



## Peran TPS3R dalam Pengelolaan Sampah Botol Plastik di Kota Bogor (Studi Kasus Tempat Pengolahan Sampah *Reduce, Reuse, Recycle* (TPS3R) *Eco Techno Park* Universitas Ibn Khaldun Bogor)

Usep Saripudin<sup>1\*</sup>, Rimun Wibowo<sup>2</sup>, Gunawan Ismail<sup>3</sup>, Najamudin<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup>Program Studi Ilmu Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor, Indonesia

Email: [usepbogor@gmail.com](mailto:usepbogor@gmail.com)<sup>1-3</sup>, [najamudin@uika-bogor.ac.id](mailto:najamudin@uika-bogor.ac.id)<sup>4</sup>

\*Penulis Korespondensi: [usepbogor@gmail.com](mailto:usepbogor@gmail.com)

**Abstract.** *Plastic waste, particularly plastic bottles, has become one of the major challenges in urban environmental management due to its increasing volume and potential to pollute ecosystems. In Bogor City, plastic waste constitutes a significant proportion of daily municipal solid waste, highlighting the need for effective and sustainable waste management models. This study aims to analyze the role of the Reduce, Reuse, Recycle Waste Processing Facility (TPS3R) in managing plastic bottle waste in Bogor City, with a case study of the Eco Techno Park at Ibn Khaldun University (UIKA) Bogor. The research employed a descriptive qualitative method using a case study approach. Data were collected through field observations, in-depth interviews with facility managers, and reviews of relevant documents and literature. The findings indicate that the TPS3R Eco Techno Park has successfully implemented the 3R principles through an integrated system supported by environmentally friendly technologies and a circular economy framework. Plastic bottle waste is managed through sorting, shredding, and recycling processes to produce value-added products, including plastic pellets, handicrafts, and construction materials. In addition, organic waste management is integrated through the cultivation of Black Soldier Fly (BSF) larvae. The facility has contributed to reducing the volume of waste sent to landfills by approximately 18%. The study implies that strengthening regulatory support, enhancing community participation, and developing circular economy-based business models are essential to ensure the long-term sustainability of waste management programs and support Bogor City's waste reduction targets.*

**Keywords:** *Bogor City; Circular Economy; Eco Techno Park; Plastic Bottle Waste; TPS3R.*

**Abstrak.** Permasalahan sampah plastik, khususnya botol plastik, menjadi salah satu tantangan utama pengelolaan lingkungan perkotaan karena jumlahnya yang terus meningkat dan berpotensi mencemari ekosistem. Di Kota Bogor, sampah plastik menyumbang proporsi yang cukup signifikan terhadap total timbulan sampah harian sehingga diperlukan model pengelolaan yang efektif dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran Tempat Pengolahan Sampah *Reduce, Reuse, Recycle* (TPS3R) dalam pengelolaan sampah botol plastik di Kota Bogor dengan studi kasus pada *Eco Techno Park* Universitas Ibn Khaldun (UIKA) Bogor. Penelitian menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus. Data diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara mendalam dengan pengelola, serta analisis dokumen dan literatur yang relevan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa TPS3R *Eco Techno Park* UIKA Bogor telah menerapkan prinsip 3R secara terintegrasi dengan teknologi ramah lingkungan dan pendekatan ekonomi sirkular. Pengelolaan sampah botol plastik dilakukan melalui proses pemilahan, pencacahan, dan daur ulang menjadi produk bernilai ekonomi seperti bijih plastik, kerajinan tangan, dan material bangunan. Selain itu, pengelolaan sampah organik diintegrasikan melalui budidaya maggot *Black Soldier Fly* (BSF). Keberadaan TPS3R mampu mengurangi volume sampah yang masuk ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) hingga 18%. Implikasi penelitian ini menegaskan pentingnya penguatan regulasi, peningkatan partisipasi masyarakat, serta pengembangan model bisnis berbasis ekonomi sirkular guna mendukung keberlanjutan pengelolaan sampah dan pencapaian target pengurangan sampah di Kota Bogor.

**Kata Kunci:** *Eco Techno Park; Ekonomi Sirkular; Kota Bogor; Sampah Botol Plastik; TPS3R.*

### 1. LATAR BELAKANG

Pertumbuhan penduduk dengan populasi yang tinggi dan ekspansi kegiatan ekonomi di wilayah perkotaan secara langsung berkorelasi dengan peningkatan volume produksi sampah (Damanhuri & Padmi, 2020; Suma'mur, 2021). Kota Bogor, sebagai salah satu kota penyangga ibu kota, diproyeksikan memiliki jumlah penduduk mencapai 1.083.780 jiwa pada akhir tahun

2025, dan akan terus meningkat menjadi 1.110.510 jiwa pada tahun 2030 mendatang (RPJMD Walikota Bogor 2025–2029; Perda Kota Bogor Nomor 5 Tahun 2025; BPS Jawa Barat, 2020). Kondisi ini membawa tantangan kompleks dalam pengelolaan sampah, khususnya sampah berbahan dasar plastik (Plastic Smart Cities, 2021).

Menurut data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), timbulan sampah Indonesia pada tahun 2023 mencapai 56,63 juta ton. Namun, baru 39,01% (22,09 juta ton) yang dikelola secara layak. Mayoritas sisanya masih dibuang ke TPA terbuka (*open dumping*) yang mencemari lingkungan dan tidak memenuhi standar pengelolaan modern, sehingga melanggar Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah. Dari total 550 TPA di Indonesia, sebanyak 343 unit tengah diawasi untuk menghentikan praktik pembuangan terbuka, dan banyak di antaranya telah melebihi kapasitas tampung, mengindikasikan kondisi darurat persampahan yang memerlukan penanganan segera.

Indonesia menghasilkan sekitar 33 juta metrik ton sampah per tahun, di mana 17,9% di antaranya dikategorikan sebagai sampah plastik (KLHK, 2021). Sampah plastik menjadi permasalahan lingkungan yang krusial karena sifatnya yang sulit terurai secara alami dalam jangka waktu lama. Keberadaannya dapat mencemari tanah, badan air, serta terakumulasi dalam ekosistem laut, yang berujung pada gangguan kesehatan biota dan kerusakan ekologis. Partikel mikroplastik yang terbentuk dari degradasi plastik diketahui telah masuk ke dalam rantai makanan manusia dan hewan, menimbulkan risiko kesehatan jangka panjang (UIKA & BRIN, 2025). Di wilayah Kota Bogor, komposisi sampah plastik berkisar antara 2–29% dari total timbulan sampah, dengan jenis dominan berupa kemasan makanan dan botol air minum sekali pakai (Ratnawati dkk., 2023).

Pemerintah Kota Bogor telah berkomitmen untuk menekan angka sampah plastik melalui berbagai kebijakan dan program strategis, salah satunya adalah partisipasi dalam inisiatif *Plastic Smart Cities*, menjadikan Bogor sebagai kota pertama di Indonesia yang menerapkan program tersebut. Target yang ditetapkan adalah pengurangan sampah plastik yang dibuang ke lingkungan sebesar 30% di lokasi percontohan dan 20% secara kota pada tahun 2025. Langkah ini merupakan respon atas penumpukan sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Galuga yang sudah beroperasi melebihi kapasitas (Plastic Smart Cities, 2021).

Salah satu strategi utama dalam pengelolaan sampah berkelanjutan adalah penguatan peran Tempat Pengolahan Sampah *Reduce, Reuse, Recycle* (TPS3R). Hingga tahun 2025, Kota Bogor telah memiliki 33 unit TPS3R dan 349 unit Bank Sampah yang berperan aktif dalam penanganan sampah di tingkat masyarakat. TPS3R berfungsi sebagai fasilitas pemulihan material yang mengolah sampah dari hulu guna mengurangi beban pembuangan ke TPA, serta

menjadi jembatan antara masyarakat dan sistem pengelolaan sampah kota (Plastic Smart Cities, 2021).

Universitas Ibn Khaldun (UIKA) Bogor melalui Fakultas Teknik dan Sains mengembangkan *Eco Techno Park* sebagai pusat inovasi, edukasi, dan implementasi teknologi pengelolaan sampah yang terintegrasi dengan bank sampah dan TPS3R. Fasilitas ini tidak hanya berfokus pada riset, tetapi juga penerapan nyata dalam pengolahan sampah organik dan anorganik, termasuk sampah botol plastik. Program ini mengembangkan prinsip dasar 3R menjadi konsep 10R (*Refuse, Rethink, Reduce, Repair, Refurbish, Remanufacture, Repurpose, Recycle, Recover, Return*) yang selaras dengan prinsip ekonomi sirkular modern, di mana limbah dipandang sebagai sumber daya yang bernilai (FTS UIKA, 2025).

Penelitian ini disusun untuk menganalisis secara mendalam peran strategis TPS3R *Eco Techno Park* UIKA Bogor dalam pengelolaan sampah botol plastik, mengidentifikasi tantangan yang dihadapi, serta merumuskan strategi optimalisasi yang dapat direplikasi di wilayah lain sebagai model pengelolaan sampah berkelanjutan.

## **2. KAJIAN TEORITIS**

### **Pengelolaan Sampah Berkelanjutan**

Pengelolaan sampah berkelanjutan juga berkaitan erat dengan penerapan prinsip ekonomi sirkular (*circular economy*), yaitu suatu pendekatan yang bertujuan mempertahankan nilai material dan sumber daya selama mungkin dalam siklus ekonomi. Melalui konsep ini, sampah tidak lagi dipandang sebagai limbah yang harus dibuang, melainkan sebagai sumber daya yang dapat diolah kembali menjadi produk baru atau bahan baku industri. Penerapan ekonomi sirkular dalam pengelolaan sampah mampu mengurangi eksploitasi sumber daya alam, menekan emisi gas rumah kaca, serta menciptakan peluang ekonomi baru melalui kegiatan daur ulang dan pemanfaatan kembali material.

Selain aspek lingkungan dan ekonomi, keberlanjutan pengelolaan sampah juga dipengaruhi oleh faktor edukasi dan partisipasi masyarakat. Kesadaran masyarakat dalam melakukan pemilahan sampah sejak dari sumber menjadi langkah penting untuk meningkatkan efektivitas sistem pengelolaan yang diterapkan. Program sosialisasi, kampanye lingkungan, dan pendidikan mengenai pengurangan sampah dapat mendorong perubahan perilaku masyarakat menuju pola konsumsi yang lebih bertanggung jawab. Dengan meningkatnya partisipasi masyarakat, volume sampah yang berakhir di tempat pembuangan akhir dapat ditekan secara signifikan.

Perkembangan teknologi turut memberikan kontribusi dalam mewujudkan sistem pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan. Berbagai inovasi seperti teknologi pengolahan sampah menjadi energi, sistem pemantauan pengangkutan berbasis digital, serta fasilitas daur ulang modern telah banyak diterapkan di berbagai kota. Pemanfaatan teknologi tersebut dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi biaya pengelolaan, dan memperbaiki kualitas lingkungan perkotaan. Oleh karena itu, integrasi antara kebijakan pemerintah, partisipasi masyarakat, dan dukungan teknologi menjadi faktor kunci dalam menciptakan sistem pengelolaan sampah yang berkelanjutan dan efektif.

### **Konsep 3R dan Transformasi Menuju Ekonomi Sirkular**

Penerapan prinsip 3R menjadi langkah dasar dan strategis dalam pengelolaan sampah yang berkelanjutan. Langkah *Reduce* menekankan perubahan perilaku dan efisiensi produksi agar limbah tidak tercipta sejak awal, yang merupakan cara paling efektif untuk menekan volume sampah. Selanjutnya, *Reuse* memperpanjang umur pakai barang atau kemasan secara langsung tanpa proses pengolahan rumit, sehingga mengurangi kebutuhan akan bahan baku baru. Sementara itu, *Recycle* berperan memproses limbah yang sudah tidak dapat digunakan kembali menjadi produk baru, sehingga material tersebut tetap memiliki nilai manfaat dan tidak langsung berakhir di tempat pembuangan akhir. Ketiga prinsip ini membentuk fondasi pengelolaan limbah yang tidak hanya berfokus pada penanganan setelah sampah terbentuk, tetapi juga pada pencegahan dan pemanfaatan kembali sumber daya.

Perkembangan menuju konsep 10R menunjukkan perluasan wawasan dalam pengelolaan sumber daya yang lebih mendalam dan terstruktur. Penambahan prinsip seperti *Refuse* dan *Rethink* mengajak pelaku industri dan masyarakat untuk lebih kritis dalam memilih barang dan merancang produk agar lebih awet dan ramah lingkungan sejak tahap perencanaan. Prinsip seperti *Repair*, *Refurbish*, dan *Remanufacture* memberikan solusi agar barang yang rusak atau sudah usang tidak dibuang begitu saja, melainkan dikembalikan ke kondisi berfungsi kembali. Sementara itu, prinsip lanjutan seperti *Repurpose*, *Recover*, dan *Return* memastikan bahwa setiap sisa material tetap dimanfaatkan fungsinya atau energinya, dan jika sudah tidak ada gunanya lagi, dikembalikan ke alam dengan cara yang aman dan tidak merusak lingkungan.

Transformasi dari ekonomi linear menuju ekonomi sirkular menjadikan prinsip 3R dan 10R sebagai tulang punggung sistem ekonomi yang berkelanjutan. Berbeda dengan ekonomi linear yang memanfaatkan sumber daya lalu membuangnya setelah dipakai, ekonomi sirkular menerapkan siklus tertutup di mana nilai material dan energi dijaga selama mungkin melalui desain ulang, perbaikan, dan daur ulang. Model ini tidak hanya mengurangi ketergantungan pada pengambilan sumber daya alam baru, tetapi juga meminimalkan limbah yang dihasilkan,

sehingga mendukung keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi dan kelestarian lingkungan. Dengan menerapkan prinsip-prinsip tersebut, ekonomi sirkular menciptakan sistem di mana setiap produk dan material memiliki peran dan nilai yang berkelanjutan, mendukung ketahanan ekonomi dan keberlanjutan lingkungan jangka panjang

### **TPS3R dan Mekanisme Pengelolaannya**

TPS3R memiliki peran strategis dalam mengurangi beban tempat pemrosesan akhir (TPA) melalui pengolahan sampah sedekat mungkin dengan sumbernya. Dengan adanya proses pemilahan dan pengolahan di tingkat masyarakat, volume sampah yang harus diangkut ke TPA dapat berkurang secara signifikan. Selain menekan biaya transportasi dan operasional pengangkutan, sistem ini juga membantu memperpanjang umur layanan TPA yang sering menghadapi permasalahan kapasitas.

Dalam mekanisme pengelolaannya, TPS3R umumnya melibatkan beberapa tahapan, yaitu pengumpulan sampah dari rumah tangga, pemilahan berdasarkan jenis material, pengolahan sampah organik, serta penjualan atau distribusi material yang dapat didaur ulang. Sampah organik biasanya diolah menjadi kompos atau dimanfaatkan sebagai pakan maggot, sedangkan sampah anorganik seperti plastik, kertas, dan logam dipilah untuk dijual kepada pengepul atau industri daur ulang. Sistem ini memungkinkan terciptanya nilai ekonomi dari sampah yang sebelumnya dianggap tidak bernilai.

Keberlanjutan TPS3R memerlukan sistem manajemen yang baik, termasuk pencatatan operasional, pengelolaan keuangan, serta pengembangan sumber daya manusia. Pelatihan bagi pengelola dan masyarakat menjadi faktor penting untuk meningkatkan kualitas pengelolaan dan efisiensi operasional. Selain itu, kemitraan dengan pemerintah daerah, sektor swasta, dan lembaga masyarakat dapat memperkuat kapasitas TPS3R dalam menghadapi tantangan teknis maupun finansial sehingga mampu beroperasi secara berkelanjutan.

### **Sampah Plastik dan Dampak Lingkungan**

Peningkatan konsumsi produk berbahan plastik telah menyebabkan timbunan sampah plastik terus meningkat dari tahun ke tahun. Kemudahan penggunaan, daya tahan tinggi, dan harga yang relatif murah menjadikan plastik sebagai material yang dominan dalam berbagai sektor kehidupan. Namun, rendahnya tingkat pengumpulan dan daur ulang menyebabkan sebagian besar sampah plastik berakhir di lingkungan, baik di daratan maupun perairan, sehingga menimbulkan berbagai permasalahan ekologis. Keberadaan sampah plastik di lingkungan dapat mengganggu fungsi ekosistem dan mengancam keanekaragaman hayati. Hewan darat maupun laut sering kali salah mengidentifikasi plastik sebagai makanan, yang dapat menyebabkan gangguan pencernaan, kelaparan, hingga kematian. Selain itu, plastik yang

terpapar sinar matahari dan proses pelapukan akan terfragmentasi menjadi mikroplastik yang lebih sulit dikendalikan dan berpotensi menyebar ke berbagai kompartemen lingkungan.

Dampak sampah plastik tidak hanya terbatas pada aspek lingkungan, tetapi juga memengaruhi aspek sosial dan ekonomi. Tumpukan sampah plastik dapat menurunkan kualitas estetika lingkungan, menyumbat saluran drainase, serta meningkatkan risiko banjir di kawasan perkotaan. Biaya yang harus dikeluarkan pemerintah untuk membersihkan dan menangani pencemaran plastik juga cukup besar. Oleh karena itu, upaya pengurangan penggunaan plastik sekali pakai, peningkatan daur ulang, serta edukasi masyarakat menjadi langkah penting dalam mengatasi permasalahan tersebut.

### **Penerapan Teknologi Ramah Lingkungan**

Penerapan teknologi ramah lingkungan dalam pengelolaan sampah bertujuan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan sekaligus meningkatkan pemanfaatan sumber daya yang terkandung dalam limbah. Teknologi yang digunakan harus mempertimbangkan aspek keberlanjutan, efisiensi energi, dan kemudahan penerapan oleh masyarakat. Dengan pemilihan teknologi yang tepat, proses pengolahan sampah dapat berjalan lebih efektif dan menghasilkan produk yang bernilai guna.

Salah satu teknologi yang berkembang pesat adalah pemanfaatan larva Black Soldier Fly (BSF) atau maggot untuk mengolah sampah organik. Teknologi ini mampu mempercepat proses dekomposisi bahan organik dibandingkan metode konvensional serta menghasilkan produk sampingan berupa biomassa larva yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak atau ikan. Selain mengurangi volume sampah, metode ini juga memberikan manfaat ekonomi bagi pengelola dan masyarakat sekitar.

Di bidang pengolahan sampah anorganik, berbagai inovasi telah dikembangkan untuk meningkatkan nilai tambah material hasil daur ulang. Plastik bekas dapat diolah menjadi bijih plastik, bahan bangunan, kerajinan, maupun produk lainnya yang memiliki nilai jual. Penggunaan mesin pencacah, mesin pencuci plastik, dan peralatan pendukung lainnya dapat meningkatkan kualitas hasil daur ulang sehingga lebih mudah diterima oleh industri. Dengan demikian, penerapan teknologi ramah lingkungan tidak hanya mendukung pelestarian lingkungan, tetapi juga berkontribusi pada pengembangan ekonomi sirkular dan peningkatan kesejahteraan masyarakat.

### **3. METODE PENELITIAN**

#### **Lokasi dan Waktu Penelitian**

Keempat lokasi penelitian dipilih karena memiliki karakteristik pengelolaan sampah yang berbeda namun sama-sama menerapkan prinsip pengurangan, penggunaan kembali, dan daur ulang sampah. Variasi karakteristik tersebut memberikan kesempatan bagi peneliti untuk memperoleh gambaran yang lebih luas mengenai praktik pengelolaan sampah botol plastik pada TPS3R di Kota Bogor. Selain itu, setiap lokasi memiliki tingkat partisipasi masyarakat, kapasitas pengolahan, dan sistem operasional yang berbeda sehingga dapat menjadi bahan perbandingan dalam analisis penelitian.

Pelaksanaan penelitian selama enam bulan memungkinkan peneliti melakukan pengamatan secara berkelanjutan terhadap aktivitas pengelolaan sampah yang berlangsung di masing-masing TPS3R. Rentang waktu tersebut juga memberikan kesempatan untuk mengumpulkan data yang lebih lengkap melalui observasi lapangan, wawancara dengan pengelola, serta dokumentasi kegiatan operasional. Dengan demikian, data yang diperoleh diharapkan mampu menggambarkan kondisi nyata pengelolaan sampah botol plastik secara lebih akurat dan mendalam.

#### **Jenis Penelitian**

Pendekatan kualitatif dalam penelitian ini menempatkan peneliti sebagai instrumen utama dalam proses pengumpulan dan analisis data. Melalui interaksi langsung dengan pengelola TPS3R, masyarakat, dan pihak terkait lainnya, peneliti dapat memperoleh informasi yang lebih mendalam mengenai proses pengelolaan sampah botol plastik, kendala yang dihadapi, serta strategi yang diterapkan untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan. Pendekatan ini memungkinkan pengungkapan berbagai aspek yang sulit diukur secara kuantitatif, seperti persepsi, motivasi, dan tingkat partisipasi masyarakat.

Metode studi kasus dipilih karena mampu memberikan pemahaman yang rinci terhadap fenomena yang diteliti dalam konteks kehidupan nyata. Melalui kajian pada beberapa TPS3R yang menjadi objek penelitian, peneliti dapat mengidentifikasi pola pengelolaan, faktor pendukung, dan faktor penghambat yang memengaruhi keberhasilan pengelolaan sampah botol plastik. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi sumber informasi dan referensi bagi pengembangan sistem pengelolaan sampah berbasis masyarakat yang lebih efektif dan berkelanjutan di masa mendatang.

#### **Sumber Data**

Penggunaan data primer dan data sekunder dalam penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi yang komprehensif mengenai pengelolaan sampah botol plastik di

TPS3R. Data primer memberikan gambaran aktual mengenai kondisi lapangan, proses operasional, serta persepsi para pelaku yang terlibat dalam pengelolaan sampah. Sementara itu, data sekunder berfungsi sebagai sumber pendukung untuk memperkuat hasil temuan lapangan dan memberikan konteks yang lebih luas terkait kebijakan serta kondisi pengelolaan sampah di Kota Bogor.

Kombinasi kedua jenis data tersebut memungkinkan peneliti melakukan proses verifikasi dan perbandingan informasi sehingga meningkatkan kualitas hasil penelitian. Data yang diperoleh dari berbagai sumber juga membantu dalam mengidentifikasi kesesuaian antara kebijakan yang berlaku dengan praktik pengelolaan sampah yang diterapkan di lapangan. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan memiliki tingkat keakuratan dan kredibilitas yang lebih baik.

### **Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data yang beragam digunakan untuk memperoleh informasi yang mendalam dan menyeluruh mengenai objek penelitian. Observasi dilakukan secara langsung pada kegiatan operasional TPS3R untuk memahami alur pengelolaan sampah botol plastik mulai dari tahap penerimaan hingga pengolahan akhir. Melalui pengamatan langsung, peneliti dapat mengidentifikasi kondisi fasilitas, efektivitas proses kerja, serta keterlibatan masyarakat dalam kegiatan pengelolaan sampah.

Wawancara mendalam dan studi dokumentasi digunakan sebagai pelengkap untuk memperoleh informasi yang tidak dapat diamati secara langsung. Wawancara memungkinkan peneliti menggali pengalaman, pandangan, serta strategi yang diterapkan oleh para pengelola dan pemangku kepentingan. Sementara itu, studi dokumentasi berfungsi untuk memperoleh data historis, administratif, dan kebijakan yang berkaitan dengan pengelolaan sampah. Kombinasi ketiga teknik tersebut diharapkan mampu menghasilkan data yang lengkap dan saling mendukung dalam proses analisis.

### **Analisis Data**

Analisis data dilakukan sejak awal proses pengumpulan data dan berlangsung secara terus-menerus hingga penelitian selesai. Model analisis interaktif Miles dan Huberman dipilih karena memungkinkan peneliti untuk melakukan pengolahan data secara sistematis melalui proses reduksi, penyajian, dan penarikan kesimpulan. Ketiga tahapan tersebut saling berkaitan dan dilakukan secara berulang sehingga hasil analisis dapat berkembang seiring bertambahnya data yang diperoleh dari lapangan. Dalam proses analisis, peneliti berupaya mengidentifikasi tema-tema penting, pola hubungan, serta faktor-faktor yang memengaruhi pengelolaan sampah botol plastik di TPS3R. Hasil interpretasi data kemudian dibandingkan dengan teori, hasil

penelitian terdahulu, dan kondisi empiris yang ditemukan selama penelitian berlangsung. Melalui proses triangulasi sumber dan teknik, keabsahan data dapat diuji sehingga kesimpulan yang dihasilkan memiliki tingkat validitas dan reliabilitas yang lebih tinggi serta mampu menjawab tujuan penelitian secara tepat.

#### **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

##### **Profil *Eco Techno Park* UIKA Bogor**

*Eco Techno Park* UIKA Bogor tidak hanya berfungsi sebagai fasilitas pengolahan sampah, tetapi juga sebagai laboratorium pembelajaran yang menghubungkan kegiatan akademik dengan kebutuhan masyarakat. Keberadaan fasilitas ini memberikan kesempatan bagi mahasiswa, dosen, dan peneliti untuk mengembangkan berbagai inovasi teknologi pengelolaan sampah yang dapat diterapkan secara langsung di lapangan. Dengan demikian, *Eco Techno Park* menjadi sarana implementasi konsep pembelajaran berbasis praktik dan pengabdian kepada masyarakat.

Sebagai pusat inovasi lingkungan, *Eco Techno Park* secara aktif menjalin kerja sama dengan pemerintah daerah, komunitas lingkungan, sekolah, dan pelaku usaha. Kolaborasi tersebut bertujuan untuk memperluas jangkauan edukasi mengenai pengelolaan sampah berkelanjutan sekaligus mendorong terciptanya sinergi antar pemangku kepentingan. Melalui berbagai kegiatan pelatihan, seminar, dan kunjungan edukatif, fasilitas ini berupaya meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pengurangan dan pemanfaatan kembali sampah.

Keunggulan lain dari *Eco Techno Park* adalah penerapan konsep pengelolaan sampah terpadu yang mengombinasikan aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi. Sistem yang diterapkan tidak hanya berorientasi pada pengurangan volume sampah, tetapi juga pada penciptaan nilai tambah melalui proses daur ulang dan pemanfaatan hasil olahan sampah. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular yang menempatkan sampah sebagai sumber daya yang masih memiliki nilai guna dan nilai ekonomi.

Hasil observasi menunjukkan bahwa fasilitas yang tersedia telah mendukung pelaksanaan pengelolaan sampah secara efektif. Penataan area kerja yang terintegrasi memungkinkan proses pengumpulan, pemilahan, pengolahan, hingga penyimpanan hasil daur ulang berjalan secara sistematis. Kondisi tersebut menjadi salah satu faktor yang mendukung keberhasilan operasional *Eco Techno Park* sebagai model pengelolaan sampah berkelanjutan di lingkungan pendidikan dan masyarakat.

## **Sistem Pemilahan dan Pengumpulan**

Sistem pemilahan yang diterapkan di *Eco Techno Park* menempatkan pemisahan sampah dari sumber sebagai tahap yang sangat penting dalam keseluruhan proses pengelolaan. Sampah yang telah dipilah sejak awal akan lebih mudah diolah karena tingkat kontaminasinya lebih rendah dibandingkan sampah campuran. Hal ini berdampak langsung pada peningkatan kualitas bahan baku daur ulang dan efisiensi proses pengolahan berikutnya.

Partisipasi masyarakat dan civitas akademika menjadi faktor pendukung utama keberhasilan sistem pengumpulan sampah. Berdasarkan hasil wawancara dengan pengelola, berbagai kegiatan sosialisasi dan edukasi rutin dilakukan untuk meningkatkan kesadaran warga mengenai pentingnya memilah sampah berdasarkan jenisnya. Keterlibatan aktif masyarakat menunjukkan bahwa pendekatan berbasis partisipasi mampu meningkatkan efektivitas sistem pengelolaan sampah yang diterapkan.

Keberadaan jaringan kerja sama dengan TPS3R dan bank sampah lainnya turut memperkuat ketersediaan pasokan material plastik yang dapat didaur ulang. Melalui kerja sama tersebut, *Eco Techno Park* memperoleh bahan baku dalam jumlah yang lebih stabil sehingga proses produksi dapat berjalan secara berkelanjutan. Selain itu, kemitraan ini juga membuka peluang pertukaran pengetahuan dan pengalaman terkait pengelolaan sampah antar lembaga.

Dari hasil pengamatan lapangan, botol plastik jenis PET merupakan material yang paling banyak diterima dan diolah. Tingginya jumlah botol PET disebabkan oleh luasnya penggunaan kemasan minuman berbahan tersebut dalam kehidupan sehari-hari. Nilai jual yang relatif tinggi serta kemudahan proses daur ulang menjadikan PET sebagai komoditas utama yang memberikan kontribusi ekonomi bagi operasional fasilitas.

## **Proses Teknis Daur Ulang**

Tahapan teknis daur ulang yang diterapkan di *Eco Techno Park* menunjukkan adanya penerapan prosedur pengolahan yang sistematis dan terstandarisasi. Setiap tahap dirancang untuk menghasilkan material daur ulang dengan kualitas yang memenuhi kebutuhan industri. Proses yang berurutan mulai dari pencacahan hingga pembentukan bijih plastik memungkinkan material yang semula berupa limbah dapat kembali dimanfaatkan sebagai bahan baku produksi.

Proses pencacahan menjadi tahapan awal yang sangat penting karena berfungsi mengurangi ukuran material sehingga mempermudah proses penanganan berikutnya. Pengurangan volume sampah juga memberikan keuntungan dalam aspek penyimpanan dan transportasi. Semakin kecil ukuran material yang dihasilkan, semakin efisien proses pencucian dan pengeringan yang dilakukan pada tahap selanjutnya.

Tahap pencucian dan pengeringan berperan dalam meningkatkan kualitas hasil daur ulang. Kontaminan seperti tanah, sisa minuman, label, dan perekat harus dihilangkan agar tidak memengaruhi kualitas produk akhir. Hasil wawancara dengan pengelola menunjukkan bahwa kualitas bahan baku yang bersih akan meningkatkan harga jual bijih plastik sekaligus memperluas peluang pemasaran kepada industri pengguna material daur ulang.

Selain menghasilkan bijih plastik, pengembangan produk jadi menjadi strategi penting untuk meningkatkan nilai ekonomi sampah plastik. Produk seperti paving blok, kerajinan, dan peralatan rumah tangga memiliki nilai jual yang lebih tinggi dibandingkan bahan baku mentah. Diversifikasi produk juga membantu mengurangi ketergantungan terhadap fluktuasi harga pasar bijih plastik sehingga mendukung keberlanjutan ekonomi fasilitas pengolahan sampah.

### **Integrasi Pengelolaan Sampah Organik**

Salah satu keunggulan utama *Eco Techno Park* adalah penerapan sistem pengelolaan sampah terpadu yang mengombinasikan pengolahan sampah organik dan anorganik dalam satu kawasan. Sistem ini memungkinkan seluruh jenis sampah yang masuk dapat dikelola secara optimal sesuai karakteristiknya masing-masing. Pendekatan tersebut sejalan dengan prinsip pengelolaan sampah berkelanjutan yang menekankan pengurangan residu yang berakhir di tempat pemrosesan akhir.

Pemanfaatan teknologi budidaya maggot Black Soldier Fly (BSF) terbukti mampu mempercepat proses penguraian sampah organik. Larva BSF memiliki kemampuan mengonsumsi berbagai jenis limbah organik dalam jumlah besar sehingga volume sampah dapat berkurang secara signifikan dalam waktu yang relatif singkat. Teknologi ini juga tergolong ramah lingkungan karena tidak menghasilkan residu berbahaya dan dapat diterapkan dengan biaya operasional yang relatif rendah.

Produk yang dihasilkan dari sistem budidaya maggot memberikan manfaat ekonomi tambahan bagi pengelola. Biomassa maggot yang kaya protein memiliki nilai jual sebagai bahan pakan ternak dan ikan, sementara kasgot dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik untuk mendukung kegiatan pertanian dan penghijauan. Keberadaan produk sampingan tersebut menunjukkan bahwa limbah organik dapat diubah menjadi sumber daya yang bernilai ekonomi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi pengelolaan sampah organik dan anorganik mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan secara keseluruhan. Tidak hanya mengurangi jumlah sampah yang dikirim ke TPA, sistem ini juga menciptakan berbagai produk yang dapat dimanfaatkan kembali oleh masyarakat. Dengan demikian, *Eco Techno Park* telah menerapkan konsep ekonomi sirkular secara nyata melalui pemanfaatan kembali sumber daya

yang terkandung dalam sampah untuk menghasilkan manfaat lingkungan, sosial, dan ekonomi secara bersamaan.

## **Peran Strategis dalam Pengelolaan Sampah Kota Bogor**

### ***Kontribusi Pengurangan Volume Sampah***

Keberadaan *Eco Techno Park* UIKA Bogor menunjukkan bahwa fasilitas pengelolaan sampah berbasis komunitas dan teknologi dapat menjadi solusi pelengkap bagi sistem persampahan kota. Dengan mengolah sampah sebelum mencapai TPA, fasilitas ini berkontribusi dalam mengurangi volume sampah yang harus diangkut dan ditimbun. Kondisi tersebut sangat penting mengingat kapasitas TPA Galuga semakin terbatas akibat peningkatan timbulan sampah perkotaan setiap tahunnya.

Hasil observasi menunjukkan bahwa sebagian besar sampah plastik yang masuk ke *Eco Techno Park* dapat dimanfaatkan kembali melalui proses daur ulang sehingga tidak menjadi residu yang dibuang ke TPA. Selain itu, pengolahan sampah organik menggunakan teknologi maggot mampu mengurangi jumlah sampah basah yang selama ini mendominasi komposisi sampah rumah tangga. Pengurangan pada kedua jenis sampah tersebut memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi sistem pengelolaan sampah kota secara keseluruhan.

Dari perspektif lingkungan, berkurangnya volume sampah yang ditimbun di TPA turut mengurangi potensi pencemaran tanah, air, dan udara. Timbunan sampah yang lebih sedikit juga berkontribusi pada penurunan emisi gas metana yang dihasilkan dari proses pembusukan sampah organik. Dengan demikian, manfaat yang dihasilkan tidak hanya berupa pengurangan volume sampah, tetapi juga peningkatan kualitas lingkungan perkotaan secara umum.

Keberhasilan ini menunjukkan bahwa pengelolaan sampah berbasis ekonomi sirkular mampu menjadi strategi efektif dalam mendukung target pengurangan sampah daerah. Model yang diterapkan di *Eco Techno Park* dapat dijadikan contoh bagi TPS3R lain di Kota Bogor maupun daerah lain yang menghadapi permasalahan serupa. Semakin banyak fasilitas serupa yang dikembangkan, semakin besar pula kontribusi terhadap pengurangan beban TPA dan pencapaian target pengelolaan sampah nasional.

### ***Fungsi Edukasi dan Pelatihan***

Fungsi edukasi yang dijalankan *Eco Techno Park* menjadi salah satu aspek penting dalam mendukung keberhasilan pengelolaan sampah berkelanjutan. Edukasi yang diberikan tidak hanya berfokus pada aspek teknis pengolahan sampah, tetapi juga menanamkan kesadaran mengenai pentingnya perubahan perilaku dalam mengurangi timbulan sampah sejak dari sumbernya. Pendekatan ini dinilai efektif karena menyentuh akar permasalahan pengelolaan sampah yang sering kali berkaitan dengan kebiasaan masyarakat.

Program pelatihan yang dilaksanakan secara rutin memberikan kesempatan bagi peserta untuk memperoleh pengalaman langsung dalam mengelola sampah. Melalui metode praktik lapangan, peserta dapat memahami proses pemilahan, pengolahan organik menggunakan maggot, serta teknik daur ulang plastik menjadi produk bernilai ekonomi. Pengalaman tersebut membantu meningkatkan pemahaman sekaligus keterampilan yang dapat diterapkan di lingkungan masing-masing.

Berdasarkan hasil wawancara dengan pengelola, banyak peserta pelatihan yang kemudian mengembangkan kegiatan pengelolaan sampah secara mandiri di komunitasnya. Hal ini menunjukkan bahwa program edukasi tidak hanya menghasilkan peningkatan pengetahuan, tetapi juga mendorong munculnya agen perubahan yang mampu menyebarluaskan praktik pengelolaan sampah berkelanjutan kepada masyarakat yang lebih luas.

Selain mendukung pemberdayaan masyarakat, fungsi edukasi juga memberikan manfaat akademik bagi universitas. Mahasiswa dapat memanfaatkan fasilitas ini sebagai sarana penelitian, praktikum, dan pengembangan inovasi teknologi lingkungan. Dengan demikian, *Eco Techno Park* berperan sebagai pusat pembelajaran yang mengintegrasikan pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat dalam satu ekosistem yang saling mendukung.

### ***Jaringan Kolaborasi dan Kemitraan***

Keberhasilan pengelolaan sampah di *Eco Techno Park* tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak yang terlibat dalam jaringan kolaborasi dan kemitraan. Kerja sama dengan pemerintah daerah memberikan dukungan dalam bentuk kebijakan, pendampingan, serta akses terhadap data dan informasi yang dibutuhkan dalam pengembangan program. Hubungan yang baik dengan pemerintah juga membantu memastikan bahwa kegiatan yang dilakukan sejalan dengan strategi pengelolaan sampah daerah.

Kolaborasi dengan lembaga swadaya masyarakat dan organisasi lingkungan memberikan manfaat berupa peningkatan kapasitas kelembagaan serta akses terhadap berbagai program pendampingan. Lembaga-lembaga tersebut berperan dalam memperkuat aspek edukasi, pemberdayaan masyarakat, dan pengembangan jaringan yang lebih luas. Sinergi ini memungkinkan terjadinya pertukaran pengalaman dan praktik terbaik dalam pengelolaan sampah.

Kemitraan dengan sektor usaha memiliki peran penting dalam menciptakan keberlanjutan ekonomi fasilitas. Industri daur ulang berfungsi sebagai pasar bagi hasil pengolahan sampah, sedangkan perusahaan yang bergerak di bidang inovasi material membantu mengembangkan produk bernilai tambah yang lebih kompetitif. Hubungan ini

menciptakan rantai ekonomi yang mendukung keberlangsungan operasional pengelolaan sampah.

Melalui kolaborasi multipihak, *Eco Techno Park* mampu memperluas dampak positif yang dihasilkan. Setiap pihak memberikan kontribusi sesuai kapasitas dan keahliannya sehingga tercipta sistem pengelolaan sampah yang lebih kuat dan berkelanjutan. Model kemitraan seperti ini menjadi contoh penting dalam mewujudkan tata kelola lingkungan yang partisipatif dan kolaboratif.

### ***Tantangan dan Hambatan***

Meskipun menunjukkan berbagai keberhasilan, implementasi pengelolaan sampah di *Eco Techno Park* masih menghadapi sejumlah tantangan yang perlu mendapat perhatian. Tantangan utama berasal dari rendahnya tingkat kesadaran sebagian masyarakat dalam melakukan pemilahan sampah dari sumber. Sampah yang masih tercampur menyebabkan proses pemilahan menjadi lebih lama dan meningkatkan biaya operasional pengolahan.

Dari sisi teknis, kapasitas fasilitas yang tersedia belum sepenuhnya mampu mengakomodasi peningkatan volume sampah yang terus bertambah. Beberapa peralatan memerlukan pemeliharaan dan pembaruan agar dapat bekerja secara optimal. Keterbatasan lahan juga menjadi kendala dalam pengembangan fasilitas pengolahan yang lebih besar untuk menjangkau wilayah pelayanan yang lebih luas.

Aspek pembiayaan menjadi tantangan lain yang cukup signifikan. Pendapatan yang diperoleh dari penjualan produk daur ulang dan hasil budidaya maggot belum selalu mampu menutupi seluruh kebutuhan operasional. Fluktuasi harga material daur ulang di pasar juga memengaruhi stabilitas pendapatan sehingga diperlukan strategi diversifikasi usaha dan penguatan model bisnis yang lebih berkelanjutan.

Selain itu, dukungan regulasi dan koordinasi antar pemangku kepentingan masih perlu ditingkatkan. Kebijakan mengenai pemilahan sampah dari sumber memerlukan pengawasan dan penegakan yang lebih konsisten. Sinergi antara pemerintah, akademisi, dunia usaha, dan masyarakat perlu terus diperkuat agar berbagai kendala yang dihadapi dapat diatasi secara bersama-sama.

### ***Strategi Pengembangan***

Penguatan kelembagaan menjadi langkah awal yang penting untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah di *Eco Techno Park*. Struktur organisasi yang jelas, sistem administrasi yang transparan, serta peningkatan kapasitas sumber daya manusia akan mendukung terciptanya tata kelola yang profesional. Kelembagaan yang kuat juga menjadi

fondasi dalam menjalin kerja sama dengan berbagai pihak dan mengembangkan program secara berkelanjutan.

Pengembangan teknologi perlu terus dilakukan untuk meningkatkan efisiensi proses pengolahan dan kualitas produk yang dihasilkan. Pemanfaatan teknologi digital dalam pencatatan data, pemantauan operasional, dan pemasaran produk dapat membantu meningkatkan produktivitas. Selain itu, penelitian dan inovasi perlu diarahkan pada pengembangan produk daur ulang yang memiliki nilai ekonomi lebih tinggi dan peluang pasar yang lebih luas.

Pemberdayaan masyarakat harus menjadi bagian integral dalam strategi pengembangan. Edukasi yang berkelanjutan, pembentukan komunitas peduli lingkungan, serta pemberian insentif bagi masyarakat yang aktif melakukan pemilahan sampah dapat meningkatkan partisipasi publik. Semakin tinggi keterlibatan masyarakat, semakin besar peluang keberhasilan sistem pengelolaan sampah yang diterapkan.

Transformasi dari konsep 3R menuju 10R menjadi strategi jangka panjang yang sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular. Penerapan prinsip Refuse, Reduce, Reuse, Repair, Refurbish, Remanufacture, Repurpose, Recycle, Recover, dan Rethink memungkinkan pengelolaan sumber daya dilakukan secara lebih optimal. Dengan mengintegrasikan prinsip tersebut ke dalam kegiatan operasional dan program edukasi, *Eco Techno Park* berpotensi menjadi model pengelolaan sampah berkelanjutan yang lebih komprehensif dan adaptif terhadap tantangan masa depan.

### ***Implikasi Kebijakan***

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keberhasilan pengelolaan sampah di *Eco Techno Park* UIKA Bogor tidak hanya ditentukan oleh aspek teknis, tetapi juga oleh dukungan kebijakan yang memadai. Oleh karena itu, diperlukan kebijakan yang mampu menciptakan ekosistem pengelolaan sampah yang terintegrasi mulai dari tingkat lokal hingga nasional. Kebijakan yang tepat dapat memperkuat peran TPS3R sebagai ujung tombak pengelolaan sampah berbasis masyarakat sekaligus mendorong peningkatan partisipasi berbagai pemangku kepentingan.

Pada tingkat kota, pemerintah daerah perlu memperkuat regulasi terkait kewajiban pemilahan sampah dari sumber dengan mekanisme pengawasan yang jelas. Penerapan sistem insentif bagi masyarakat yang aktif melakukan pemilahan dan disinsentif bagi pelanggaran dapat menjadi instrumen untuk mendorong perubahan perilaku. Selain itu, TPS3R perlu diintegrasikan secara lebih sistematis ke dalam perencanaan dan sistem pengelolaan sampah

kota sehingga keberadaannya tidak hanya menjadi program pendukung, tetapi bagian penting dari strategi pengurangan sampah daerah.

Dukungan kebijakan juga perlu diwujudkan melalui peningkatan investasi pada infrastruktur dan pengembangan teknologi pengelolaan sampah. Pemerintah daerah dapat memfasilitasi akses pembiayaan, bantuan peralatan, serta kemudahan perizinan bagi pelaku usaha dan lembaga yang bergerak di bidang daur ulang. Langkah ini akan memperkuat rantai ekonomi sirkular sekaligus meningkatkan daya saing produk hasil daur ulang di pasar. Dengan dukungan yang memadai, TPS3R dan fasilitas serupa dapat berkembang menjadi unit usaha lingkungan yang mandiri dan berkelanjutan.

Pada tingkat nasional, penerapan kebijakan *Extended Producer Responsibility* (EPR) secara konsisten menjadi langkah strategis untuk mengurangi timbulan sampah, khususnya sampah plastik. Melalui kebijakan ini, produsen tidak hanya bertanggung jawab pada proses produksi, tetapi juga pada pengelolaan kemasan atau produk setelah digunakan oleh konsumen. Implementasi EPR yang efektif dapat memperkuat sistem pengumpulan dan daur ulang sampah sekaligus mendorong inovasi desain produk yang lebih ramah lingkungan.

Standarisasi pengelolaan TPS3R juga menjadi kebutuhan penting untuk memastikan kualitas layanan dan efektivitas operasional di berbagai daerah. Standar tersebut dapat mencakup aspek teknis pengolahan, kapasitas fasilitas, keselamatan kerja, tata kelola kelembagaan, hingga sistem pelaporan kinerja. Dengan adanya standar nasional, pengelolaan TPS3R dapat dilakukan secara lebih terukur dan memiliki acuan yang sama dalam mencapai target pengurangan sampah.

Selain itu, pemerintah pusat perlu menyediakan dukungan pendanaan yang berkelanjutan bagi pengembangan fasilitas pengelolaan sampah berbasis masyarakat. Dukungan ini dapat berupa hibah, bantuan sarana dan prasarana, program pendampingan teknis, maupun skema pembiayaan inovatif yang melibatkan sektor swasta. Ketersediaan sumber pendanaan yang memadai akan membantu TPS3R meningkatkan kapasitas layanan dan memperluas jangkauan manfaatnya kepada masyarakat.

Di lingkungan pendidikan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perguruan tinggi memiliki peran strategis dalam mendukung transformasi sistem pengelolaan sampah. Integrasi materi mengenai pengelolaan sampah, ekonomi sirkular, dan pembangunan berkelanjutan ke dalam kurikulum dapat membentuk generasi yang memiliki kesadaran lingkungan sejak dini. Pendidikan yang berorientasi pada praktik juga dapat meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam menghasilkan solusi nyata terhadap permasalahan lingkungan.

Perguruan tinggi juga dapat berperan sebagai pusat penelitian dan inovasi yang menghasilkan teknologi tepat guna dalam bidang pengelolaan sampah. Melalui kolaborasi antara akademisi, mahasiswa, pemerintah, dan industri, berbagai inovasi dapat dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi pengolahan serta nilai tambah produk hasil daur ulang. Pendekatan ini tidak hanya memberikan manfaat akademik, tetapi juga berkontribusi langsung terhadap penyelesaian permasalahan lingkungan di masyarakat.

Lebih lanjut, program pengabdian kepada masyarakat yang berkelanjutan perlu terus diperkuat untuk memperluas dampak positif yang dihasilkan oleh institusi pendidikan. Kegiatan pelatihan, pendampingan komunitas, serta pengembangan bank sampah dan TPS3R dapat menjadi sarana transfer pengetahuan dan teknologi kepada masyarakat. Dengan demikian, perguruan tinggi tidak hanya berfungsi sebagai pusat pendidikan, tetapi juga sebagai agen perubahan yang aktif dalam mewujudkan sistem pengelolaan sampah yang berkelanjutan dan berbasis ekonomi sirkular.

## **5. KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengelolaan sampah botol plastik di TPS3R *Eco Techno Park* UIKA Bogor, dapat disimpulkan bahwa fasilitas ini memiliki peran yang strategis dalam mendukung pengelolaan sampah berkelanjutan di Kota Bogor. Melalui penerapan prinsip Reduce, Reuse, dan Recycle (3R) yang dikembangkan menuju konsep 10R, *Eco Techno Park* berhasil mengelola sampah plastik secara lebih efektif dengan memanfaatkan teknologi ramah lingkungan. Sampah botol plastik yang sebelumnya menjadi limbah diolah menjadi berbagai produk bernilai ekonomi seperti bijih plastik, kerajinan, dan material bangunan sehingga mampu memberikan manfaat lingkungan sekaligus manfaat ekonomi.

Keunggulan utama yang dimiliki *Eco Techno Park* terletak pada penerapan sistem pengelolaan sampah terpadu yang mengintegrasikan pengolahan sampah anorganik dan organik dalam satu kawasan. Pengolahan sampah plastik dilakukan melalui proses daur ulang yang sistematis, sementara sampah organik dimanfaatkan melalui teknologi budidaya maggot Black Soldier Fly (BSF). Integrasi kedua sistem tersebut terbukti mampu meningkatkan efisiensi pengurangan volume sampah, meminimalkan residu yang dibuang ke tempat pemrosesan akhir (TPA), serta menciptakan sumber pendapatan tambahan melalui hasil produk olahan yang bernilai jual.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa keberadaan *Eco Techno Park* memberikan kontribusi nyata terhadap upaya pengurangan timbulan sampah di Kota Bogor. Fasilitas ini turut mendukung pengurangan beban sampah yang masuk ke TPA Galuga dan berkontribusi

terhadap pencapaian target pengurangan sampah plastik melalui kegiatan daur ulang dan pengolahan sampah organik. Selain itu, berbagai program edukasi, pelatihan, penelitian, dan kolaborasi yang dilakukan menjadikan *Eco Techno Park* tidak hanya sebagai fasilitas pengolahan sampah, tetapi juga sebagai pusat pembelajaran dan inovasi lingkungan yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan.

Meskipun demikian, penelitian ini menemukan beberapa tantangan yang masih perlu diatasi, antara lain rendahnya kesadaran masyarakat dalam melakukan pemilahan sampah dari sumber, keterbatasan kapasitas infrastruktur dan teknologi, kendala pembiayaan operasional, serta perlunya penguatan regulasi dan koordinasi antar lembaga. Oleh karena itu, diperlukan upaya kolaboratif antara pemerintah, perguruan tinggi, sektor swasta, dan masyarakat untuk memperkuat sistem pengelolaan sampah yang berkelanjutan. Dengan dukungan kebijakan yang tepat, inovasi teknologi yang berkelanjutan, dan peningkatan partisipasi masyarakat, *Eco Techno Park* UIKA Bogor berpotensi menjadi model pengelolaan sampah terpadu yang dapat direplikasi di berbagai daerah di Indonesia.

Secara ringkas, kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut: Peran Strategis: TPS3R *Eco Techno Park* UIKA Bogor memiliki peran penting dalam pengelolaan sampah botol plastik melalui penerapan prinsip 3R yang dikembangkan menuju konsep 10R, dengan menghasilkan produk daur ulang yang bernilai ekonomi. Pendekatan Terintegrasi: Integrasi pengelolaan sampah anorganik dan organik melalui teknologi daur ulang plastik dan budidaya maggot meningkatkan efektivitas pengurangan sampah serta mendukung penerapan ekonomi sirkular. Kontribusi Lingkungan: Keberadaan fasilitas ini berkontribusi dalam mengurangi volume sampah yang dikirim ke TPA serta mendukung pencapaian target pengurangan sampah plastik dan sampah organik di Kota Bogor. Fungsi Edukasi dan Kolaborasi: *Eco Techno Park* berperan sebagai pusat edukasi, penelitian, pelatihan, dan kolaborasi multipihak yang mendukung peningkatan kapasitas masyarakat dalam pengelolaan sampah. Tantangan Pengelolaan: Pengelolaan sampah masih menghadapi berbagai kendala sosial, teknis, ekonomi, dan kelembagaan yang memerlukan dukungan kebijakan, penguatan kapasitas, dan sinergi antar pemangku kepentingan untuk mencapai keberlanjutan jangka panjang.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa rekomendasi yang dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah botol plastik dan pengembangan sistem pengelolaan sampah terpadu di Kota Bogor maupun wilayah lainnya. Saran ini ditujukan kepada pemerintah, pengelola TPS3R, institusi pendidikan, sektor swasta, serta masyarakat sebagai pihak yang memiliki peran penting dalam mewujudkan pengelolaan sampah yang berkelanjutan.

Pemerintah daerah perlu memperkuat regulasi terkait pengelolaan sampah, khususnya mengenai kewajiban pemilahan sampah dari sumber. Kebijakan tersebut harus didukung dengan sistem pengawasan yang efektif, program edukasi yang berkelanjutan, serta penerapan mekanisme insentif dan disinsentif yang mampu mendorong perubahan perilaku masyarakat. Selain itu, koordinasi antar instansi yang terkait dengan pengelolaan sampah perlu ditingkatkan agar implementasi kebijakan dapat berjalan secara lebih terintegrasi dan optimal.

Dari aspek teknis, peningkatan kapasitas infrastruktur dan teknologi pengelolaan sampah menjadi kebutuhan yang mendesak. Jumlah TPS3R yang masih terbatas perlu ditambah agar cakupan layanan pengelolaan sampah dapat menjangkau seluruh wilayah Kota Bogor. Pengembangan teknologi tepat guna, modernisasi peralatan pengolahan, serta pemanfaatan sistem digital dalam pemantauan operasional juga perlu didorong untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pengelolaan sampah.

Di sisi lain, upaya peningkatan kesadaran masyarakat harus terus dilakukan melalui program edukasi yang disesuaikan dengan karakteristik sosial dan budaya setempat. Kegiatan sosialisasi tidak hanya berfokus pada pengurangan sampah, tetapi juga pada penerapan prinsip ekonomi sirkular dan konsep 10R dalam kehidupan sehari-hari. Dengan meningkatnya pemahaman masyarakat, diharapkan partisipasi dalam kegiatan pemilahan, pengumpulan, dan pemanfaatan kembali sampah dapat semakin meningkat.

Keberhasilan pengelolaan sampah di *Eco Techno Park* UIKA Bogor menunjukkan bahwa model pengelolaan sampah terpadu berbasis teknologi, edukasi, dan pemberdayaan masyarakat memiliki potensi besar untuk direplikasi di berbagai daerah. Oleh karena itu, pemerintah dan institusi pendidikan dapat menjadikan *Eco Techno Park* sebagai pusat pembelajaran, pelatihan, dan pengembangan kapasitas bagi pengelola TPS3R, bank sampah, maupun komunitas lingkungan dari berbagai wilayah di Indonesia.

Selain itu, pengembangan jejaring kolaborasi antara pemerintah, perguruan tinggi, sektor swasta, dan masyarakat perlu terus diperkuat untuk menciptakan sistem pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan. Kemitraan yang kuat akan membuka peluang pengembangan inovasi teknologi, akses pendanaan, perluasan pasar produk daur ulang, serta peningkatan kapasitas sumber daya manusia. Kolaborasi multipihak juga menjadi faktor penting dalam mempercepat implementasi ekonomi sirkular di tingkat lokal maupun nasional.

Bagi institusi pendidikan, khususnya perguruan tinggi, pengelolaan sampah dapat dijadikan bagian dari program pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat secara berkelanjutan. Integrasi materi lingkungan dan ekonomi sirkular ke dalam kurikulum akan membantu membentuk generasi yang lebih peduli terhadap isu keberlanjutan. Selain itu,

kegiatan penelitian dan inovasi perlu terus dikembangkan untuk menghasilkan solusi yang lebih efektif dalam menghadapi permasalahan sampah di masa depan.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan kajian yang lebih mendalam mengenai dampak lingkungan dan ekonomi dari sistem pengelolaan sampah terpadu yang diterapkan di Eco Techno Park. Analisis seperti *Life Cycle Assessment (LCA)*, analisis biaya-manfaat (*cost-benefit analysis*), serta evaluasi efektivitas kebijakan pengelolaan sampah dapat memberikan informasi yang lebih komprehensif dalam mendukung pengambilan keputusan dan penyusunan kebijakan berbasis bukti (*evidence-based policy*).

Secara khusus, saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian ini adalah sebagai berikut: Penguatan Regulasi: Pemerintah Kota Bogor perlu menetapkan dan menegakkan aturan pemilahan sampah dari sumber yang didukung oleh sistem pengawasan, edukasi, serta mekanisme insentif dan disinsentif yang jelas. Peningkatan Infrastruktur: Perlu dilakukan penambahan jumlah TPS3R, peningkatan kapasitas fasilitas pengolahan, serta investasi pada teknologi tepat guna yang mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah. Edukasi dan Perubahan Perilaku: Program sosialisasi dan edukasi lingkungan perlu diperluas dan dilakukan secara berkelanjutan untuk meningkatkan kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah. Replikasi Model Pengelolaan: Model pengelolaan sampah terpadu yang diterapkan di *Eco Techno Park* UIKA Bogor dapat dijadikan contoh dan direplikasi di daerah lain dengan menyesuaikan kondisi sosial, ekonomi, dan lingkungan setempat. Penelitian Lanjutan: Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai dampak lingkungan, kelayakan ekonomi, pengembangan teknologi, serta efektivitas kebijakan pengelolaan sampah guna mendukung pengembangan sistem yang lebih berkelanjutan dan adaptif terhadap tantangan masa depan.

## DAFTAR REFERENSI

- Abdillah, A. Z. (2018). *Evaluasi pengolahan sampah organik TPS 3R di Desa Gunungpring, Kecamatan Muntilan*.
- Aly, S. S., & Abdel-Halim, H. S. (2020). Sustainable solid waste management and the circular economy: A review. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 17(8), 3565–3582. <https://doi.org/10.1007/s13762-020-02692-7>
- Arbi, R. (2019). *Optimasi untuk pengelolaan Tempat Pengolahan Sampah Reduce-Reuse-Recycle (TPS 3R) dengan metode fuzzy logic*.
- Ayulestari, R. F. (2015). *Studi efektivitas pengelolaan sampah berbasis TPS 3R (Studi kasus di Sleman)*.
- Azwar, A. (1990). *Pengantar ilmu kesehatan lingkungan*. Yayasan Penerbit IDI.

- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Fakultas Teknik dan Sains Universitas Ibn Khaldun Bogor. (2025). *Dari 3R ke 10R: UIKA Bogor dorong Kota Bogor jadi percontohan ekonomi sirkular*. <https://fts.uika-bogor.ac.id>
- Ferronato, N., & Torretta, V. (2019). Waste mismanagement in developing countries: A review of global issues. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(6), Article 1060. <https://doi.org/10.3390/ijerph16061060>
- IPB University. (2021). *Konversi limbah plastik dari TPS 3R Kota Bogor*. <https://repository.ipb.ac.id>
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050*. World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Kodoatie, R. J. (2003). *Manajemen dan pengelolaan sampah*. Andi Offset.
- Kumar, S., Smith, S. R., Fowler, G., Velis, C., Kumar, S. J., Arya, S., Rena, & Cheeseman, C. (2017). Challenges and opportunities associated with waste management in India. *Royal Society Open Science*, 4(3), Article 160764. <https://doi.org/10.1098/rsos.160764>
- Lalander, C., Diener, S., Magri, M. E., Zurbrugg, C., Lindström, A., & Vinnerås, B. (2019). Faecal sludge management with the larvae of the black soldier fly (*Hermetia illucens*)—From a hygiene aspect. *Science of the Total Environment*, 458–460, 312–318. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.04.033>
- Parizeau, K., Maclaren, V., & Chanthy, L. (2015). Waste characterization as an element of waste management planning: Lessons learned from a study in Siem Reap, Cambodia. *Resources, Conservation and Recycling*, 49(2), 110–128. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2006.03.011>
- Plastic Smart Cities. (2021). *Bogor: Plastic Smart Cities program overview*. WWF Indonesia. <https://plasticsmartcities.org/bogor/>
- Purwaningrum, P. (2016). Upaya mengurangi timbulan sampah plastik di lingkungan. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 8(2), 141–147. <https://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JTL/article/view/1421>
- Ratnawati, B., Sulistijorini, S., Sholihah, W., Aziezah, N., Tunggadewi, A. T., Samiaji, D., & Ginting, K. J. (2023). Plastic waste reduction strategy in Bogor City, Indonesia. *E3S Web of Conferences*, 454, Article 02013. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345402013>
- Ratya, H., & Herumurti, W. (2017). Analisis sistem pengelolaan sampah perkotaan. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2).
- Sustainable Waste Indonesia. (2020). *3R waste management in Indonesia*. <https://sw-indo.com>
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. A. (1993). *Integrated solid waste management: Engineering principles and management issues*. McGraw-Hill.

- UNCOVER CE. (2023). *Uncovering circular economy initiatives in Indonesia*. LCDI Indonesia. <https://lcdi-indonesia.id>
- Viva.co.id. (2025, September 7). *UIKA training perdana Eco-Technopark, urai sampah MBG jadi bernilai*. Viva Bogor. <https://bogor.viva.co.id>
- Waste4Change. (2020). *Program pendampingan optimalisasi TPS 3R di Bogor*. <https://waste4change.com>
- Wilson, D. C., Rodic, L., Modak, P., Soos, R., Carpintero, A., Velis, K., Iyer, M., & Simonett, O. (2015). *Global waste management outlook*. United Nations Environment Programme.
- Zaman, A. U. (2015). A comprehensive review of the development of zero waste management: Lessons learned and guidelines. *Journal of Cleaner Production*, 91, 12–25. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.013>