

STRATEGI PENGELOLAAN SAMPAH BERKELANJUTAN

Mustamin Rahim

Program Studi Arsitektur FT Unkhair
mustamin_rahim@yahoo.co.id

Abstrak: Permasalahan sampah khususnya di negara-negara berkembang termasuk Indonesia merupakan masalah yang sangat serius yang belum mampu diatasi dengan baik hingga saat ini. Beberapa negara di Asia dan Eropa telah sukses menangani sampah secara berkelanjutan sehingga dapat menjadi rujukan dalam penerapan sistem berkelanjutan. Studi ini bertujuan untuk mengkaji strategi penanganan sampah berkelanjutan di negara-negara tersebut melalui studi literatur dan review jurnal. Hasil studi menunjukkan bahwa sistem pengelolaan sampah berkelanjutan di negara-negara maju melalui beberapa tahapan: (1) mengurangi produksi sampah dari sumbernya, (2) daur ulang dan reuse, (3) mengolah sampah menjadi sumber daya energi (*waste to energy*), (4) menghindari pembuangan sampah ke TPA atau seminimal mungkin. Sistem penanganan sampah berkelanjutan harus melibatkan seluruh masyarakat, pemerintah, dan pihak swasta melalui strategi pendidikan sampah sejak dini, membangun budaya sadar sampah, pendidikan sampah di sekolah-sekolah, regulasi pemerintah yang ketat dan detail, pembentukan komunitas peduli sampah, dan gerakan zero sampah secara menyeluruh. Program *Waste to Energy (WtE)* berkembang secara signifikan sekitar 29% di Uni Eropa pada tahun 2018. Program *WtE* ini memungkinkan diterapkan di Indonesia sebagai solusi pengelolaan sampah dan sumber energi alternatif.

Kata kunci: Pengelolaan Sampah, Kebersihan Lingkungan, Sadar Sampah, Berkelanjutan

I. PENDAHULUAN

Populasi Indonesia terus meningkat secara signifikan dan meningkatkan produksi sampah domestik yang belum dikelola secara berkelanjutan. Pada 2012 Kementerian Kesehatan melaporkan bahwa hanya sekitar 24,5% dari sampah yang dikumpulkan diproses dengan benar, sedangkan sisanya dibakar atau dibuang ke saluran pembuangan, sungai, dan laut. Undang-Undang No. 18 tahun 2008 tentang pengelolaan sampah menyerukan agar semua tempat pembuangan akhir (TPA) terbuka harus diganti dengan tempat pembuangan akhir yang terkontrol atau tempat pembuangan akhir saniter. Pasal 21 paragraf 4 PP No. 81 tahun 2012 tentang pengelolaan limbah rumah tangga menunjukkan bahwa pengelolaan limbah di Indonesia merupakan tanggung jawab pemerintah daerah termasuk pengelolaan TPA [1]. Pesatnya pertumbuhan populasi dan urbanisasi berpengaruh signifikan dalam meningkatkan volume sampah di perkotaan [2]. Jumlah sampah yang terus meningkat menciptakan tantangan bagi pemerintah kota dalam mengelola limbah [3-5]. Negara-negara berkembang setelah mencapai kemerdekaan dari kolonialisme, umumnya mengadopsi sistem pengelolaan sampah secara konvensional [6]. Sistem konvensional ini memandang penanganan sampah dan limbah merupakan urusan pemerintah [7,8]. Pengelolaan limbah secara konvensional umumnya tidak efektif dan tidak berkelanjutan. Sebagian besar metode konvensional di negara berkembang terhambat dengan kendala pendanaan [8-10]. Kondisi ini berdampak terhadap rendahnya proses pengumpulan sampah [11-12] dan menyebabkan pembuangan secara ilegal khususnya di daerah perkotaan [13]. Tempat pembuangan terbuka tidak hanya menimbulkan bau yang tidak sedap tetapi juga menimbulkan masalah lingkungan yang membahayakan kesehatan masyarakat karena menjadi tempat berkembangnya lalat, nyamuk, tikus yang merupakan vektor penyakit kronis lainnya. Negara-negara berkembang menghadapi kendala dalam pengelolaan limbah karena ketergantungan pada sistem pengumpulan, transportasi, dan pembuangan. Pada 2030, dunia diperkirakan akan menghasilkan 2,59 miliar ton sampah setiap tahun dan diperkirakan akan mencapai 3,40 miliar ton pada tahun 2050, negara-negara berkembang diperkirakan akan meningkat 3 kali lipat sehingga pengelolaan sampah secara berkelanjutan disetiap negara harus dilakukan.

Menurut Huber-Humer dan Lechner [14], TPA yang berkelanjutan didefinisikan sebagai suatu sistem yang ditujukan untuk mencapai keseimbangan yang dapat diterima oleh lingkungan dalam satu generasi (30-40 tahun). Oleh karena itu, paper ini akan membahas sistem penanganan sampah berkelanjutan melalui studi literatur dan review jurnal.

II. METODOLOGI

Penelitian ini mengkaji sistem pengelolaan sampah pada beberapa negara yang telah sukses dalam pengelolaan sampah berkelanjutan dalam rangka memahami strategi pengelolaan sampah berkelanjutan sebagai acuan dalam pengelolaan sampah di negara-negara berkembang khususnya di Indonesia. Penelitian ini akan lebih fokus mengkaji pengelolaan sampah di negara Asia seperti Singapura, Jepang, Korea Selatan dan beberapa negara yang tergabung dalam Uni Eropa. Penelitian ini dilakukan melalui studi literatur dan review jurnal khususnya yang dapat diakses secara online.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Strategi Penanggulangan Sampah Berkelanjutan Pendidikan sampah sejak dini

Pendidikan tentang pentingnya menjaga lingkungan dan pembuangan sampah berkelanjutan sejak dini akan berdampak signifikan terhadap perilaku ramah lingkungan di masa depan. Jepang yang menerapkan pendidikan lingkungan dan penanganan sampah sejak dini berhasil menjadikan perilaku bersih, tertib, dan disiplin sebagai kebiasaan hidup sehingga efeknya sangat nampak dalam kehidupan sehari-hari dalam menjaga kebersihan lingkungan dengan baik dan disiplin dengan aturan. Gambar 1 menunjukkan aktivitas *Souji* (membersihkan) murid SD di Jepang yang rutin dilaksanakan setiap hari setelah murid makan siang bersama. Kegiatan *Souji* atau *Osouji* sudah menjadi budaya bagi masyarakat Jepang sejak zaman *Heian* sehingga ada ungkapan Jepang "*Osoji Wa Jibun Jishin Wo Migaku Koto*" yang bermakna "Membersihkan adalah memoles diri sendiri".



Gambar 1. Aktivitas *Souji* (membersihkan) murid SD di Jepang.

Pembangunan berkelanjutan sering dianggap sebagai konsep terintegrasi dengan tiga pilar: lingkungan, ekonomi, dan sosial [15-16]. Aplikasi pendidikan untuk keberlanjutan pada anak usia dini telah berkembang perlahan. Banyak hasil riset menekankan pentingnya pendidikan lingkungan dimulai pada masa kanak-kanak [17,18-22]. Pendidikan anak usia dini dapat memainkan peran penting dalam mewujudkan konsep berkelanjutan karena merupakan periode awal penanaman sikap, etika, dan nilai-nilai kebaikan [23-26]. Menurut Davis [27] nilai dan pengalaman yang baik yang ditanamkan pada generasi muda berpengaruh dalam memberikan nilai-nilai positif, kesejahteraan, pengembangan individu, dan sosial dimasa depan. Dalam hal pendidikan keberlanjutan anak usia dini, perhatian terhadap pengalaman belajar adalah pusat dan terletak di jantung pendidikan anak usia dini [26]. Belajar melalui permainan dan eksplorasi aktif lingkungan telah dianggap sebagai karakteristik pembelajaran awal [28]. Selain itu, kerja sama antara keluarga dan prasekolah menjadi elemen penting untuk mendapatkan manfaat jangka panjang [29]. MacDonald [30] menyatakan bahwa pendidikan berkelanjutan anak usia dini harus dipromosikan melalui metode aktif, kolaboratif, berbasis proyek yang berakar pada diri, keluarga, sekolah, dan masyarakat.

Menumbuhkan budaya sadar sampah

Tumbuhnya kesadaran bahwa aktivitas manusia menjadi faktor penentu dalam menjaga kualitas lingkungan dan sumber daya alam. Rumah tangga adalah kontributor utama terhadap meningkatnya sampah yang dapat menyebabkan degradasi lingkungan [31-32], sehingga untuk investasi dalam sistem pengolahan sampah, proses daur ulang pada rumah tangga dengan sistem pemisahan surat kabar, kardus, botol kaca, kaleng aluminium, wadah plastik, dan bahan daur ulang lainnya sangat penting untuk perlindungan lingkungan [7]. Pada dasarnya, daur ulang sampah rumah tangga adalah cara yang hemat biaya; kapasitas lahan TPA yang efisien, operasional pembuangan sampah efisien; meningkatkan kualitas lingkungan; dan meningkatkan keberlanjutan sosial-ekonomi [34,35]. Oleh karena itu, mendorong perilaku daur ulang sangat penting dan harus diprioritaskan terutama di negara berkembang. Pertumbuhan populasi yang cepat, peningkatan konsumsi, urbanisasi, dan industrialisasi secara kolektif menyebabkan peningkatan sampah rumah tangga secara signifikan [31,36]. Pemerintah dan organisasi swasta dapat memainkan peran penting dalam mengatasi masalah sosial dan lingkungan dengan mempromosikan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat [37].

Pendidikan sampah di sekolah

Studi dampak pendidikan lingkungan di sekolah di Polandia menunjukkan bahwa mayoritas dari siswa berusaha meningkatkan praktik pengelolaan limbah berkelanjutan di rumah mereka. Mayoritas orang tua melaporkan bahwa program ini sangat berharga dan menjadi bahan diskusi yang menarik dalam keluarga untuk mewujudkan praktik pembuangan sampah. Para guru juga merekomendasikan bahwa program pendidikan sampah di sekolah sebagai solusi ideal dalam penanganan sampah nasional [38]. Sebanyak 32% siswa melaporkan bahwa mereka telah mengubah perilaku mereka sebagai akibat dari partisipasi mereka dalam pendidikan kebersihan lingkungan [39]. Pencegahan produksi sampah adalah faktor kunci dalam strategi pengelolaan sampah berkelanjutan. Jika jumlah limbah yang dihasilkan di tempat pertama dapat dikurangi dan meminimalkan bahan berbahaya dari sampah dengan mengurangi keberadaan zat berbahaya dalam produk, maka proses pembuangan sisa sampah akan lebih sederhana. Pengurangan produksi sampah berkaitan erat dengan peningkatan metode produksi dan mempengaruhi konsumen untuk memilih produk yang ramah lingkungan dan kemasan yang lebih sedikit.

Gerakan zero sampah

Zero sampah adalah tujuan dan rencana aksi. Tujuannya untuk memastikan pemulihan sumber daya dan melindungi sumber daya alam yang langka dengan mengakhiri pembuangan limbah ke tempat pembuangan akhir sampah. Rencana tersebut mencakup pengurangan sampah, pengomposan, daur ulang dan penggunaan kembali, perubahan kebiasaan konsumsi, dan desain ulang industri. Gerakan zero sampah merupakan revolusi dalam hubungan antara sampah dan manusia yang bertujuan untuk menjaga kesehatan dan meningkatkan kehidupan setiap orang. Gerakan *zero waste* dapat mewujudkan lingkungan yang bersih dan mengurangi konsumsi energi *unrenewable* dengan mewujudkan *waste to energy* [40].

Peran pemerintah

Penanganan sampah yang efektif harus didukung dengan regulasi yang kuat dan menyeluruh. Karena jika tidak ada regulasi yang hebat pengelolaan sampah tidak akan berjalan dengan baik. Regulasi yang bersifat umum diatur oleh pemerintah pusat dan regulasi secara teknis diatur oleh pemerintah daerah. Pembagian jenis sampah dan jadwal pembuangan sampah harus diatur secara detail dan pelaksanaannya dikawal dengan baik. Lokasi pembuangan sampah yang diatur waktu pembuangannya dan langsung diangkut oleh mobil sampah, warna plastik tempat sampah yang berbeda. Tata kelola yang baik dalam implementasi kebijakan pemerintah dalam pengelolaan sampah di negara-negara maju di Asia dan Eropa

dapat mewujudkan pengelolaan sampah yang efektif [41]. Pemerintah Jepang sukses menerapkan daur ulang sampah dengan regulasi yang ketat melalui sistem daur ulang individu untuk setiap produk; produsen dan distributor wajib menerapkan daur ulang, konsumen dibebankan biaya daur ulang termasuk biaya pembuangan sampah peralatan rumah tangga dan mobil bekas [42].

Pembentukan komunitas peduli sampah

Pengelolaan sampah berbasis komunitas yaitu melibatkan masyarakat berperan aktif dalam membersihkan lingkungan [43-45]. Pendekatan ini didasarkan pada prinsip Kurt Lewin yang menyatakan bahwa orang cenderung mengubah perilaku mereka sendiri ketika mereka berpartisipasi dalam pemecahan masalah. Dengan demikian, keterlibatan komunitas memberikan kesempatan kepada masyarakat mengontrol lingkungannya untuk berpartisipasi dalam mempertahankan dan meningkatkan nilai estetika [46]. Partisipasi masyarakat dalam bentuk menjaga kebersihan dari sampah, menyerahkan ke pengumpul, dan pengomposan sampah organik di halaman rumah [43,46,47]. Partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah telah mengubah pengelolaan sampah rumah tangga menjadi lebih ringan dan menjadi sumber daya melalui pemisahan pada sumbernya [44,48]. Ini pada dasarnya mempromosikan kolaborasi dalam pengelolaan sampah antara masyarakat, pemerintah, dan sektor swasta [13,49]. Keterlibatan komunitas telah menyebabkan peningkatan dalam pengelolaan sampah terutama di daerah perumahan [50-51].

Pengelolaan sampah berkelanjutan berbasis masyarakat harus dilaksanakan khususnya di negara-negara berkembang untuk mengatasi keterbatasan sistem pengelolaan sampah konvensional. Ada bukti kuat yang menunjukkan bahwa kesadaran dan sikap individu atau kelompok terhadap timbulan dan pengelolaan sampah sangat penting dalam upaya menanggapi tantangan pengelolaan sampah. Pengelolaan sampah berkelanjutan berbasis masyarakat telah dimulai di beberapa kota berkembang [8,43,44,46] dan beberapa negara maju sukses dalam penanganan sampah berbasis komunitas seperti di Jepang; komunitas atau relawan seperti "*chonaikai*" sangat intensif melakukan kampanye kepedulian lingkungan, para relawan turun ke perumahan untuk memantau dan berdialog dengan masyarakat terkait pembuangan sampah.

Tabel 1. Produksi Sampah Perkotaan di Asia [52].

No	Negara	Produksi Sampah per kg/org/hari		Naik/Turun (%)
		Saat ini	Prediksi 2025	
1	Jepang	1.71	1.7	- 0.5
2	Korea Selatan	1.24	1.4	+ 12.9
3	Singapura	1.49	1.8	+ 20.8
4	Indonesia	0.52	0.85	+ 63.5
5	China	1.02	1.7	+ 66.7
6	Philipina	0.50	0.9	+ 80.0
7	India	0.34	0.7	+ 105.9

Sumber : World Bank Straits Times Graphics

B. Strategi Pengelolaan Sampah Negara Maju Mengurangi produksi sampah

Strategi ini sangat penting dalam pengelolaan sampah berkelanjutan dan sangat terkait dengan upaya perusahaan meminimalisir kemasan dan mempengaruhi konsumen untuk membeli produk-produk yang ramah lingkungan. Jika upaya ini berhasil maka dunia akan bisa mengurangi sampah secara signifikan dan mendorong penggunaan bahan-bahan ramah lingkungan dalam setiap produk yang dikonsumsi oleh masyarakat. Singapura merupakan salah satu negara yang sukses dalam menerapkan strategi ini; penurunan produksi sampah pada tahun 2019 sekitar 6% dibandingkan tahun 2018 [53].

Daur ulang dan re-use

Daur ulang atau menggunakan kembali merupakan strategi penanganan sampah berkelanjutan yang paling banyak dilakukan di negara-negara maju khususnya di Uni Eropa. Strategi ini merupakan langkah alternatif yang dapat menekan sampah secara signifikan. Negara-negara di Uni Eropa dan Amerika Serikat telah menetapkan jenis sampah yang dapat didaur ulang, seperti sampah kemasan, sampah kendaraan, peralatan listrik, sampah elektronik dan sampah tidak berbahaya lainnya. Daur ulang sampah kemasan di beberapa negara Uni Eropa melebihi 50%.

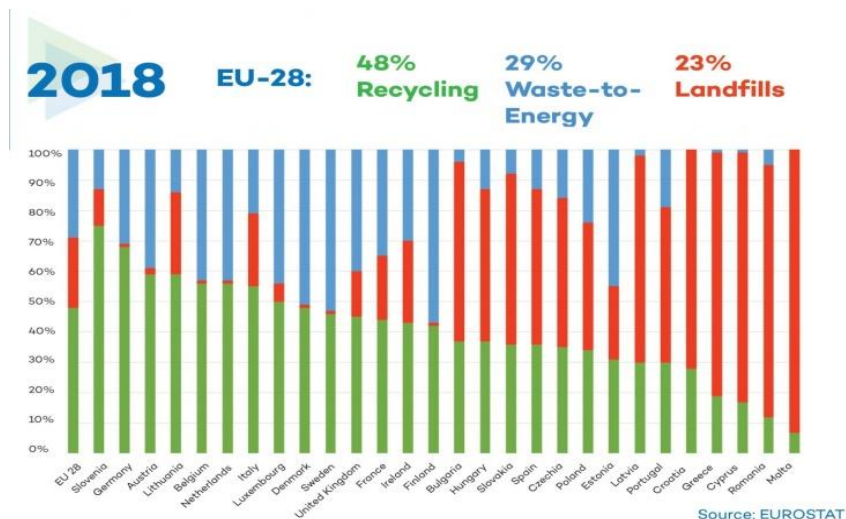
Tabel 2. Lima besar negara terbaik dalam pengelolaan sampah [54].

No	Negara	Daur Ulang (%)
1	Jerman	56,1
2	Austria	53,8
3	Korea Selatan	53,7
4	Wales	52,2
5	Swiss	49,7

Tabel 2 menunjukkan lima besar negara yang sukses dalam menerapkan sistem daur ulang sampah. Jerman berada pada peringkat pertama sebanyak 56,1 % daur ulang. Undang-undang pengelolaan limbah Jerman mewajibkan perusahaan untuk menekan produksi sampah seminimal mungkin sehingga perusahaan menggunakan sistem daur ulang. Masyarakat juga diwajibkan memilah sampah kedalam 6 jenis dengan warna tempat sampah yang berbeda-beda. Negara Austria memiliki aturan yang ketat dalam pengelolaan sampah berkelanjutan dengan daur ulang mencapai 53,8%. Berdasarkan konstitusi: pemerintah pusat berbagi tanggung jawab dengan pemerintah daerah, serta Austria dikenal memiliki tradisi daur ulang dan pengelolaan sampah berkelanjutan sudah lama sehingga hampir semua sampah didaur ulang dan dibakar. Korea Selatan memiliki peraturan yang ketat dalam pembuangan sampah; jadwal dan tempat pembuangan sampah diatur dengan ketat dan sampah harus dipilah-pilah kedalam tempat sampah yang berbeda-beda, jika terjadi kesalahan akan dikenakan denda dan hukuman. Pada gedung-gedung besar terdapat petugas khusus untuk mengawasi pembuangan sampah sehingga Korea Selatan sukses dalam mendaur ulang sampah hingga 53,7%. Wales menekankan pembuangan sampah tanpa mencemari lingkungan sehingga fokus pada sistem daur ulang yang mencapai 52,2% dan menargetkan pada tahun 2025 mencapai 70%. Swiss merupakan negara yang sukses dalam pengelolaan sampah tanpa TPA (Tempat Pembuangan Akhir) mencapai 49,7 % daur ulang dan sisanya dibakar untuk menghasilkan energi. Pemerintah swiss menekankan kepada warganya untuk bertanggung jawab penuh terhadap sampahnya sehingga warga yang membuang sampah bukan pada tempatnya akan dikenakan penalti, besarnya denda sesuai dengan berat sampahnya.

Waste to Energy

Waste to Energy (WtE) adalah mengubah sampah menjadi energi, merupakan proses yang menghasilkan energi dalam bentuk listrik atau panas dari pengolahan limbah utama, atau pengolahan limbah menjadi sumber bahan bakar. Sebagian besar proses *WtE* menghasilkan listrik atau panas langsung melalui pembakaran atau menghasilkan komoditas bahan bakar yang mudah terbakar seperti metana, metanol, etanol, serta bahan bakar sintetis.



Gambar 2. Progres Pengelolaan Sampah di Uni Eropa [55].

Gambar 2 menunjukkan progres pengelolaan sampah di negara-negara Uni Eropa tahun 2018. Proses daur ulang mencapai 48%, diolah menjadi energi 29%, dan dibuang ke pembuangan akhir 23%. Ini menunjukkan bahwa sekitar 77 % sampah tidak lagi di buang ke TPA melainkan dikelola secara berkelanjutan dan ramah lingkungan. Slovenia mendaur ulang sampah sekitar 75% namun masih terdapat lebih dari 10% yang dibuang ke TPA sedangkan Jerman mendekati 70% sisanya diolah menjadi sumber energi sehingga hampir tidak ada yang dibuang ke TPA dan menjadikan Jerman sebagai negara paling sukses dalam penanganan sampah secara berkelanjutan. *Waste to Energy* berkembang secara signifikan dan hampir semua negara Uni Eropa telah mengembangkan sistem ini meskipun masih ada sekitar 40% negara yang mengandalkan pembuangan ke TPA. Finlandia paling sukses mengembangkan energi sampah yang melebihi 55% disusul Swedia sekitar 53% dan Denmark sekitar 51%.



Gambar 3. Insenerator yang dibangun di Tokyo 1958.

Jepang merupakan negara Asia yang mengandalkan sistem pengelolaan sampah insenerator atau pembakaran sampah. Pada tahun 2014 terdapat sekitar 1.161 insenerator di seluruh Jepang dan saat ini sekitar 380 insenerator merupakan *waste to energy plant* [56]. Jepang membangun insinerator kelima tahun 1958 di Tokyo (lihat Gambar 3). Insenerator ini dilengkapi dengan enam tungku pembakaran besar dan dibangun berdasarkan konsep untuk mengeringkan sampah dan limbah lain yang mengandung banyak uap air serta dilengkapi sistem pengangkut abu insinerasi limbah menggunakan *belt conveyor*. Insenerator ini juga menyediakan layanan pasokan air panas untuk masyarakat lokal menggunakan sisa panas pembakaran [57].

Salah satu insinerator yang terkenal di Jepang adalah *Maishima Incinerator* di Kota Osaka. Insinerator ini menjadi salah satu objek wisata populer di Jepang dengan model dan warna bangunan yang unik tidak terkesan sebagai tempat membakar sampah (lihat gambar 4). Insinerator ini beroperasi sejak 2001 dan membakar sampah perkotaan sekitar 300.000 ton per tahun dengan kapasitas energi listrik 32 MW.



Gambar 4. Maishima Incinerator di Osaka Jepang [58].

Gambar 5 menunjukkan pembangkit *waste-to-energy* (*Vantaan Energia*) yang beroperasi sejak akhir 2014. Merupakan insinerator sampah pertama di wilayah metropolitan Helsinki, Finlandia yang berkontribusi untuk mitigasi perubahan iklim. *Vantaan Energia* dirancang untuk membakar sampah perkotaan sekitar 340.000 ton per tahun dengan efisiensi 95%. Pabrik ini menghasilkan listrik dan panas, kapasitas listrik tahunan sekitar 600 GWh dan pemanasan distrik sekitar 920 GWh. *Vantaan Energia* mensuplai kebutuhan listrik dan pemanas distrik sekitar 60% untuk Kota Vantaa dan 40% untuk Kota Helsinki.



Gambar 5. Incinerator *Waste to Energy* di Helsinki-Finlandia [59].

Landfill

Sistem *landfill* merupakan alternatif terakhir dalam pengelolaan sampah. Jika sampah tidak berhasil didaur ulang atau digunakan kembali, maka sampah harus dibakar dengan aman dan pembuangan sampah ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) merupakan solusi terakhir. Kedua metode ini memerlukan pengawasan yang ketat karena berpotensi merusak lingkungan. Uni Eropa membuat peraturan pengelolaan TPA (*Landfill*) yang sangat ketat dan menargetkan pada tahun 2035 *landfill* di negara-negara Uni Eropa maksimal 10%. Data tahun 2017 menunjukkan beberapa negara telah sukses menerapkan kebijakan ini seperti Austria, Belgia, Jerman, Denmark, Swedia, Swiss, Norwegia, Luxemburg, dan yang paling sukses

adalah Finlandia yang sangat signifikan penurunannya; *landfill* tahun 2006 sekitar 57.85% dan tahun 2017 hanya 0.92% (lihat gambar 6). Pada umumnya negara-negara yang sukses menekan sistem *landfill* karena memaksimalkan daur ulang dan mengembangkan *waste to energy*.



Gambar 6. Kondisi Sistem *Landfill* di Uni Eropa [60].

IV. KESIMPULAN

Pengelolaan sampah di negara-negara berkembang termasuk Indonesia masih menjadi persoalan serius sehingga perlu pelibatan semua pihak melalui strategi pendidikan sampah sejak dini, membangun budaya sadar sampah, pendidikan sampah di sekolah-sekolah, regulasi pemerintah yang ketat dan detail, pembentukan komunitas peduli sampah, dan gerakan zero sampah secara menyeluruh. Penanganan sampah berkelanjutan di negara-negara maju melalui beberapa tahapan: (1) Mengurangi produksi sampah dari sumbernya, (2) Daur ulang dan reuse, (3) mengolah sampah menjadi sumber daya energi, (4) menghindari pembuangan sampah ke TPA atau seminimal mungkin. Sistem penanganan sampah melibatkan seluruh masyarakat, pemerintah, dan pihak swasta untuk bertanggung jawab mewujudkan zero sampah dengan peraturan ketat dan denda bagi yang melanggar. Mengubah sampah menjadi sumber daya energi atau *Waste to Energy (WtE)* mulai berkembang pesat khususnya di Uni Eropa yang mencapai 29 %. *WtE* ini dapat dikembangkan di Indonesia untuk mengurangi pembuangan sampah ke TPA dan sebagai salah satu sumber energi alternatif.

REFERENSI

- [1] <http://ebtke.esdm.go.id/post/2020/03/13/2506/waste.to.energy.-.guidebook?lang=en>
- [2] Sujauddin, M., Huda, S.M.S., Hoque, A.R. *Household Solid Waste Characteristics and Management in Chittagong, Bangladesh*. J. Waste Manag. 2008, 28, 1688–1695.
- [3] Cheng, C.Y., Urpelainen, J. *Who Should Take The Garbage Out? Public Opinion on Waste Management in Dar Es Salaam, Tanzania*. J. Habitat Int. 2015, 46, 111–118.
- [4] Minghua, Z. et al. *Municipal Solid Waste Management in Pudong New Area, China*. J. Waste Manag. 2009, 29, 1227–1233.
- [5] Zahra, K., Majeed, K., Mahmood, A., Asad, M. *Impact Assessment of Community Participation In Solid Waste Management Projects in Selected Areas of Faisalabad City*. J. Urban Plan. D 2012, 138, 319–327.
- [6] Chakrabarti, S., Majumder, A. *Public-Community Participation in Household Waste Management in India: An Operational Approach*. J. Habitat Int., 2009, 33, 125–130.
- [7] Ahmed, S.A., Ali, M. *Partnerships for Solid Waste Management in Developing Countries: Linking Theories to Realities*. J. Habitat Int. 2004, 28, 467–479.
- [8] Malik, N.K.A., Abdullah, S.H., Manaf, L.A. *Community Participation on Solid Waste Segregation through Recycling Programmes in Putrajaya*. Procedia Environ. Sci. 2015,30,10-14.

- [9] Seadon, J.K. *Integrated Waste Management—Looking Beyond the Solid Waste Horizon*. J. Waste Manag. 2006, 26, 1327–1336.
- [10] Guerrero, L.A., Maas, G., Hogland, W. *Solid Waste Management Challenges for Cities in Developing Countries*. J. Waste Manag. 2013, 33, 220–232.
- [11] Ahmed, S.A., Ali, S.M. *People as Partners: Facilitating People’s Participation in Public–Private Partnerships for Solid Waste Management*. J. Habitat Int. 2006, 30, 781–796.
- [12] Babaei, A.A. et al. *Household Recycling Knowledge, Attitudes and Practices Towards Solid Waste Management*. J. Resour. Conserv. Recycl. 2015, 102, 94–100.
- [13] Mubaiwa, A. *Community Based Waste Management in Urban Areas; Practical Action Southern Africa: Harare, Zimbabwe*, 2013.
- [14] Huber, H.M., Lechner P. *Sustainable Landfilling or Sustainable Society without Landfilling?* J. Waste Management. 31,1427–1428.
- [15] Bob, G., Bill, H., Geoff, O. *Environment, Economy and Society: Fitting them Together into Sustainable Development*. J. Sustain. Dev., 2002, 10, 187–196.
- [16] Khajuria, A. *Resource Efficiency: Progress and Challenges of 3RS Technologies and Policies*. WIT Trans. Ecol. Environ. 2016, 202, 57–60.
- [17] Davis, J. *Revealing the Research ‘Hole’ of Early Childhood Education for Sustainability: A Preliminary Survey of the Literature*. J. Environ. Educ. Res. 2009, 15, 227–241.
- [18] Pramling, S.I., Carlsson, M.A. *The Playing Learning Child: Towards A Pedagogy of Early Childhood*. Scand. J. Educ. Res. 2008, 52, 52–641.
- [19] Pramling, N., Doverborg, E., Samuelsson, I.P. *Re-metaphorizing Teaching and Learning in Early Childhood Education Beyond the Instruction–Social Fostering Divide*. In *Nordic Social Pedagogical Approach to Early Years*; Charlotte, R., Kragh-Müller, G., Eds.; Springer: Berlin, Germany, 2017.
- [20] Samuelsson, I.P. *Why we Should Begin Early with ESD: The Role of Early Childhood Education*. Int. J. Early. Child. Learn. 2011, 43, 103–118.
- [21] Samuelsson, I.P. *What is the Future of Sustainability in Early Childhood?* In *The Sage Handbook of Early Childhood Research*; Ann, F., Sharon, L.K., Tisdall, E.K.M., Eds.; Sage: London, UK, 2016, 502–516.
- [22] Taylor, N., Frances, Q., Chris, E. *Educating for Sustainability in Primary Schools: Teaching for the Future; Sense: Rotterdam, The Netherlands*, 2015.
- [23] Pramling Samuelsson, I., Kaga, Y. *The Contribution of Early Childhood Education to a Sustainable Society. The Role of Early Childhood Education for a Sustainable Society*, Goteborg, Sweden, 2007, UNESCO, Paris, France, 2008.
- [24] Mackey, G. *To Know, To Decide, To Act: The Young Child’s Right to Participate in Action for the Environment*. J. Environ. Educ. Res. 2012, 18, 473–484.
- [25] Boyd, D. *Early Childhood Education for Sustainability and the Legacies of Two Pioneering Giants*. Early Years 2018, 38, 227–239.
- [26] Luff, P. *Early Childhood Education for Sustainability: Origins and Inspirations in the Work of John Dewey*. Education 2018, 46, 447–455.
- [27] Davis, J.M. *Young Children and the Environment: Early Education for Sustainability*; Cambridge University Press: Cambridge, UK, 2015.
- [28] Edwards, S., Cutter-Mackenzie, A. *‘Next Time We Can Be Penguins’: Expanding the Concept of ‘Learning Play’ to Support Learning and Teaching about Sustainability in Early Childhood Education*. In *Varied Perspectives on Play and Learning: Theory and Research on Early Years Education*; Ole, F.L., Sue, D., Bob, P., Eds.; Information Age Publishing: Charlotte, NC, USA, 2013; 255–274.
- [29] Samuelsson, I.P., Park, E. *How to Educate Children for Sustainable Learning and for a Sustainable World*. Int. J. Early. Child. 2017, 49, 273–285.
- [30] MacDonald, M. *Early Childhood Education and Sustainability: A Living Curriculum*. J. Child. Educ. 2015, 91, 332–341.
- [31] Ngoc, U.N., Schnitzer, H. *Sustainable Solutions for Solid Waste Management in Southeast Asian Countries*. J. Waste Manag. 2009, 29, 1982–1995.
- [32] Schwab, N., Harton, H.C., Cullum, J.G. *The Effects of Emergent Norms and Attitudes on Recycling Behavior*. J. Environ. Behav. 2014, 46, 403–422.
- [33] Hopper, J.R., Nielsen, J.M. *Recycling as Altruistic Behavior: Normative and Behavioral Strategies to Expand Participation in A Community Recycling Program*. J. Environ. Behav. 1991, 23, 195–220.
- [34] Lave, L.B., et al. *Municipal Solid Waste Recycling Issues*. J. Environ. Eng. 1999, 125, 944–949.

- [35] McCarty, J.A., Shrum, L.J. *The Recycling of Solid Wastes: Personal Values, Value Orientations, and Attitudes About Recycling as Antecedents of Recycling Behavior*. J. Bus. Res. 1994, 30, 53–62.
- [36] Thanh, N.P., Matsui, Y., Fujiwara, T. *Assessment of Plastic Waste Generation and its Potential Recycling of Household Solid Waste in Can Tho City, Vietnam*. J. Environ. Monit. Assess. 2011, 175, 23–35.
- [37] Stephan, U., Patterson, M., Kelly, C., Mair, J. *Organizations Driving Positive Social Change: A Review and an Integrative Framework of Change Processes*. J. Manag. 2016, 42, 1250–1281.
- [38] Grodzińska-Jurczak, M. *The Relation Between Education, Knowledge and Action for Better Waste Management in Poland*. J. Waste Manag. Res. 2013, 21 (1), 2–18
- [39] Ballantyne, Connell, S., Fien, J. *Students as Catalysts of Environmental Change: A Framework for Researching Intergenerational Influence Through Environmental Education*. J. Environ. Educ. Res. 1998 4 (3), 285–298.
- [40] Iqbal, M.W., Kang, Y., Jeon, H.W. *Zero Waste Strategy for Green Supply Chain Management with Minimization of Energy Consumption*. J. Cleaner Prod. 2020, 245 (1).
- [41] Abas, M.A., Wee, S.T. *The Issues of Policy Implementation on Solid Waste Management in Malaysia*, Int. J. Manag. & Soc. Sci. 2014 2 (3), 12–17.
- [42] Amemiya, T. *Current State and Trend of Waste and Recycling in Japan*. Int. J. Earth & Env. Sci. 2018, 3 (155), 1–11.
- [43] Sekito, T., et al. *Influence of A Community-Based Waste Management System on People's Behavior and Waste Reduction*. Resour. Conserv. Recycl. 2013, 72, 84–90.
- [44] Xiao, L., Zhang, G., Zhu, Y., Lin, T. *Promoting Public Participation in Household Waste Management: A Survey Based Method and Case Study in Xiamen City, China*. J. Clean Prod. 2017, 144, 313–322.
- [45] Pasang, H., Moore, G.A., Sitorus, G. *Neighbourhood-Based Waste Management: A Solution for Solid Waste Problems in Jakarta, Indonesia*. J. Waste Manag. 2007, 27, 1924–1938.
- [46] Rigasa, Y.A. et al. *Community Based Solid Waste Management Strategy: A Case Study of Kaduna Metropolis*. WIT Trans. Ecol. Environ. 2017, 210, 761–772.
- [47] Annepu, R.K. *Sustainable Solid Waste Management in India*; Columbia University: New York, NY, USA, 2012.
- [48] Rathi, S. *Alternative Approaches for Better Municipal Solid Waste Management in Mumbai, India*. J. Waste Manag. 2006, 26, 1192–1200.
- [49] Kassim, S.M.; Ali, M. *Solid Waste Collection by the Private Sector: Households' Perspective—Findings from A Study in Dar Es Salaam City, Tanzania*. Habitat Int. 2006, 30, 769–780.
- [50] Mongkolnchaiarunya, J. *Promoting A Community-Based Solid-Waste Management Initiative in Local Government: Yala Municipality, Thailand*. J. Habitat Int. 2005, 29, 27–40.
- [51] Colon, M., Fawcett, B. *Community-Based Household Waste Management: Lessons Learnt from EXNORA's, Zero Waste Management Scheme in Two South Indian Cities*. J. Habitat Int. 2006, 30, 916–931.
- [52] <https://www.straitstimes.com/asia/se-asia/when-waste-isnt-wasted-how-a-small-indonesian-city-turned-garbage-into-electricity>.
- [53] <https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management/waste-statistics-and-overall-recycling>.
- [54] <https://akurat.co/news/id-709572-read-5-negara-dengan-pengelolaan-sampah-terbaik-di-dunia-ada-lho-yang-dari-asia>.
- [55] ESWET, *New Eurostat Data Shows how Recycling and Waste-to-Energy Grow Hand-in-hand when it Comes to Municipal Waste Treatment in the EU*. <http://www.eswet.eu>.
- [56] Japan Incinerator; <https://www.statista.com/statistics/689599/japan-number-of-waste-incineration-facilities/> diakses.
- [57] Ministry of the Environment Japan, 2014. *History and Current State of Waste Management in Japan*. <https://www.env.go.jp/en/recycle/smcs/attach/hcswm.pdf>.
- [58] <https://phinemo.com/tempat-pembuangan-sampah-maishima-incineration-plant>.
- [59] https://www.nib.int/who_we_are/news_and_media/news_press_releases/1601/nib_loans_for_new_waste-to-energy_plant_in_finland.
- [60] https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/municipal-waste-landfill-rates-in#tab-chart_1.