulasi, seperti larangan kantong plastik di beberapa kota besar (contohnya, DKI Jakarta dan Bali). Indonesia juga tergabung dalam berbagai kerja sama internasional terkait zero waste dan pengelolaan sampah, seperti Global Plastic Action Partnership (GPAP) dan Alliance to End Plastic Waste.

Di Indonesia, kolaborasi dalam kebijakan zero waste telah terbukti efektif dalam beberapa kasus. Contohnya, program *zero waste school* yang diinisiasi oleh WWF-Indonesia dan Dinas Pendidikan DKI Jakarta. Program ini bertujuan untuk mengurangi penggunaan dan pengelolaan plastik sekali pakai di sekolah-sekolah dengan melibatkan berbagai pemangku kepentingan seperti pemerintah, sekolah, dan masyarakat(20). Selain itu, Rakornas PSLB3 2024 yang diselenggarakan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) juga menekankan pentingnya kolaborasi stakeholders menuju *zero waste zero emission* 2050(21).

Pihak swasta memiliki peran penting dalam menyediakan sumber daya dan teknologi yang diperlukan untuk meningkatkan infrastruktur pengelolaan sampah dengan mendorong pihak swasta dan LSM untuk memanfaatkan sumber daya, keahlian, dan jaringan yang mereka miliki untuk meningkatkan infrastruktur pengelolaan sampah, meningkatkan kesadaran masyarakat, dan menciptakan kondisi yang mendukung keberhasilan program *zero waste*. Perusahaan swasta dapat membantu membangun fasilitas pengelolaan sampah yang modern dan efisien, seperti tempat pembuangan akhir yang dikelola dengan baik, pusat daur ulang, dan fasilitas pengolahan sampah organik menjadi energi. Mereka juga dapat

menawarkan dukungan finansial untuk pembangunan infrastruktur, serta menyediakan teknologi baru yang dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengelolaan sampah. LSM juga dapat membantu masyarakat belajar dan sosialisasi.

#### **4. Rekomendasi Kebijakan**

Terdapat beberapa aspek rekomendasi kebijakan yang penulis sarankan untuk mendukung kebijakan zero waste berbasis MBT di Indonesia. Yang pertama adalah perumusan kerangka hukum spesifik untuk kebijakan zero waste, optimalisasi infrastruktur dan SDM yang professional dan ahli di bidang ini untuk mendukung MBT, inisiasi program pilot zero waste berbasis MBT yang efektif diterapkan, dan sosialisasi edukasi kepada masyarakat.

Pertama, hingga saat ini, Indonesia memang belum memiliki undang-undang khusus yang mengatur tentang kebijakan zero waste secara komprehensif. Kebijakan terkait sampah diatur dalam UU No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, yang lebih berfokus pada pengelolaan sampah secara umum tanpa mengatur secara spesifik langkah-langkah *zero waste*. Disarankan agar pemerintah merumuskan kerangka hukum khusus untuk kebijakan *zero waste* yang mengatur standar dan target pengurangan sampah, dengan mekanisme dan tahapan yang jelas untuk penerapan *Mechanical Biological Treatment* (MBT) sebagai teknologi pengolahan sampah berkelanjutan.

Kedua, Sebagai langkah awal, pemerintah pusat bersama pemerintah daerah dapat membentuk program percontohan (*pilot project*) di kota-kota besar yang memiliki volume sampah tinggi. MBT dapat diuji coba dalam skala terbatas dengan melibatkan pemangku kepentingan utama, seperti Dinas Lingkungan Hidup, sektor swasta, serta lembaga non-pemerintah. Pilot ini akan berfungsi sebagai model awal implementasi, yang memungkinkan adaptasi teknologi MBT dan pendekatan *zero waste* sebelum diadopsi secara nasional.

Ketiga, optimalisasi infrastruktur yaitu untuk memastikan teknologi MBT berjalan dengan optimal. Optimalisasi SDM yang professional dan ahli juga sangat diperlukan untuk membangun fasilitas MBT di Indonesia, khususnya di wilayah padat penduduk atau wilayah yang menghasilkan volume sampah besar. Fasilitas yang terdesentralisasi ini akan mengurangi biaya transportasi sampah dan mempercepat proses pengelolaan.

Keempat, sosialisasi edukasi kepada masyarakat merupakan langkah penting dalam mendorong kesadaran dan partisipasi masyarakat untuk mendukung pengelolaan sampah berkelanjutan, khususnya dalam konteks *zero waste* dan teknologi MBT. Dimulai dari pelatihan pemilahan sampah bagi rumah tangga. Kegiatan ini bertujuan untuk mengajarkan kepada masyarakat cara mengelola sampah rumah tangga yang efektif dan ramah lingkungan. Hal yang dapat dilakukan untuk mengelola sampah di rumah tangga dengan cara memisahkan sampah sesuai jenisnya, praktik langsung untuk mengolah sampah rumah tangga menjadi pupuk kompos atau eco enzym dari sampah organik, mengurangi penggunaan barang yang tidak bisa di daur ulang seperti mengganti kantong plastik dengan paper bag. Pemilahan sampah sangatlah penting karena memiliki tujuan untuk mempermudah pengelolaan sampah selanjutnya dan mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap Tempat Pembuangan Akhir (TPA).

#### **KESIMPULAN**

Kebijakan *zero waste* perlu perhatian lebih dari pemerintah. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah melalui peran teknologi MBT. MBT terbukti mengatasi solusi pengelolaan sampah berkelanjutan di beberapa kota dengan populasi besar dan volume sampah tinggi di Indonesia meskipun implementasinya belum merata di Indonesia. Beberapa kota-kota besar yang volume sampahnya tinggi belum mampu mengatasi tingginya populasi sampah. Sistem MBT efektif dalam mengurangi volume sampah sekaligus meminimalkan dampak lingkungan melalui proses yang mengombinasikan teknologi mekanik dan biologis.

Implementasi sistem ini membutuhkan perhatian dan dukungan khusus melalui kebijakan yang kuat agar dapat diterapkan secara merata di berbagai wilayah di Indonesia, terutama di daerah perkotaan dengan beban sampah yang tinggi. Pemerintah perlu menetapkan regulasi yang mendukung penerapan MBT, mengalokasikan sumber daya, dan memberikan insentif kepada sektor swasta. Di sisi lain, sektor swasta diharapkan dapat berinvestasi dalam teknologi dan pengelolaan sampah yang inovatif, sementara masyarakat perlu didorong untuk mendukung upaya pengurangan sampah melalui kesadaran akan pentingnya pengelolaan sampah yang bertanggung jawab. Sehingga permasalahan penumpukan sampah dapat teratasi dengan sistem yang baik dan berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad FYN. Tantangan dan peluang implementasi kebijakan zero waste di kota baubau. *Journal Publicuho*. 2024;7(1):212–23.
- Antara News [Internet]. 2024 [cited 2024 Oct 26]. KLHK luncurkan Zero Waste Zero Emission 2050 tekan emisi dari sampah - ANTARA News. Available from: <https://www.antarane.ws.com/berita/4199667/klhk-luncurkan-zero-waste-zero-emission-2050-tekan-emisi-dari-sampah?form=MG0AV3>
- Chaerul M, Wardhani AK. Refuse Derived Fuel (RDF) dari Sampah Perkotaan dengan Proses Biodrying. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*. 2020;17(1):62–74.
- Den Boer E, Jędrzak A. Performance of mechanical biological treatment of residual municipal waste in Poland. In: *E3S Web of Conferences*. EDP Sciences; 2017. <https://www.tutorialspoint.com/mechanical-biological-treatment-system-for-waste-management?form=MG0AV3> [Internet]. [cited 2024 Oct 22]. Mechanical Biological Treatment System for Waste Management. Available from: <https://www.tutorialspoint.com/mechanical-biological-treatment-system-for-waste-management?form=MG0AV3>
- Khairunisa NS, Safitri DR. Integrasi data sampah sebagai upaya mewujudkan zero waste management: Studi kasus di kota Bandung. *Jurnal Analisa Sosiologi*. 2020;9.
- KOLABORASI BERSAMA WUJUDKAN SEKOLAH TANPA SAMPAH PLASTIK | Global Environmental Conservation Organization - WWF Indonesia [Internet]. [cited 2024 Oct 27]. Available from: <http://www.wwf.id/id/blog/kolaborasi-bersama-wujudkan-sekolah-tanpa-sampah-plastik>
- Masalah Sampah di Indonesia Belum Terkendali, Hasilkan 69 Juta Ton Setiap Tahun - Hot Liputan6.com [Internet]. [cited 2024 Oct 22]. Available from: <https://www.liputan6.com/hot/read/5704909/masalah-sampah-di-indonesia-belum-terkendali-hasilkan-69-juta-ton-setiap-tahun?form=MG0AV3>
- Maulidayanti EM, Yuliani M, Robbani MH, Wiharja W, Hambali E, Setyaningsih D. Evaluasi Produksi Refuse-Derived Fuel (RDF) dari Sampah Perkotaan (Studi Kasus: RDF Plant di Kabupaten Cilacap). *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 2024;25(2):179–89.
- PPID | Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan | KLHK: Indonesia Memasuki Era Baru Pengelolaan Sampah [Internet]. [cited 2024 Oct 26]. Available from: [https://ppid.menlhk.go.id/siaran\\_pers/browse/2329?form=MG0AV3](https://ppid.menlhk.go.id/siaran_pers/browse/2329?form=MG0AV3)
- PPID | Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan | Rakornas PSLB3 2024, Pemantapan Kolaborasi Stakeholders Menuju Zero Waste Zero Emission 2050 [Internet]. [cited 2024 Oct 27]. Available from: <https://ppid.menlhk.go.id/berita/siaran-pers/7796/rakornas-pslb3-2024-pemantapan-kolaborasi-stakeholders-menuju-zero-waste-zero-emission-2050>
- Putranto FR, Yuniningsih T, Dwimawanti IH. Analisis Kebijakan Pengelolaan Sampah Di Kabupaten Banyumas. *Journal of Public Policy and Management Review*. 2022;12(1):73–89.
- Rahmawati AF, Syamsu FD. Analisis pengelolaan sampah berkelanjutan pada wilayah perkotaan di indonesia. *Jurnal Binagogik*. 2021;8(1):1–12.
- SIPSN - Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional [Internet]. [cited 2024 Oct 23]. Available from: <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>
- Suaib H, Rakia ASRS, Purnomo A, Ohorella HM. Pengantar Kebijakan Publik. *Humanities Genius*;

2022.

- Suchowska-Kisielewicz M, Sadecka Z, Myszograj S, Płuciennik E. Mechanical-biological treatment of municipal solid waste in Poland - Case studies. *Environ Eng Manag J*. 2017;16(2):481–91.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah | NAWASIS – National Water and Sanitation Information Services [Internet]. [cited 2024 Oct 23]. Available from: <https://www.nawasis.org/portal/digilib/read/undang-undang-republik-indonesia-nomor-18-tahun-2008-tentang-pengelolaan-sampah/1125>
- Veriyani V, Parahita BN, Trinugraha YH. Kolaborasi Stakeholders Dalam Pengembangan Ruang Publik. *Jurnal Kebijakan Publik*. 2023;14(2):242.
- Waste4 Change [Internet]. 2019 [cited 2024 Oct 26]. 5 Peraturan Terkait Sampah di Indonesia yang Perlu Anda Ketahui - Artikel dan berita pengelolaan sampah dari Waste4Change. Available from: <https://waste4change.com/blog/5-peraturan-limbah-indonesia/?form=MG0AV3>
- Webinar on Mechanical-Biological Treatment (MBT) The CCET guideline series on intermediate municipal solid waste treatment technologies. [cited 2024 Oct 26]; Available from: [https://form.iges.or.jp/webapp/form/11205\\_zoq\\_394/index.do](https://form.iges.or.jp/webapp/form/11205_zoq_394/index.do)
- Zaman AU, Lehmann S. The zero waste index: a performance measurement tool for waste management systems in a ‘zero waste city.’ *J Clean Prod*. 2013;50:123–32.