



Praktik Terbaik untuk Pengelolaan Sampah Padat:

Panduan untuk Pengambil Keputusan
di Negara Berkembang

Agustus 2020



Praktik Terbaik untuk Pengelolaan Sampah Padat: Panduan untuk Pengambil Keputusan di Negara Berkembang

Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat
Kantor Konservasi dan Pemulihan Sumber Daya

Final
Agustus 2020

Perhatian: Penyebutan nama dagang, produk, sumber daya, atau layanan tidak menyampaikan, dan tidak boleh ditafsirkan sebagai menyampaikan, persetujuan, dukungan, atau rekomendasi resmi EPA. Kecuali dinyatakan lain, foto yang disertakan dalam dokumen ini diperoleh oleh EPA dan kontraktornya, atau agregator foto stok.



Daftar Isi

Daftar Studi Kasus.....	iii
Daftar Contoh Situasi.....	iv
Daftar Kotak Poin Utama	v
Akronim dan Singkatan	vi
Ucapan Terima Kasih	vii
1. Pengantar	1
1.1. Bagian Panduan.....	4
1.2. Fitur Utama Panduan.....	5
2. Memahami Kebutuhan Akan Pengelolaan Sampah Padat	7
2.1. Mengapa Pengelolaan Sampa Padat Penting?	9
2.2. Tantangan Umum.....	10
3. Pendekatan	15
3.1. Mengapa Hierarki Pendekatan Pengelolaan Sampah Padat Penting?	17
3.2. Elemen Hierarki Pengelolaan Sampah Padat	17
4. Keterlibatan Pemangku Kepentingan.....	19
4.1. Mengapa Melibatkan Pemangku Kepentingan?	21
4.2. Praktik Terbaik	22
5. Sistem Perencanaan	29
5.1. Mengapa Perencanaan Penting untuk Sistem Pengelolaan Sampah Padat?	31
5.2. Langkah Utama dalam Perencanaan.....	31
6. Pertimbangan Ekonomi	35
6.1. Biaya Pengelolaan Sampah Padat.....	37
6.2. Pendanaan Internal.....	38
6.3. Pendanaan Eksternal	39
6.4. Mengadakan Kontrak dengan Sektor Swasta	43
6.5. Tanggung Jawab Produsen yang Diperluas.....	43
7. Karakterisasi Limbah	47
7.1. Mengapa Karakterisasi Limbah Penting?	49
7.2. Praktik Terbaik	50



8.	Pencegahan dan Minimalisasi	59
8.1.	Apa itu Pencegahan dan Minimalisasi Limbah?	61
8.2.	Mengapa Pencegahan dan Minimalisasi Limbah Penting?.....	61
8.3.	Memasukkan Pencegahan dan Minimalisasi ke dalam Pengelolaan Sampah Padat.....	62
9.	Pemisahan, Pengumpulan, dan Pengangkutan	65
9.1.	Mengapa Pengumpulan Penting?.....	67
9.2.	Tantangan.....	68
9.3.	Praktik Terbaik	68
9.4.	Sampah Laut.....	77
10.	Pengelolaan Sampah Organik	81
10.1.	Apa itu Sampah Organik?	83
10.2.	Mengapa Fokus pada Sampah Organik?.....	83
10.3.	Pilihan Pengolahan.....	84
10.4.	Praktik Terbaik	86
11.	Daur Ulang	93
11.1.	Apa itu Daur Ulang?	95
11.2.	Tantangan.....	96
11.3.	Praktik Terbaik	98
11.4.	Daur Ulang di Sektor Informal.....	103
12.	Pengelolaan Tempat Pembuangan Sampah	107
12.1.	Mengapa Fokus ke Tempat Pembuangan Sampah Terbuka?	109
12.2.	Praktik Terbaik	111
13.	Sanitary Landfill.....	115
13.1.	Apa itu Sanitary Landfill?.....	117
13.2.	Praktik Terbaik	118
14.	Pemulihan Energi.....	127
14.1.	Mengapa Mempertimbangkan Pemulihan Energi?	129
14.2.	Jenis Pemulihan Energi.....	129
14.3.	Tantangan.....	130
14.4.	Kapan Harus Mempertimbangkan WtE.....	131
15.	Bibliografi	133
	Lampiran A – Ringkasan Sumber Daya Utama.....	147
	Lampiran B – Sumber Daya Khusus Wilayah untuk Pengelolaan Sampah Padat	151
	Lampiran C – Keterlibatan Publik/Alat Komunikasi.....	152



Daftar Studi Kasus

Nomor Contoh	Judul	Nomor Halaman
4.3	Keterlibatan Pemangku Kepentingan di Battambang, Kamboja	26
4.4	Peran Kemitraan dalam Pengelolaan Sampah di Kota Cebu, Filipina	27
5.1	Perencanaan Limbah Bencana di Nepal	34
6.2	Kemitraan Pemerintah Swasta di Tepi Barat dan Gaza	45
7.2	Karakterisasi Limbah di Naucalpan, Meksiko	54
8.1	Pencegahan Limbah Makanan di Hong Kong	63
9.7	Skema Pengumpulan Terpisah Pintu-ke-Pintu Santos, Brasil	79
10.5	Memisahkan dan Mendaur Ulang Sampah Organik di La Pintana, Chili	91
11.2	Memfaatkan Bank Sampah untuk Memproses Daur Ulang di Indonesia	101
11.3	Pendaur Ulang Sampah Independen di Kota Ho Chi Minh, Vietnam	102
11.5	Memasukkan Sektor Informal dalam Kegiatan Pengelolaan Sampah Padat di Bangalore, India	106
12.2	Rehabilitasi Tempat Pembuangan Sampah di Delhi Timur, India	114
13.4	Mengembangkan Peta Jalan untuk Transisi ke Tempat Pembuangan Akhir dengan Rekayasa Sanitasi di San Cristobal, Republik Dominika	125



Daftar Contoh Situasi

Judul	Nomor Halaman
Terlibat dengan Sektor Informal di Peru	23
Memasukkan Pengelolaan Sampah Padat dalam Pelajaran Sekolah Dasar di Kamboja	24
Contoh Studi Kelayakan	33
Menetapkan Biaya Pengumpulan Variabel yang Dikaitkan dengan Status Sosial Ekonomi	39
Obligasi Perubahan Iklim untuk Pengelolaan Sampah Padat	41
Tanggung Jawab Produsen yang Diperluas di Afrika Barat	43
Studi Karakterisasi Limbah Kampala, Uganda	51
Penyumbatan Saluran Pembuangan	67
Pengumpulan Pintu-ke-Pintu di Trichy, India	69
Pengumpulan Komunal di Addis Ababa, Ethiopia	70
Kendaraan Listrik Pengumpul Sampah di Rio de Janeiro, Brazil	75
Pengumpulan Sampah yang Sudah Dipisahkan di Sumbernya Santa Juana, Chili	84
Peraturan Pengelolaan Sampah Padat India	86
Strategi Pengelolaan Sampah Organik São Paulo, Brasil	87
Pengomposan di Dhaka, Bangladesh	89
Program Daur Ulang Tunisia	97
Kebijakan Sampah Padat Nasional Brasil	99
Memasukkan Sektor Informal dalam Kegiatan Pengelolaan Sampah Padat di Dakar, Senegal	105
Menutup Tempat Pembuangan Sampah Terbuka di Oman	112
Menghasilkan Listrik dari Landfill Gas di Sao Paulo, Brasil	121
Kemitraan Pemerintah Swasta di Tiongkok	130



Daftar Kotak Poin Utama

Daftar	Nomor Halaman
Sampah Laut dan Lingkungan	9
Kota Dapat Memanfaatkan Pusat Keunggulan untuk Membangun Kapasitas	13
Lima Puntuk Pengelolaan Sampah Padat	32
Jenis Pengaturan Sektor Swasta	42
Risiko Terkait Fasilitas Pengolahan Sampah yang Terlalu Besar	53
Tantangan dalam Implementasi Kebijakan Pencegahan dan Minimalisasi Limbah	62
Cakupan Pengumpulan dibandingkan Efisiensi Pengumpulan	68
Tempat Pembuangan Sampah Terbuka, Tempat Pembuangan Akhir Terkendali, dan Sanitary Landfill	109
Menutup Kampanye Tempat Pembuangan Sampah	113
Menangani Sampah Khusus	118
Faktor yang Perlu Dipertimbangkan Saat Menentukan Biaya Tempat Pembuangan Akhir	119
Langkah Utama dalam Mengumpulkan dan Menangani Air Lindi	122



Akronim dan Singkatan

AD	Pencernaan Anaerobik
CBI	Inisiatif Obligasi Perubahan Iklim
CCAC	Koalisi Iklim dan Udara Bersih (Climate and Clean Air Coalition)
CEC	Komisi Untuk Kerja Sama Lingkungan
EPR	Tanggung Jawab Produsen yang Diperluas
e-waste	Sampah Elektronik
GMI	Global Methane Initiative
Panduan	<i>Praktik Terbaik untuk Pengelolaan Sampah Padat: Panduan untuk Pengambil Keputusan di Negara Berkembang</i>
ISWA	Asosiasi Sampah Padat Internasional (International Solid Waste Association)
JSC-H&B	Dewan Layanan Gabungan untuk Hebron dan Betlehem
LFG	Landfill Gas
MRF	Fasilitas Pemulihan Bahan
NGO	Lembaga Swadaya Masyarakat
PET	Polietilena Tereftalat
PETCO	PET Recycling Company NPC
PPP	Kemitraan Pemerintah-Swasta
QR	Quick Response
S.M.A.R.T.	Specific (Spesifik), Measurable (Terukur), Attainable (Dapat Dicapai), Relevant (Relevan), dan Timely (Tepat Waktu)
UNEP	Program Lingkungan Perserikatan Bangsa-Bangsa
U.S. EPA	Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat
WtE	Limbah-ke-Energi



Ucapan Terima Kasih

Kantor United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA) mengembangkan Praktik Terbaik untuk Pengelolaan Sampah Padat: Panduan untuk Pengambil Keputusan di Negara Berkembang (Panduan) berdasarkan sejarah panjang U.S. EPA dalam mendukung praktik dan kebijakan pengelolaan sampah padat yang melindungi kesehatan manusia dan lingkungan.

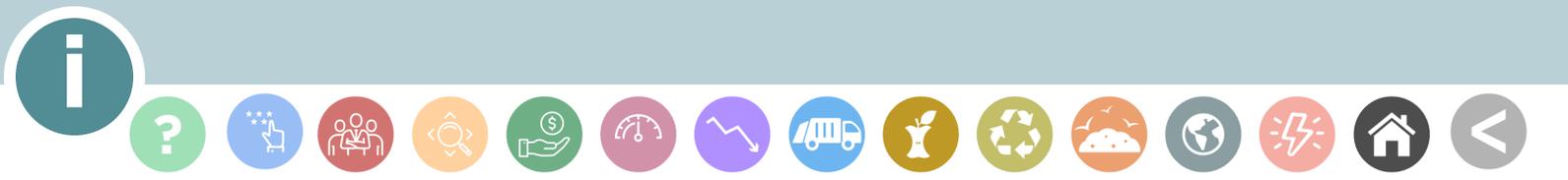
U.S. EPA menerima bantuan pengembangan konten, grafis, editorial, dan produksi dari Abt Associates berdasarkan kontrak EP-W-10-054, dengan banyak dukungan dari konsultan independen Nimmi Damodaran.

Individu dan organisasi berikut mendukung pengembangan Panduan:

Keith Alverson	Pusat Teknologi Lingkungan Internasional Program Lingkungan Perserikatan Bangsa-Bangsa
Anja Schwetje	Badan Lingkungan Jerman
Sandra Mazo-Nix	Program Lingkungan Perserikatan Bangsa-Bangsa
Aditi Ramola	Asosiasi Sampah Padat Internasional
Ricardo Cepeda	C40 Cities
Silpa Kaza	Bank Dunia
Åsa Bergèrus Rensvik	Badan Perlindungan Lingkungan Swedia
Sourabh Manuja	Institut Energi dan Sumber Daya
Gabriela Otero	Asosiasi Perusahaan Sanitasi & Sampah Khusus Brasil
Gerardo Canales	Center for Clean Air Policy
Goran Vujic	Center for Circular Economy and Climate Change
Premakumara Jagath Dickella Gamaralalage	Institute for Global Environmental Strategies
Kuo Tian	Universitas George Mason
Krystal Krejcek	U.S. EPA
Lia Yohannes	U.S. EPA
Brandon Bray	U.S. EPA
Chris Cariseullo	U.S. EPA
Swarupa Ganguli	U.S. EPA
Tom Frankiewicz	U.S. EPA
Stephanie Adrian	U.S. EPA
Andrew Horan	U.S. EPA
Janice Sims	U.S. EPA
Al Korgi	U.S. EPA
Laura McMillan	U.S. EPA
Pam Swingle	U.S. EPA
Chris Newman	U.S. EPA
Paul Reusch	U.S. EPA



1 PENGENALAN





Bagian 1

Pengantar

Pengelolaan sampah padat adalah isu lokal dengan dampak global. Seiring dengan bertambahnya populasi dunia, jumlah sampah yang dihasilkan juga semakin meningkat. Pada tahun 2015, dunia menghasilkan 2 miliar metrik ton sampah padat. Jumlah ini diperkirakan akan tumbuh menjadi 3,4 miliar metrik ton pada tahun 2050. Di negara-negara berpenghasilan rendah, jumlah sampah diperkirakan akan meningkat lebih dari tiga kali lipat pada tahun 2050 (Kaza dkk. 2018). Sistem pengelolaan sampah padat yang efektif penting untuk dimiliki seiring dengan meningkatnya timbulan sampah. Namun, pemerintah kota dan daerah menghadapi banyak tantangan dalam hal pengelolaan sampah padat mereka dengan benar. Akibatnya, diperkirakan setidaknya 2 miliar orang tinggal di daerah yang minim pengumpulan sampah dan bergantung pada tempat pembuangan sampah yang tidak terkendali (UNEP dan ISWA 2015). Sistem pengelolaan sampah padat yang tidak memadai menghadirkan risiko serius bagi kesehatan manusia, lingkungan, dan mata pencaharian di banyak kota.

Praktik Terbaik untuk Pengelolaan Sampah Padat: Panduan untuk Pengambil Keputusan di Negara Berkembang (Panduan) difokuskan pada praktik terbaik untuk pengelolaan sampah padat di pusat perkotaan menengah dan besar di negara berkembang (umumnya disebut sebagai “kota” dalam Panduan), karena mereka menghadapi tantangan pengelolaan sampah padat yang paling substansial. Mengingat proyeksi timbulan limbah mereka, tantangan ini akan menjadi semakin parah di masa mendatang dan pengambil keputusan memiliki kesempatan untuk mengambil tindakan penting dan efektif. Bagian dari Panduan ini mungkin juga berlaku untuk kota pedalaman, desa, atau wilayah yurisdiksi kecil lainnya. Panduan ini utamanya ditujukan kepada otoritas pemerintah negara bagian dan lokal di kota-kota ini. Otoritas ini umumnya mencakup pengambil keputusan, pembuat kebijakan, dan staf lembaga yang terlibat dalam pengelolaan sampah padat. Aspek Panduan



mungkin berlaku bagi para pemangku kepentingan lain seperti lembaga swadaya masyarakat, pelaku sektor swasta, atau penduduk.

Panduan ini tidak dimaksudkan sebagai panduan implementasi langkah demi langkah, tetapi lebih menekankan banyak manual semacam itu dan sumber daya lain yang dapat dirujuk oleh otoritas lokal dan pengambil keputusan untuk mendapatkan panduan teknis yang lebih terperinci. Pendekatan yang mungkin berhasil di satu kota atau wilayah mungkin tidak dapat dijalankan di semua tempat, jadi Panduan ini memberikan informasi dan sumber daya kepada para pengambil keputusan guna meningkatkan pengelolaan sampah padat dalam konteks situasi yang mereka hadapi. Halaman berikut merangkum bagian Panduan.



Bagian Panduan



Memahami kebutuhan untuk pengelolaan sampah padat. Bagian 2 menjelaskan manfaat pengelolaan sampah padat yang lebih baik dan mengidentifikasi beberapa tantangan utama yang dihadapi negara berkembang saat menangani sampah padat.



Pendekatan. Bagian 3 menyajikan hierarki pengelolaan sampah padat dan menjelaskan alasannya.



Keterlibatan pemangku kepentingan. Bagian 4 menjelaskan praktik terbaik untuk mengidentifikasi dan melibatkan pemangku kepentingan dalam mendukung sistem pengelolaan sampah padat yang efektif.



Sistem perencanaan. Bagian 5 menyajikan konsep utama terkait perencanaan sistem pengelolaan sampah padat yang efektif.



Pertimbangan ekonomi. Bagian 6 menjelaskan beberapa cara di mana kota dapat membayar program dan proyek pengelolaan sampah padat, termasuk menggunakan sumber pendapatan internal dan mengakses pembiayaan eksternal.



Karakterisasi sampah. Bagian 7 mencakup informasi tentang kategori yang perlu dipertimbangkan, jenis informasi yang harus dikumpulkan, dan cara memastikan kualitas data.



Pencegahan dan minimalisasi. Bagian 8 mencakup strategi untuk mengurangi sampah dari berbagai sumber.



Pemisahan, pengumpulan, dan pengangkutan. Bagian 9 mencakup informasi tentang pengumpulan primer (misalnya, dari rumah tangga) dan sekunder menggunakan stasiun transfer (juga disebut pusat pengumpulan sampah; ini adalah fasilitas terdesentralisasi tempat sampah dipilah dan dipindahkan).



Pengelolaan sampah organik. Bagian 10 mencakup informasi tentang jenis pengolahan (misalnya, pengomposan dan pencernaan anaerobik) serta kebijakan dan program untuk mendukung strategi pengalihan.



Daur Ulang. Bagian 11 mencakup deskripsi jenis bahan yang dapat didaur ulang, strategi untuk mempromosikan daur ulang, dan pertimbangan infrastruktur dan kebijakan.



Pengelolaan tempat pembuangan sampah. Bagian 12 mencakup pendekatan untuk peningkatan dari tempat pembuangan sampah terbuka menjadi terkontrol dan pada akhirnya tempat pembuangan sampah tertutup.



Sanitary landfill. Bagian 13 mencakup pendekatan dan aspek utama dari perencanaan, perancangan, pengoperasian, dan penutupan sanitary landfill. Ini juga membahas pemulihan dan penggunaan energi landfill gas, yang merupakan aspek utama dari sanitary landfill.



Pemulihan energi. Bagian 14 mendeskripsikan informasi tentang pembakaran sampah dan pembangkit energi.

Bibliografi

Lampiran A – Ringkasan Sumber Daya Utama

Lampiran B – Sumber Daya Khusus Wilayah untuk Pengelolaan Sampah Padat

Lampiran C – Keterlibatan Publik/Alat Komunikasi



Anda dapat menggunakan ikon beranda untuk mengakses halaman "Bagian Panduan" ini kapan saja.



Anda juga dapat menggunakan ikon kembali untuk kembali ke halaman yang terakhir Anda lihat.



Fitur Utama Panduan



Studi Kasus
 Stud kasus menyediakan deskripsi lebih detail mengenai proyek atau aktivitas dari kota-kota di seluruh dunia



Inti Masalah
 Kotak inti masalah menyediakan contoh singkat dari kota-kota di seluruh dunia

Stakeholder Engagement 18

EXHIBIT 4.3 CASE STUDY

Stakeholder Engagement in Battambang, Cambodia

In 2011, the City of Battambang, Cambodia, launched an effort to overhaul its solid waste management system. The city, which is home to more than 150,000 people, was facing several common solid waste management challenges, including an insufficient operating budget, low collection coverage, waste burning, and associated environmental and public health concerns. Battambang partnered with NGOs, the Cambodian Education and Waste Management Organization, and the Institute for Global Environmental Strategies to scope their solid waste management challenges, engage multiple stakeholder groups, and design strategies for effective solid waste management.

Battambang engaged a variety of stakeholder groups as a part of this process, including:

- Local government staff** look part in a city-to-city information exchange with Phitsanulok, Thailand. This exchange helped local government staff form a preliminary strategy for solid waste management, with the benefit of the experiences and hindsight of their Thai counterparts.
- NGOs**, particularly the Cambodian Education and Waste Management Organization, assisted in facilitating the process and supporting the local government.
- Private sector waste collectors** (CINTRI and Leap Lim) were critical partners in the engagement effort, since Battambang does not operate any collection services itself. For reasonable fees the city committed to better collection services. CINTRI also owns and operates the city's dumpsite.
- Commercial waste generators**, including several markets, agreed to participate in an organic waste segregation pilot project with the Cambodian Education and Waste Management Organization and CINTRI.
- Residential waste generators** were engaged through the installation of new waste bins and signage, the distribution of brochures, voice announcements, community workshops, and a pilot project. Reasonable fees linked to improved collection services were intended to reduce waste burning. The pilot project identified a need for more education and outreach on waste segregation.
- Informal recycling workers** operated at the local dumpsite in unsafe conditions, including waste fires. Workers participated in a voluntary training session on the health and environmental impacts of waste fires, and how to extinguish them. Additionally, several informal recycling workers are now employed at the organic waste separation facility.

For more information, see Participatory Waste Management Approach for Climate Change Mitigation: The Case of Battambang City (IGES and UNEP 2016).

DRAFT. DO NOT CITE, QUOTE, OR DISTRIBUTE

Stakeholder Engagement 20

CASE IN POINT

Incorporating Solid Waste Management in Primary School Lessons in Cambodia

Including solid waste management in school curriculums is an important way to raise awareness with the youth population. The Institute for Global Environment Strategies and the United Nations Environment Programme developed a series of lesson plans for primary school teachers in Cambodia looking to add environmental education and waste management to their curriculum. Students can take lessons about waste reduction, source separation, recycling, and composting, and apply them in their own homes.

For more information, see the Institute for Global Environmental Strategies' guide for Phnom Penh, Cambodia (Yajusa and Gamaralalage 2019).

waste management activities encourages the use of collection services and participation in recycling and organic waste diversion programs. Engaging with local and national policy makers can lead to adoption of solid waste management regulations and increased funding for programs [CCAC Undated(c)].

Traditional awareness-raising programs can include media campaigns, door-to-door visits to discuss solid waste management activities with stakeholders, and community clean up events. Competitions among neighborhoods and communities can help raise awareness for solid waste management and encourage behavior change. Education campaigns can be integrated into school and university curriculums to reach the youth population and encourage good waste management practices.

Appendix C includes a variety of public engagement and communication tools.

Questions for Decision-Makers

- What are the key issues or areas of interest for the project?
- Who are the key stakeholder groups?
- What might be their level of interest?
- Who are the key contacts for the groups?
- What are the best mechanisms for engaging with these groups?
- Are there groups that would oppose, or might be affected by, changes to solid waste management?
- How will stakeholders be engaged throughout the life of the project?

DRAFT. DO NOT CITE, QUOTE, OR DISTRIBUTE

✓ **Praktik Terbaik**
 Praktik Terbaik menyoroti opsi dan manfaat manajemen sampah padat

? **Pertanyaan-pertanyaan**
 Pertanyaan-pertanyaan untuk pembuat keputusan guna mempertimbangkan kapan mengevaluasi opsi untuk meningkatkan manajemen sampah padat





- Key Resources**
- Solid Waste Management (UNEP 2005a)
 - The Weight of Nations: Material Outflows from Industrial Economies (Matthews et al. 2000)
 - Sustainable Materials Management: The Road Ahead (U.S. EPA 2009)
 - What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050 (Kaza et al. 2018)
 - Global Waste Management Outlook (UNEP and ISWA 2015)

DRAFT. DO NOT CITE, QUOTE, OR DISTRIBUTE

Understanding the Need for Solid Waste Management

3

Section 2

Understanding the Need for Solid Waste Management

Solid waste management systems are designed to protect the environment and improve conditions in cities worldwide.

This section reviews the key benefits of effective solid waste management systems, and common challenges that prevent cities from establishing and effectively implementing those systems.

Why Is Solid Waste Management Important?

Inadequate solid waste management can impact cities and their residents in myriad ways. These impacts can generally be categorized into three categories:

- Human health.** The improper handling of waste can impact human health (e.g., decomposing organic waste attracts rodents, insects, and stray animals). In some cities, human fecal matter and urine are not separated from solid waste, which attract insects and germs that spread disease (e.g., typhoid, cholera). Mosquitos also pose a concern when they breed in solid waste (e.g., used tires); mosquitos can be vectors for diseases such as malaria, dengue, and the Zika virus.
- Environmental.** Inadequate control of leachate, water that filters through waste and draws out chemicals, at disposal sites can lead to environmental contamination of soils and waterbodies, impacting local ecosystems (U.S. EPA 2018d). Mismanged waste is also a threat to stray animals and wildlife as animals may try to consume waste that contains food residue or scraps. Open burning of waste produces emissions of black carbon, a component of particulate matter that has a significant impact on regional air quality



KEY POINT

Marine Litter and the Environment
 Inadequate solid waste management contributes to the global marine litter challenge. In fact, studies suggest that as much as 80 percent of marine litter comes from land-based sources. For more information on sources, impacts, and strategies for reducing marine litter, see the **Marine Litter** section.

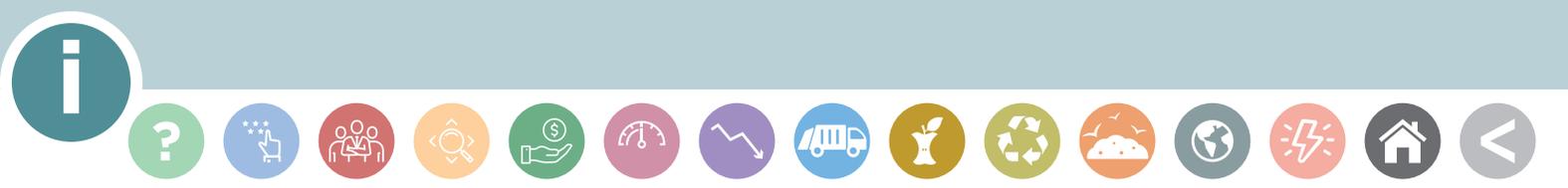


DRAFT. DO NOT CITE, QUOTE, OR DISTRIBUTE

Sumber Daya Utama
 Kotak poin utama mengidentifikasi bahan panduan, peralatan, dan studi

Ikon Navigasi
 Ikon yang dapat diklik akan memfasilitasi navigasi yang mudah antar setiap topik

Kotak Poin Utama
 Kotak Poin Utama menyoroti konsep, masalah, atau detail lainnya yang penting untuk dipertimbangkan ketika mengevaluasi peluang menyempurnakan pengelolaan sampah padat





**2 MEMAHAMI
KEBUTUHAN AKAN
PENGELOLAAN
SAMPAH PADAT**





Sumber Daya Utama

-  [Pengelolaan Sampah Padat \(UNEP 2005a\)](#)
-  [The Weight of Nations: Material Outflows from Industrial Economies \(Matthews et.al. 2000\)](#)
-  [Sustainable Materials Management: The Road Ahead \(U.S. EPA 2009\)](#)
-  [What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050 \(Kaza et. al. 2018\)](#)
-  [Global Waste Management Outlook \(UNEP dan ISWA 2015\)](#)



Bagian 2

Memahami Kebutuhan Akan Pengelolaan Sampah Padat

Sistem pengelolaan sampah padat dirancang untuk melindungi lingkungan dan meningkatkan kondisi di kota-kota di seluruh dunia.

Bagian ini mengulas manfaat utama dari sistem pengelolaan sampah padat yang efektif, dan tantangan umum yang menghalangi kota dalam menetapkan dan menerapkan sistem tersebut secara efektif.

Mengapa Pengelolaan Sampah Padat Penting?

Pengelolaan sampah padat yang tidak memadai dapat berdampak pada kota dan penduduknya dalam berbagai segi. Dampak tersebut secara umum dapat dikategorikan menjadi tiga kategori:

- **Kesehatan manusia.** Penanganan sampah yang tidak tepat dapat berdampak pada kesehatan manusia (misalnya, sampah organik yang membusuk menarik hewan pengerat, serangga, dan hewan liar). Di beberapa kota, kotoran manusia dan urin tidak dipisahkan dari sampah padat, yang menarik serangga dan kuman penyebar penyakit (misalnya, tipus, kolera). Nyamuk juga menimbulkan kekhawatiran ketika mereka berkembang biak di sampah padat (mis., ban bekas); nyamuk dapat menjadi vektor penyakit seperti malaria, demam berdarah, dan virus Zika. Sampah padat yang tidak dikelola dengan baik dan tempat pembuangan terbuka dapat menyebabkan pencemaran

lingkungan terhadap air permukaan dan air tanah, yang merupakan sumber air minum yang umum. Pembakaran sampah yang tidak terkendali dapat menghasilkan emisi polutan udara termasuk dioksin, furan, karbon hitam, logam berat, dan partikel, yang banyak di antaranya dapat menjadi racun bagi kesehatan manusia (ISWA 2015). Dampak terhadap kesehatan bisa sangat parah bagi populasi yang tinggal di kontak langsung atau berdekatan dengan tempat pembuangan sampah. Untuk informasi selengkapnya tentang risiko kesehatan bagi pekerja sektor informal yang terpapar aliran sampah yang tidak dikelola dengan baik, baca bagian [Daur Ulang Sektor Informal](#).

- **Lingkungan.** Kontrol air lindi yang tidak memadai, air yang menyaring sampah dan mengeluarkan bahan kimia, di lokasi pembuangan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terhadap tanah dan badan air, yang berdampak pada ekosistem lokal (U.S. EPA 2018d). Sampah yang tidak dikelola dengan baik juga merupakan ancaman bagi hewan liar dan satwa liar karena hewan mungkin mencoba mengonsumsi sampah yang mengandung sisa-sisa makanan. Pembakaran limbah secara terbuka menghasilkan emisi karbon hitam, sebuah komponen partikulat yang memiliki dampak signifikan terhadap kualitas udara regional dan iklim global. Tempat pembuangan limbah melepaskan metana, yang berkontribusi pada pembentukan ozon di permukaan tanah. Selain



POIN UTAMA

Sampah Laut dan Lingkungan

Pengelolaan sampah padat yang tidak memadai berkontribusi pada tantangan sampah laut global. Faktanya, penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 80 persen sampah laut berasal dari sumber darat. Untuk informasi selengkapnya tentang sumber, dampak, dan strategi untuk mengurangi sampah laut, lihat bagian [Sampah Laut](#).



itu, metana merupakan gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap perubahan iklim. Untuk informasi selengkapnya tentang kualitas udara dan dampak perubahan iklim dari pengelolaan sampah padat yang tidak memadai, lihat [Inisiatif Sampah Padat Kota \(Municipal Solid Waste Initiative\)](#) Koalisi Iklim dan Udara Bersih).

- **Sosial-ekonomi.** Pengelolaan sampah padat yang tidak memadai dapat menimbulkan biaya yang tinggi, baik dari segi pengeluaran langsung maupun tidak langsung. Sistem sampah padat yang tidak dikelola dengan baik dapat menghambat pertumbuhan ekonomi, termasuk menghambat peningkatan nilai properti dan manfaat di bidang pariwisata karena minimnya jalan dan pantai yang bersih. Program pengurangan sampah dapat menghemat biaya transportasi dan bahan bakar, serta pemulihan biaya jika diterapkan dengan benar. Peningkatan pengelolaan sampah padat terutama dapat menguntungkan populasi yang sangat rentan karena dapat menghemat biaya layanan kesehatan publik dengan mencegah masalah pernapasan, penyakit kulit, dan masalah perawatan kesehatan lainnya yang terkait dengan pengelolaan sampah padat yang tidak memadai (ISWA 2015). Untuk informasi selengkapnya tentang minimalisasi sampah, baca bagian [Pencegahan dan Minimalisasi](#).

Mengambil tindakan untuk meningkatkan pengelolaan sampah padat dapat membantu mengurangi dampak ini. Bagian dari dokumen ini yang menjelaskan praktik terbaik untuk pengelolaan sampah padat memberikan rincian lebih lanjut tentang manfaat spesifik dari setiap praktik terbaik.

Tantangan Umum

Kota-kota menyadari banyaknya masalah kesehatan, lingkungan, dan masalah lain terkait pengelolaan sampah padat yang tidak memadai. Namun, mereka juga menghadapi banyak tantangan dalam mengelola sampah dengan baik. Tantangan yang umumnya terjadi termasuk:

- **Sumber daya dan kapasitas keuangan yang terbatas.** Banyak kota memiliki keterbatasan kapasitas dalam mendanai infrastruktur atau operasi secara berkelanjutan. Kota umumnya bertanggung jawab atas implementasi tetapi tidak memiliki pendanaan atau kecakapan finansial dan mengalami kesulitan dalam hal biaya investasi, pemeliharaan fasilitas, penetapan anggaran yang memadai untuk proyek sampah padat, atau kenaikan biaya dan kekurangan pendapatan karena volume sampah terus meningkat. Opsi yang dapat digunakan untuk mendanai program sampah padat yang layak adalah memprioritaskan pengelolaan sampah padat, menganalisis strategi pemotongan biaya, memasukkan program atau pajak bayar sesuai penggunaan, dan bermitra dengan organisasi investasi internasional.. Meskipun akan ada penolakan terhadap beberapa program atau hal terkait pajak atau biaya saat diperkenalkan, pencarian sumber pendanaan yang berkelanjutan untuk pengelolaan sampah padat tidak dapat dipisahkan dari keberhasilan suatu program. Pertimbangan ekonomi lain untuk pengelolaan sampah padat dibahas di bagian [Pertimbangan Ekonomi](#).
- **Keterbatasan akses dan pengetahuan tentang teknis peralatan.** Peralatan untuk menangani

Contoh 2.1. Tantangan Pengelolaan Sampah Padat yang Benar



sampah padat seringkali perlu diimpor, dan operator mungkin tidak memiliki pengetahuan teknis tentang atau sumber daya untuk pemeliharaan yang tepat dan konsisten. Jika peralatan tidak dirancang untuk kondisi setempat, ketidakcocokan ini dapat menambah tantangan lebih lanjut karena perbaikan mungkin akan lebih sering dilakukan, dan suku cadang mungkin sulit ditemukan. Di daerah tropis, kondisi setempat seperti lembap dan panas dapat berdampak negatif pada peralatan, sehingga peralatan lebih sering memerlukan perbaikan. Dalam banyak kasus, ada beberapa opsi peralatan, beberapa di antaranya mungkin lebih sesuai dengan kondisi setempat. Beberapa opsi ini disajikan di bagian yang relevan dalam Panduan ini. Analisis aliran sampah dan sumber daya yang tersedia dapat memberikan panduan tentang opsi yang paling tepat.

- **Keahlian teknis dan kesadaran tentang praktik terbaik yang terbatas.** Pemerintah daerah sering kali kekurangan keahlian yang dibutuhkan untuk mengevaluasi teknologi atau solusi guna mengidentifikasi teknologi atau solusi mana yang paling tepat untuk situasi mereka. Situasi sulit dapat terjadi ketika perusahaan swasta mengadakan kontrak dengan kota dalam penyediaan teknologi atau pelaksanaan proyek, tetapi meninggalkan proyek jika kota tidak dapat memenuhi persyaratan kontrak. Misalnya, banyak kontrak proyek pengolahan sampah memasukkan persyaratan bahwa kota menjamin bahan baku yang bersih atau konsisten. Perusahaan swasta dapat dan akan meninggalkan pekerjaan jika kota gagal memenuhi persyaratan ini. Kota tidak selalu mengantisipasi tantangan ini, sehingga menyebabkan proyek gagal dijalankan. Para pengambil keputusan dan staf di tingkat daerah sering kali tidak menyadari praktik terbaik yang berhasil diterapkan oleh kota-kota lain dalam situasi serupa. Pengetahuan teknis dan kesadaran akan praktik terbaik dapat ditingkatkan dengan berpartisipasi dalam pertukaran domestik dan internasional seperti konferensi dan webinar yang diselenggarakan oleh Asosiasi Sampah Padat Internasional. Pusat keunggulan – seperti yang disebutkan dalam kotak teks di sebelah kanan – juga dapat menjadi sumber berharga untuk menyampaikan pelajaran dan pengalaman.
- **Kapasitas staff yang terbatas.** Banyak kota kekurangan staf yang berdedikasi untuk menangani masalah pengelolaan sampah padat. Mereka sering kali berfokus pada penanganan darurat sampah langsung dan memiliki waktu atau kapasitas yang
- terbatas untuk terlibat dalam perencanaan dan pengembangan strategi jangka panjang.
- **Perputaran politik.** Perubahan administrasi dapat mengakibatkan proyek ditutup atau diubah seluruhnya oleh pejabat yang masuk dan penugasan kembali staf kunci pada proyek bermodal besar, termasuk proyek pengelolaan sampah padat. Akibatnya, banyak juara proyek yang memiliki keahlian teknis yang luas tidak dapat melihat proyek sampai selesai. Undang-undang pengelolaan sampah padat, baik pusat maupun daerah, yang menetapkan sistem berkelanjutan jangka panjang yang berlanjut di seluruh administrasi, dapat membantu mengatasi hambatan ini. Mempertahankan kesinambungan staf pada proyek dan operasi pengelolaan sampah padat juga dapat membantu meminimalkan gangguan ini.
- **Kurangnya perencanaan dan evaluasi** di tingkat nasional dan perkotaan dapat secara negatif memengaruhi kesuksesan sistem pengelolaan sampah padat. Kerangka kerja atau peraturan pusat penting untuk memfasilitasi perencanaan jangka panjang; menetapkan standar nasional; dan memberikan insentif bagi program untuk mengurangi, mendaur ulang, atau membuat kompos dari sampah mereka. Perencanaan di tingkat kota tempat pelaksanaannya sering diabaikan dan dapat menimbulkan tantangan di kemudian hari. Hal ini terutama terjadi ketika ada gangguan yang tidak direncanakan seperti bencana alam. Membuat rencana pusat dan setempat, yang mencakup sistem pemantauan dan verifikasi, akan membantu menciptakan sistem pengelolaan sampah padat yang stabil. Bagian [Sistem Perencanaan](#) memberikan perincian tambahan tentang pentingnya perencanaan dan mengidentifikasi langkah-langkah utama.
- **Terbatas atau kurangnya koordinasi vertikal dan horizontal pemerintah.** Pengelolaan sampah padat biasanya berada di bawah yurisdiksi beberapa kementerian atau lembaga di berbagai tingkat pemerintahan. Misalnya, instansi pemerintah yang bertanggung jawab atas lingkungan, pembangunan perkotaan dan perumahan, atau pertanian semuanya mungkin terlibat di berbagai bagian sistem pengelolaan sampah padat, tetapi mungkin tidak memiliki kerangka kerja formal untuk kolaborasi. Selain itu, pemerintah daerah bertanggung jawab atas pelaksanaan peraturan nasional, dan pemerintah pusat dapat memainkan



peran penting dalam menciptakan lingkungan yang mendukung bagi keberhasilan proyek-proyek setempat. Mekanisme yang memungkinkan koordinasi antar instansi atau departemen dan antar lapisan pemerintahan dapat membantu dalam menciptakan sistem yang holistik.

- **Kondisi kerja yang sulit.** Pekerja pengelolaan sampah padat di negara berkembang mungkin dibayar rendah dan kurang terlatih (UNEP 2005a). Tanpa pelatihan yang tepat dan alat pelindung diri, para pekerja ini berisiko mengalami cedera atau penyakit. Studi menunjukkan bahwa persentase yang tinggi dari pekerja yang menangani limbah, dan individu yang tinggal di dekat lokasi pembuangan, berisiko terinfeksi cacat atau parasit (UNEP 2005a). Kondisi kerja yang sulit juga mengakibatkan kurangnya motivasi bagi pekerja dan tingkat retensi karyawan yang rendah.
- **Terbatas atau kurangnya komunikasi dengan pemangku kepentingan terkait,** termasuk penduduk, dapat mengakibatkan pembuangan ilegal, penyalahgunaan dan kerusakan kontainer, penolakan terhadap biaya layanan, pemisahan sampah yang tidak tepat, dan lain-lain. Komunikasi yang terkoordinasi dan kampanye penjangkauan dapat membantu memastikan bahwa kelompok pemangku kepentingan terkait diberi informasi dan dilengkapi untuk mematuhi persyaratan pengelolaan sampah padat setempat. Untuk informasi tambahan tentang praktik terbaik untuk mengidentifikasi dan memasukkan pemangku kepentingan ke dalam perencanaan pengelolaan sampah padat, lihat bagian [Keterlibatan Pemangku Kepentingan](#).

Sektor informal adalah kelompok pemangku kepentingan yang penting untuk dipertimbangkan dan dimasukkan selama langkah-langkah spesifik saat merencanakan program pengelolaan sampah padat. Secara umum, sektor informal terdiri dari individu, kelompok, dan usaha kecil yang melakukan layanan limbah informal yang melibatkan pengumpulan dan penjualan daur ulang, biasanya melalui makelar atau perantara (Aparcana 2017). Pekerja memperoleh penghasilan dengan menjual barang daur ulang yang mereka kumpulkan ke jaringan penyalur dan industri daur ulang yang bekerja di sektor



swasta formal (Aparcana 2017, Wilson et al. 2009); dalam kasus lain, pekerja dapat menjual kepada pekerja sektor informal lainnya yang menggunakan kembali bahan tersebut sebagai input dalam proses atau produk lain (misalnya, penggunaan suku cadang bekas untuk memperbaiki peralatan). Sektor ini dapat memainkan peran besar dalam memisahkan bahan dan menentukan limbah apa yang akan dikumpulkan. Untuk tantangan dan saran dalam bekerja dengan sektor informal, lihat bagian [Daur Ulang Sektor Informal](#).

- **Terbatasnya lahan yang tersedia.** Seiring dengan berkembangnya wilayah perkotaan dan populasi, jumlah ruang yang tersedia untuk fasilitas sampah padat, lokasi pengumpulan lokal, dan stasiun pemindahan berkurang. Mungkin tidak ada tempat, paket yang tersedia mungkin terlalu mahal, atau penduduk setempat mungkin menghalangi pembangunan fasilitas karena takut bau akan menurunkan kondisi tempat tinggal atau harga properti mereka. Namun, penempatan fasilitas ini jauh dari kota, di mana lahan lebih tersedia dan lebih murah, sehingga menciptakan serangkaian tantangan baru karena pengangkutan limbah jarak jauh dapat memakan waktu dan mahal. Pengelola sampah padat dapat bekerja dengan pemimpin lokal dan regional untuk membuat rencana pengelolaan sampah padat yang menekankan pentingnya perencanaan rute dan



kota. Program pengalihan atau pemisahan juga akan berperan besar dalam mengurangi jumlah sampah yang perlu dikumpulkan dalam satu waktu. Stasiun pemindahan dan pilihan lainnya untuk pengumpulan dan penyimpanan dibahas di bagian [Pemisahan, Pengumpulan, dan Pemindahan](#).

- **Kondisi klimatologi, geografis, dan topografi** semuanya memengaruhi ketersediaan dan biaya peralatan, kelayakan teknologi, biaya operasional, dan aspek lain dari pengelolaan sampah padat. Misalnya, kota-kota di zona tropis mungkin mengadaptasi strategi pengelolaan sampah padat untuk memperhitungkan suhu yang lebih tinggi dan tingkat dekomposisi sampah organik yang lebih cepat daripada kota-kota di iklim yang lebih dingin. Fitur geografis dan topografi dapat menimbulkan tantangan bagi pengelolaan sampah padat juga. Pulau-pulau, khususnya, menghadapi tantangan yang signifikan karena terbatasnya ruang untuk pembuangan sampah, serta terbatasnya akses dan kapasitas untuk mendaur ulang. Kota-kota di daerah perbukitan

mungkin perlu merancang lokasi pembuangan yang tahan terhadap longsor lereng. Lampiran B menyediakan beberapa sumber daya utama untuk memahami praktik terbaik dalam mengelola sampah padat di kawasan global tertentu; sumber daya ini berguna untuk mengidentifikasi kondisi spesifik kawasan yang relevan untuk perencanaan pengelolaan sampah padat.

- **Norma budaya.** Preferensi dan kecenderungan budaya dapat mempersulit upaya pengelolaan sampah padat. Misalnya, peningkatan kekayaan dan harga barang yang lebih rendah telah menyebabkan pertumbuhan dramatis dalam konsumsi material dan timbulan sampah di seluruh dunia. Pengelola sampah padat dihadapkan pada implikasi dari tren ini. Mengatasi norma budaya selama perencanaan pengelolaan sampah padat membutuhkan pendekatan keterlibatan pemangku kepentingan yang terkoordinasi. Informasi lebih lanjut tentang praktik terbaik untuk keterlibatan pemangku kepentingan tersedia di bagian [Keterlibatan Pemangku Kepentingan](#).



POIN UTAMA

Kota Dapat Memanfaatkan Pusat Keunggulan untuk Membangun Kapasitas

Kota-kota sedang menjajaki berbagai pendekatan untuk mengatasi keterbatasan yang berkaitan dengan kapasitas teknis dan pengetahuan. Salah satu solusi yang diterapkan kota adalah mengakses sumber daya dan informasi yang tersedia melalui “pusat keunggulan.” Ini adalah organisasi atau kemitraan yang didedikasikan untuk berbagi informasi, memberikan pelatihan, dan memfasilitasi pertukaran praktik terbaik terkait pengelolaan sampah padat.

Contoh pusat unggulan pengelolaan limbah antara lain:

Platform Pengetahuan Sampah Kota: Alat: Sumber daya ini dikelola oleh Inisiatif Limbah Koalisi Iklim dan Udara Bersih untuk bertukar informasi dan sumber daya tentang praktik terbaik [CCAC Tidak Bertanggal (b)].

Institut Sampah Padat untuk Keberlanjutan: Institut ini berbasis di University of Texas di Arlington, dan memberikan dukungan pengembangan kapasitas dan

sesi pelatihan untuk membantu kota meningkatkan pengelolaan sampah padat (University of Texas di Arlington 2015).

Pusat Keunggulan untuk Ekonomi Sirkuler dan Perubahan Iklim: Pusat ini berbasis di Novi Sad, Serbia, dan memberikan dukungan pertukaran informasi terkait sampah padat dan keahlian teknis untuk kota-kota di Eropa Tenggara, Timur Tengah, dan Asia Tengah (CECC 2020).

Pusat Keunggulan Lingkungan Be'ah: Pusat ini memberikan pelatihan dan dukungan ahli untuk kota-kota di Oman untuk membantu mereka meningkatkan pengelolaan sampah (be'ah 2017b).

Institut Energi dan Sumber Daya Pusat Pengelolaan Sampah: Pusat ini memberikan dukungan untuk kota-kota di India melalui bantuan teknis, lokakarya, dan jaringan (TERI 2020b).



Halaman ini sengaja dikosongkan.

3 PENDEKATAN





Referensi Utama

[Sustainable Materials Management: Non-Hazardous Materials and Waste Management Hierarchy \(U.S. EPA 2017\)](#)

[Sector Environmental Guideline: Solid Waste \(USAID 2018\)](#)



Bagian 3

Pendekatan

Tidak ada satu pun pendekatan pengelolaan sampah padat yang cocok untuk mengelola semua material dan aliran sampah dalam segala situasi. Pemerintah daerah harus bekerja untuk membuat rencana yang memenuhi kebutuhan dan kondisi khusus daerah mereka. Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat mengembangkan hierarki pengelolaan sampah padat (Contoh 3.1) sebagai pengakuan atas kenyataan ini. Hierarki ini menyediakan sistem peringkat umum untuk berbagai strategi pengelolaan sampah padat dari yang tidak hingga yang paling ramah lingkungan; dan menekankan pada pengurangan, penggunaan kembali, dan daur ulang (U.S. EPA 2017f).

Bagian ini menjelaskan secara singkat setiap strategi pengelolaan yang terdapat dalam hierarki pengelolaan sampah padat. Informasi lebih terperinci dapat ditemukan di bagian selanjutnya, yang ditautkan di setiap deskripsi.

Mengapa Hierarki Pendekatan Pengelolaan Sampah Padat Penting?

Hierarki pengelolaan sampah padat menyoroti langkah-langkah paling ramah lingkungan yang harus diambil sebelum membuang sampah ke tempat pembuangan sampah atau tempat pembuangan akhir. Langkah pertama dan paling disukai dalam hierarki, pengurangan sumber dan penggunaan kembali, berfokus pada pencegahan agar sampah tidak diproduksi. Ketika sampah dikurangi atau digunakan kembali di sumbernya, lebih sedikit bahan baku yang dibutuhkan dan lebih sedikit sampah yang perlu dikumpulkan, diangkut, dan dibuang. Pengurangan proses ekstraktif ini mengarah pada manfaat lingkungan dan penghematan biaya sepanjang umur produk. Untuk sampah yang tidak dapat dikurangi atau digunakan kembali pada sumbernya, daur ulang atau pengomposan adalah pilihan terbaik berikutnya. Daur ulang atau pengomposan menghasilkan manfaat lingkungan dan penghematan biaya yang serupa dengan pengurangan sumber dan penggunaan

Contoh 3.1. Hierarki Pengelolaan Limbah



kembali, tetapi membutuhkan biaya investasi di muka untuk menerapkan program daur ulang atau pengomposan yang efektif. Strategi pengurangan sumber dan daur ulang sama-sama membantu mengurangi jumlah sampah yang pada akhirnya dapat masuk ke lingkungan, termasuk badan air dan sampah laut. Pemulihan energi dapat dipertimbangkan untuk limbah yang tidak dapat didaur ulang atau dibuat kompos. Pemulihan energi mengurangi jumlah limbah yang pada akhirnya berakhir di tempat pembuangan akhir dan tempat pembuangan sampah, dan mengimbangi kebutuhan akan penggunaan bahan bakar fosil. Namun, pemulihan energi dari limbah dapat menghasilkan emisi polusi udara dan memerlukan investasi dan biaya operasional yang signifikan.

Elemen Hierarki Pengelolaan Sampah Padat

Pengurangan dan Penggunaan Ulang Sumber

Pengurangan sumber, juga dikenal sebagai pencegahan limbah, mengacu pada pengurangan jumlah limbah yang dihasilkan. Mengurangi limbah pada sumbernya



adalah strategi yang paling ramah lingkungan (U.S. EPA 2017f). Individu dapat mengurangi jumlah limbah yang mereka hasilkan dengan membeli produk yang tahan lama dan dapat digunakan kembali, atau mencari produk yang telah dirancang dengan mempertimbangkan pengurangan limbah. Bagian [Pencegahan dan Minimalisasi](#) membahas pengurangan dan penggunaan kembali sumber lebih jauh.

Daur Ulang dan Pengelolaan Limbah Organik

Daur ulang adalah serangkaian kegiatan yang mencakup pengumpulan barang bekas, digunakan kembali, atau tidak terpakai yang seharusnya dianggap sampah; pemilahan dan pengolahan produk yang dapat didaur ulang menjadi bahan baku; dan memproduksi ulang bahan mentah daur ulang menjadi produk baru (U.S. EPA 2017f). Sektor informal merupakan kontributor utama dalam sistem daur ulang di banyak tempat di seluruh dunia. Bagian [Daur Ulang](#) menjelaskan manfaat dan tantangan dari daur ulang, dan praktik terbaik dalam menyiapkan program daur ulang, termasuk melibatkan sektor informal.

Pengelolaan limbah organik berurusan dengan pengalihan dan pengolahan limbah organik melalui pengomposan dan pencernaan anaerobik (AD). Kompos adalah material organik yang dapat ditambahkan ke tanah untuk membantu pertumbuhan tanaman. AD adalah proses yang menghasilkan biogas – sumber energi terbarukan – menggunakan limbah organik sebagai bahan baku. Pengomposan atau penggunaan AD untuk sisa makanan, buangan pematangan pekarangan, dan bahan organik lainnya menjauhkan bahan-bahan ini dari tempat pembuangan akhir, di mana mereka memakan tempat dan melepaskan metana, gas rumah kaca yang kuat. Bagian [Pengelolaan Limbah Organik](#) mencakup pilihan berbeda dari pengomposan skala kecil hingga AD skala besar, dan praktik terbaik untuk memisahkan limbah ini dari aliran limbah umum.

Pemulihan Energi

Pemulihan energi adalah konversi bahan yang tidak dapat didaur ulang menjadi panas, listrik, atau bahan bakar yang dapat digunakan melalui berbagai proses. Proses ini sering disebut limbah-ke-energi. Mengubah bahan yang tidak dapat didaur ulang menjadi listrik dan panas menghasilkan sumber energi dan mengurangi emisi karbon dengan mengimbangi kebutuhan energi dari sumber fosil, dan mengurangi pembentukan metana dari tempat pembuangan akhir (U.S. EPA 2017f).

Pabrik limbah-ke-energi memiliki biaya investasi di muka yang tinggi dan mahal untuk dioperasikan dan dipelihara. Selain itu, emisi beracun dari unit tersebut harus dikendalikan. Jika digabungkan dengan kontrol



polusi udara ujung pipa yang efektif (yaitu, kontrol yang ditempatkan pada fasilitas yang mengolah gas sebelum masuk ke lingkungan) dan teknik pembuangan limbah, pabrik ini berpotensi mengurangi volume limbah dan emisi gas rumah kaca (USAID 2018). Namun, rencana pembiayaan yang memadai dan pengendalian polusi yang efektif merupakan faktor kunci untuk dipertimbangkan sebelum merencanakan fasilitas sampah menjadi energi sebagai pilihan pengelolaan sampah padat yang layak. Bagian [Pemulihan Energi](#) memberikan lebih banyak informasi tentang berbagai jenis teknologi dan syarat utama untuk dipertimbangkan terkait dengan pendekatan manajemen ini,

Pengolahan dan Pembuangan

Sebelum pembuangan, pengolahan dapat membantu mengurangi volume dan toksisitas sampah. Pengolahan dapat berupa fisik (mis., menyobek), kimia (mis., pembakaran), atau biologis (mis., AD; U.S. EPA 2017f). Tempat pembuangan akhir merupakan komponen penting dari sistem pengelolaan sampah padat terpadu. Sampah yang tidak dapat dicegah atau didaur ulang harus dibuang di tempat pembuangan akhir yang dirancang, dibangun, dan dikelola dengan baik, di tempat yang dapat menyimpan sampah tersebut dengan aman untuk membatasi dampak lingkungannya (U.S. EPA 2002a). Gas metana, produk sampingan dari penguraian limbah, dapat dikumpulkan dan digunakan sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi. Setelah tempat pembuangan akhir ditutup, lahan tersebut dapat digunakan untuk tujuan lain seperti tempat rekreasi. Bagian [Pengelolaan Tempat Pembuangan Sampah](#) dan [Sanitary Landfill](#) membahas strategi untuk meningkatkan atau menutup tempat pembuangan sampah terbuka, dan menyiapkan serta mengoperasikan tempat pembuangan akhir secara berurutan.



4 KETERLIBATAN PEMANGKU KEPENTINGAN





Referensi Utama

-  [Panduan Partisipasi Publik](#) (U.S. EPA 2017d)
-  [Buku Pegangan tentang Komunikasi dan Keterlibatan untuk Pengelolaan Sampah Padat](#) (ABRELPE CCAC 2017)
-  [Panduan Pengambil Keputusan untuk Pengelolaan Sampah Padat, Volume II](#) (U.S. EPA 1995)



Bagian 4

Keterlibatan Pemangku Kepentingan

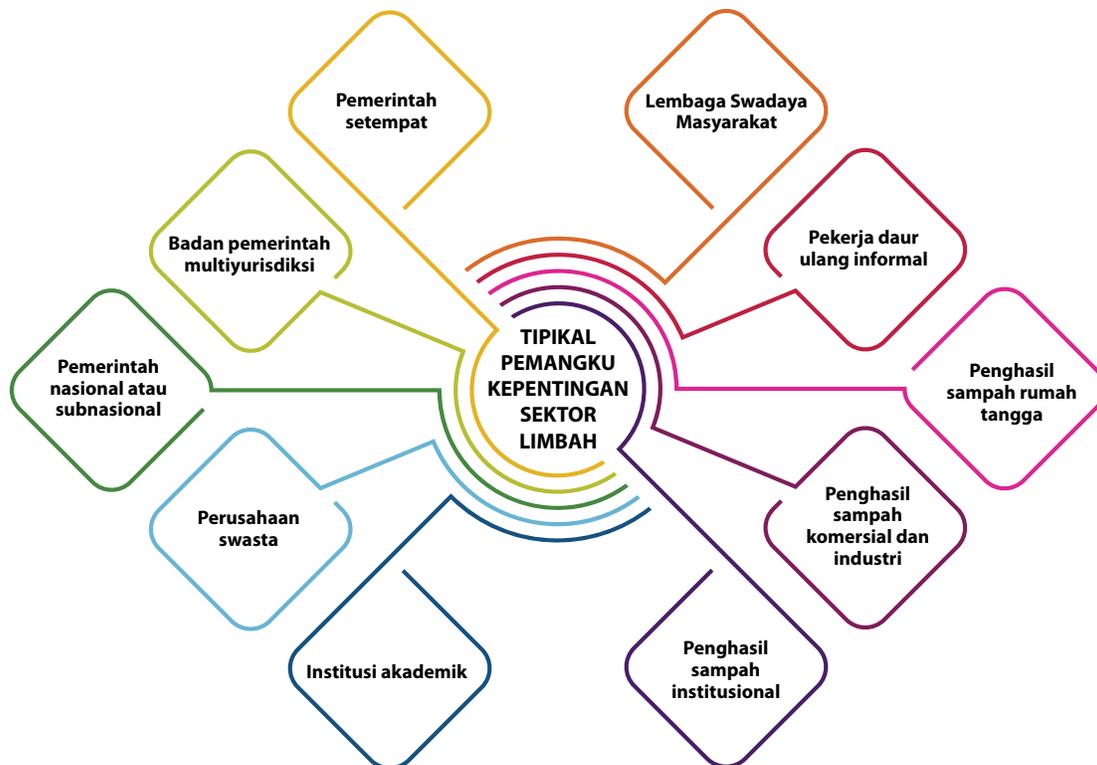
Keterlibatan pemangku kepentingan adalah proses membangun hubungan dengan penduduk, kelompok kepentingan, dan entitas lain yang terkena dampak untuk mendapatkan dukungan bagi kebijakan, program, dan masalah layanan pengelolaan sampah padat. Bekerja dengan pemangku kepentingan membantu menciptakan sistem pengelolaan sampah padat yang kuat, melindungi lingkungan, dan menjadikan kota sebagai tempat tinggal yang lebih baik.

Bagian ini memberikan informasi tentang keuntungan terlibat secara aktif dengan pemangku kepentingan, dan praktik terbaik untuk mengidentifikasi pemangku kepentingan dan menggabungkan umpan balik mereka ke dalam perencanaan pengelolaan sampah padat. Contoh 4.1 memperkenalkan pelaku sektor limbah tipikal yang berperan di sebagian besar kota.

Mengapa Melibatkan Pemangku Kepentingan?

Kota-kota merasa perlu melibatkan masyarakat selama proses perencanaan untuk membuat program pengelolaan sampah padat yang kuat dan mempertahankan dukungan jangka panjang untuk operasinya. Mengoperasikan program pengelolaan sampah padat secara ekonomis dan efisien memerlukan kerja sama yang signifikan dari penghasil sampah (misalnya, penduduk perorangan dan bisnis), pengurus sampah, sektor informal, dan semua individu dan organisasi lain yang terkena dampak pengelolaan sampah padat. Untuk mempertahankan dukungan program jangka panjang, kota-kota telah memahami bahwa kelompok ini perlu terus terlibat dalam

Contoh 4.1. Pemangku Kepentingan Sektor Limbah Tipikal



pengambilan keputusan dan mendapat informasi tentang kebijakan, program, dan proyek.

Keterlibatan pemangku kepentingan di sektor sampah harus mengikuti empat prinsip umum keterlibatan pemangku kepentingan:

- **Integritas.** Tujuan dan cakupan yang transparan dan jelas.
- **Inklusivitas.** Dapat diakses oleh semua pemangku kepentingan yang mencari berbagai nilai dan perspektif.
- **Dialog.** Diskusi terbuka dan tulus yang didukung oleh informasi yang tepat waktu dan akurat.
- **Pengaruh.** Masukan yang tercermin di hasil.

Praktik Terbaik

Saat merencanakan program pengelolaan sampah padat, keterlibatan pemangku kepentingan mencakup berbagai entitas pemerintah daerah dan kegiatan yang mungkin dilakukan. Kota dapat berbagi informasi; berkonsultasi dengan pemangku kepentingan melalui berbagai proses; dan, dalam beberapa kasus, mendorong partisipasi aktif dalam proses pengambilan keputusan pemerintah. Keterlibatan pemangku kepentingan yang efektif memungkinkan kota untuk memanfaatkan perspektif pengelolaan sampah padat yang beragam untuk meningkatkan kualitas pengambilan keputusan. Ini juga memungkinkan warga untuk lebih memahami proses pemerintah daerah; dan memperkuat kapasitas mereka untuk berpartisipasi dalam proses deliberatif dengan membangun kepercayaan diri, keterampilan, pengetahuan, dan pengalaman. Kota dapat menggunakan langkah-langkah berikut sebagai panduan untuk merencanakan program partisipasi publik.

Menjadi Terorganisir

Sebelum menjangkau pemangku kepentingan, kota merasa terbantu untuk terlebih dahulu mengumpulkan informasi dari entitas pemerintah terkait yang terlibat dalam proses pengelolaan sampah padat yang berlaku. Tinjauan ini dapat mencakup departemen pengelolaan sampah, departemen pekerjaan umum, dan departemen keuangan proyek. Penting agar staf departemen dapat memahami undang-undang dan target yang sudah diterapkan di kota itu. Proses ini akan memungkinkan mereka untuk memahami

sejarah di balik program sampah padat saat ini, menilai kemungkinan, mengidentifikasi dan menggunakan sumber daya, dan mengetahui di mana masukan publik memungkinkan. Terakhir, penting untuk memastikan bahwa ada kemauan politik untuk upaya ini (misalnya, dukungan dari pejabat terpilih saat ini dan yang potensial di masa depan).

Memilih Tingkat Partisipasi Publik

Kota dapat mengintegrasikan pemangku kepentingan ke dalam proses pengambilan keputusan melalui berbagai kegiatan berdasarkan tujuan program. Spektrum keterlibatan pemangku kepentingan umumnya dikategorikan ke dalam tiga jenis kegiatan:

- **Menginformasikan.** Keputusan telah dibuat atau tindakan diperlukan. Ada kebutuhan untuk memastikan bahwa pemangku kepentingan yang terkena dampak mengetahui informasi tersebut.
- **Berkonsultasi.** Masukan, umpan balik, atau saran dari para pemangku kepentingan diperlukan sebelum bagian dari proyek atau keputusan diselesaikan.
- **Terlibat aktif.** Kelompok pemangku kepentingan atau penduduk tertentu dilibatkan untuk mengatasi masalah dan mengembangkan solusi.

Memilih jenis keterlibatan pemangku kepentingan akan membantu otoritas lokal dan pengambil keputusan memilih alat dan teknik yang dapat digunakan karena tidak ada satu pendekatan yang sesuai untuk setiap masalah. Beberapa teknik dirancang khusus untuk berbagi informasi atau memperoleh pandangan dan pendapat, sementara yang lain bertujuan untuk secara efektif melibatkan pemangku kepentingan dan warga dalam pengambilan keputusan. Teknik keterlibatan pemangku kepentingan yang paling tepat ditentukan oleh masalah, tujuan yang diinginkan, dan sumber daya yang tersedia. Ini adalah praktik terbaik untuk merancang teknik keterlibatan pemangku kepentingan bekerja sama dengan organisasi lokal yang memahami masalah yang berkaitan dengan daerah dan penduduk setempat.

Mengidentifikasi Peran Pemangku Kepentingan

Mengakui penduduk sebagai sumber daya yang berharga melepaskan kreativitas dan mengakui kolaborasi sebagai katalis utama untuk





INTI MASALAH



Terlibat dengan Sektor Informal di Peru

Untuk informasi selengkapnya, kunjungi [situs web Ciudad Saludable'](#) (Ciudad Saludable Tidak Bertanggal).

Ciudad Saludable adalah organisasi nirlaba yang berbasis di Peru yang bertujuan untuk meningkatkan kondisi kehidupan pekerja sektor informal dengan menciptakan sistem pengelolaan sampah padat yang efisien. Komponen utama dari model bisnis mereka adalah melibatkan semua pemangku kepentingan selama proses berlangsung. Model organisasi ini menggunakan usaha mikro yang menghasilkan kompos dan produk sampingan lainnya yang dapat dipasarkan. Usaha mikro menciptakan jaringan besar usaha kecil yang mempekerjakan 1.500 pekerja sektor informal.

Ciudad Saludable telah menciptakan kesadaran di Amerika Latin tentang kondisi kerja pekerja sektor informal. Organisasi ini juga telah membantu menciptakan kerangka kerja legislatif baru yang memfasilitasi dialog di tingkat nasional dan lokal, dan menekankan pendidikan dan berbagi pengetahuan.

Ciudad Saludable diperkirakan mencapai 30 persen dari populasi Peru dan memperkirakan bahwa mereka telah memperbaiki kehidupan lebih dari 6 juta orang yang tinggal di daerah perkotaan dan pedesaan (Skoll 2006). Bagian *Daur Ulang Informal* memberikan contoh manfaat dan tantangan dari melibatkan sektor informal.

mempromosikan kemajuan lokal. Kota-kota merasa lebih disarankan untuk secara jelas menetapkan peran dan tanggung jawab pihak-pihak yang berpartisipasi untuk memastikan akuntabilitas dan kepemilikan (dari proses). Pemerintah membuat keputusan kebijakan yang mengarahkan pelaksanaan program pengelolaan sampah padat, tetapi pemangku kepentingan yang tercantum dalam Contoh 4.2 semuanya berpartisipasi dalam sistem pengelolaan sampah penuh dalam beberapa cara (UNEP 2005a).

Contoh 4.3 menyajikan contoh bagaimana satu kotamadya di Kamboja melibatkan berbagai pemangku kepentingan sebagai bagian dari upaya komprehensif untuk meningkatkan pengelolaan sampah padat.

Mengintegrasikan Masukan Pemangku Kepentingan ke dalam Proses Pengambilan Keputusan

Banyak kota yang menganggap penting untuk berbagi rencana perubahan yang diusulkan pada program sampah padat mereka dengan publik dan terlibat dengan pemangku kepentingan untuk meminta umpan

balik. Ini adalah praktik terbaik untuk memungkinkan partisipasi publik dalam evaluasi rencana dan strategi, dan memastikan bahwa ada metode komunikasi dan titik kontak di dalam lembaga pemerintah yang memimpin upaya dengan siapa pemangku kepentingan dapat bekerja. Pemangku kepentingan dapat berpartisipasi secara digital menggunakan platform publik atau grup daftar email, atau melalui pertemuan langsung seperti pertemuan terbuka atau meja bundar.

Contoh 4.4 menyajikan contoh pengintegrasian masukan pemangku kepentingan ke dalam proses pengambilan keputusan di Kota Cebu, Filipina.

Kesadaran dan Pendidikan

Aspek kunci dari pengelolaan sampah padat adalah terus berkomunikasi dan mendidik para pemangku kepentingan selama proyek berlangsung, tidak hanya selama tahap tertentu dari pengembangan proyek. Misalnya, menginformasikan penghasil sampah tentang kegiatan pengelolaan sampah padat mendorong penggunaan layanan pengumpulan dan partisipasi dalam program daur ulang dan pengalihan sampah





INTI MASALAH



Memasukkan Pengelolaan Sampah Padat dalam Pelajaran Sekolah Dasar di Kamboja

Untuk informasi selengkapnya, lihat *Panduan Institut untuk Strategi Lingkungan Global untuk Phnom Penh, Kamboja* (Yagasa dan Gamaralalage 2019).

Memasukkan pengelolaan sampah padat dalam kurikulum sekolah merupakan cara penting untuk meningkatkan kesadaran di kalangan pemuda. Institut Strategi Lingkungan Global dan Program Lingkungan Perserikatan Bangsa-Bangsa mengembangkan serangkaian rencana pelajaran untuk guru sekolah dasar di Kamboja yang ingin menambahkan pendidikan lingkungan dan pengelolaan limbah ke dalam kurikulum mereka. Murid dapat mengambil pelajaran tentang pengurangan limbah, pemisahan sumber, daur ulang, dan pengomposan; dan menerapkannya di rumah mereka sendiri.

organik. Terlibat dengan pembuat kebijakan lokal dan nasional dapat mengarah pada penerapan peraturan pengelolaan sampah padat dan peningkatan pendanaan untuk program [CCAC Tidak Bertanggung(c)].

Program peningkatan kesadaran tradisional dapat mencakup kampanye media, kunjungan dari rumah ke rumah untuk membahas kegiatan pengelolaan sampah padat dengan pemangku kepentingan, dan acara bersih-bersih masyarakat. Kompetisi antar lingkungan dan masyarakat dapat membantu meningkatkan kesadaran akan pengelolaan sampah padat dan mendorong perubahan perilaku. Kampanye pendidikan dapat diintegrasikan ke dalam kurikulum sekolah dan universitas untuk menjangkau populasi pemuda dan mendorong praktik pengelolaan limbah yang baik.

[Lampiran C](#) mencakup berbagai keterlibatan publik dan alat komunikasi.

Pertanyaan untuk Pengambil Keputusan

- Apa isu-isu utama atau bidang minat untuk proyek?
- Siapa kelompok pemangku kepentingan utama?
- Sampai mana tingkat minat mereka?
- Siapa kontak utama untuk kelompok-kelompok ini?
- Apa mekanisme terbaik untuk terlibat dengan kelompok-kelompok ini?
- Apakah ada kelompok-kelompok yang akan menentang, atau mungkin terpengaruh oleh, perubahan pengelolaan sampah padat?
- Bagaimana pemangku kepentingan bisa terlibat selama masa hidup proyek?



Contoh 4.2. Peran Pemangku Kepentingan (diadaptasi dari UNEP 2005a)

Pemerintah setempat

Pemerintah setempat merencanakan dan mengimplementasikan program pengelolaan sampah padat. Banyak departemen yang sering terlibat: departemen pekerjaan umum mengumpulkan dan membuang sampah; departemen kesehatan dan sanitasi masyarakat memeriksa dan menegakkan standar sanitasi; departemen perlindungan lingkungan memantau kualitas udara dan air, dan langkah-langkah pengendalian polusi; departemen taman atau pertanian dapat menggunakan kompos yang merupakan produk pengolahan sampah organik; dan departemen pembiayaan mengalokasikan dana yang tersedia untuk kegiatan pengelolaan sampah padat.

Badan pemerintah multi-yurisdiksi (badan perencanaan metropolitan)

Badan-badan yang menyatukan beberapa pemerintah daerah untuk tujuan perencanaan daerah sering kali bertanggung jawab untuk operasi yang lebih besar seperti tempat pembuangan akhir, mengubah limbah menjadi energi, digester anaerobik, atau fasilitas pengomposan. Badan-badan ini dapat berkolaborasi dalam penempatan sanitary landfill yang baru, stasiun pemindahan, dan fasilitas daur ulang atau pengolahan lainnya. Untuk fasilitas bersama, mereka juga akan menetapkan biaya pembuangan atau pengguna.

Pemerintah nasional atau subnasional

Badan pemerintahan nasional menetapkan kebijakan dan peraturan pengelolaan sampah padat, termasuk spesifikasi penanganan, pengolahan, dan penimbunan sampah; tindakan perlindungan kesehatan masyarakat; dan pencegahan polusi. Mereka memiliki peran dalam pemeriksaan dan penyelenggaraan fasilitas pengolahan dan limbah. Selain itu, mereka menetapkan peraturan dan standar untuk pengambilan produk sampingan pengolahan limbah, termasuk biogas dan listrik.

Perusahaan swasta

Pelaku sektor swasta seperti pengangkut sampah, perusahaan konstruksi, operator TPA, operator fasilitas pemulihan material, dan pembeli material sering kali membuat kontrak dengan pemerintah untuk melakukan kegiatan pengelolaan sampah padat. Di negara-negara dengan sistem tanggung jawab produsen yang diperluas, sektor swasta juga bertanggung jawab atas perlakuan akhir masa pakai produknya. Bagian [Economic Considerations](#) membahas tanggung jawab produsen yang diperluas dengan lebih rinci.

Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM)

LSM yang mewakili berbagai kepentingan seperti pengembangan atau keselamatan tenaga kerja, perlindungan lingkungan, pembangunan ekonomi, kesehatan masyarakat, atau bahkan lingkungan tertentu memiliki kepentingan dalam pengelolaan sampah padat. Kelompok-kelompok ini dapat menjadi mitra penting dalam proses perencanaan. Terutama, mereka memiliki pemahaman tentang sudut pandang lokal untuk dipertimbangkan oleh otoritas lokal dalam pengambilan keputusan. Kelompok-kelompok ini juga dapat berperan penting dalam mendidik masyarakat tentang berbagai aspek pengelolaan sampah padat.

Institusi akademik

Perguruan tinggi lokal seringkali memiliki keahlian teknis yang dapat mendukung karakterisasi atau kegiatan pengumpulan limbah melalui pengumpulan dan analisis data ilmiah, dan juga dapat memantau hasil program percontohan.

Pekerja daur ulang informal

Pekerja sektor informal mengumpulkan bahan-bahan yang dapat didaur ulang dan digunakan kembali dari tempat sampah komunal dan tempat pembuangan, dan sering kali bekerja dalam kondisi yang tidak aman. Ada banyak keuntungan untuk memasukkan pekerja sektor informal ke dalam sistem pengelolaan sampah padat formal, terutama untuk mengurangi kerentanan sosial dan mendorong kesetaraan dan pemberdayaan gender bagi perempuan yang banyak terdapat di sektor ini. Lihat bagian [Daur Ulang Sektor Informal](#) untuk informasi selengkapnya.

Penghasil sampah rumah tangga

Sampah perumahan atau rumah tangga dapat menjadi bagian terbesar dari aliran sampah perkotaan. Namun, pilihan pengumpulan dan pembuangan sampah seringkali kurang tersedia di daerah pinggiran kota, yang dapat menyebabkan pembuangan terbuka dan terpaparnya penduduk terhadap bahaya kesehatan manusia. Warga dapat memainkan peran penting dalam meningkatkan pencegahan, minimalisasi, pemilahan, dan skema pengumpulan sampah; dan penempatan fasilitas pengolahan dan pembuangan sampah. Pendidikan dan sosialisasi kepada warga tentang program atau biaya sampah baru mendukung pengelolaan sampah padat yang lebih baik secara keseluruhan. Dalam banyak kasus, perempuan mengelola pengumpulan dan pemisahan sampah rumah tangga. Sebagai praktik terbaik, perempuan harus dilibatkan dalam upaya penjangkauan lokal.

Penghasil sampah komersial dan industri

Beberapa perusahaan komersial dan industri menghasilkan sampah, termasuk kantor, fasilitas medis, hotel, pasar, lokasi konstruksi, operasi industri, dan lain-lain. Penghasil sampah skala besar ini, yang biasanya tidak bergantung pada sarana pengumpulan yang sama dengan pengguna perumahan, terkadang memilah dan mengangkut sampah mereka ke lokasi komunal (misalnya, mereka dapat mengatur perjanjian sektor swasta untuk pengumpulan dan pembuangan).

Penghasil sampah institusional

Organisasi lain yang menghasilkan sampah termasuk lembaga pemerintah, sekolah dan universitas, lembaga keagamaan, serta rumah sakit dan fasilitas kesehatan. Layanan pengelolaan sampah padat untuk kelompok-kelompok ini bervariasi; beberapa kotamadya memasukkan organisasi-organisasi ini ke dalam wilayah layanan mereka, sementara yang lain mengharuskan mereka untuk mengontrak pengangkut sampah swasta. Seringkali keputusan tergantung pada jenis dan jumlah sampah yang dihasilkan oleh institusi ini. Kelompok-kelompok ini juga dapat memainkan peran penting dalam pendidikan dan penjangkauan, mendorong anggota untuk mempraktikkan minimalisasi dan pemilahan sampah yang baik.





CONTOH 4.3 STUDI KASUS



Keterlibatan Pemangku Kepentingan di Battambang, Kamboja

Pada tahun 2011, Kota Battambang, Kamboja, mencanangkan upaya merombak sistem pengelolaan sampah padatnya. Kota ini, yang berpenduduk lebih dari 150.000 orang, menghadapi beberapa tantangan umum pengelolaan sampah padat, termasuk anggaran operasional yang tidak mencukupi, cakupan pengumpulan yang rendah, pembakaran sampah, dan masalah lingkungan dan kesehatan masyarakat yang terkait. Battambang bermitra dengan LSM, Organisasi Pendidikan dan Pengelolaan Sampah Kamboja, dan Institut Strategi Lingkungan Global untuk menjangkau tantangan pengelolaan sampah padat mereka, melibatkan berbagai kelompok pemangku kepentingan, dan merancang strategi untuk pengelolaan sampah padat yang efektif.

Battambang melibatkan berbagai kelompok pemangku kepentingan utama sebagai bagian dari proses ini, termasuk:

Staf pemerintah daerah mengambil bagian dalam pertukaran informasi kota-ke-kota dengan Phitsanulok, Thailand. Pertukaran ini membantu staf pemerintah daerah membentuk strategi awal untuk pengelolaan sampah padat, dengan memanfaatkan pengalaman dan saran dari rekan-rekan mereka di Thailand.

LSM, khususnya Organisasi Pendidikan dan Pengelolaan Limbah Kamboja (Cambodian Education and Waste Management Organization), membantu memfasilitasi proses tersebut dan mendukung pemerintah daerah.

Pengumpul limbah sektor swasta CINTRI dan Leap Lim adalah mitra penting dalam upaya keterlibatan, karena Battambang tidak mengoperasikan layanan pengumpulan itu sendiri. Untuk biaya yang masuk akal, kota berkomitmen untuk layanan pengumpulan yang lebih baik. CINTRI juga memiliki dan mengoperasikan tempat pembuangan sampah kota.

Penghasil limbah komersial, termasuk beberapa pasar, setuju untuk berpartisipasi dalam proyek percontohan pemisahan limbah organik dengan Organisasi Pendidikan dan Pengelolaan Limbah Kamboja dan CINTRI.

Penghasil limbah rumah tangga dilibatkan melalui pemasangan tempat sampah dan papan penanda baru, pembagian brosur, pengumuman suara, lokakarya komunitas, dan proyek percontohan. Biaya yang masuk akal terkait dengan peningkatan layanan pengumpulan dimaksudkan untuk mengurangi pembakaran limbah. Proyek percontohan mengidentifikasi kebutuhan akan lebih banyak pendidikan dan sosialisasi tentang pemilahan limbah.

Pekerja daur ulang informal beroperasi di tempat pembuangan sampah lokal dalam kondisi yang tidak aman, termasuk pembakaran limbah. Para pekerja berpartisipasi dalam sesi pelatihan sukarela tentang dampak kesehatan dan lingkungan dari pembakaran limbah, dan cara memadamkannya. Selain itu, beberapa pekerja daur ulang informal sekarang bekerja di fasilitas pemisahan limbah organik.

Untuk informasi selengkapnya, lihat [Pendekatan Pengelolaan Limbah Partisipatif untuk Mitigasi Perubahan Iklim: Kasus Kota Battambang](#) (IGES dan UNEP 2018).





CONTOH 4.4 STUDI KASUS



Peran Kemitraan dalam Pengelolaan Sampah Padat di Kota Cebu, Filipina

Di Filipina, urbanisasi yang cepat telah menekan kemampuan negara itu untuk membuang limbah dengan benar. Di Kota Cebu, tanggung jawab pengumpulan limbah berada di tangan pemerintah kota dan barangay, distrik administratif terkecil di Filipina. Kota Cebu mengumpulkan limbah dari perusahaan komersial, institusi, dan rumah tangga di jalan utama. Barangays bertanggung jawab untuk pengumpulan limbah di dalam unit administrasi mereka menggunakan kendaraan mereka sendiri atau yang disediakan oleh kota. Mulai tahun 2010, Kota Cebu mulai menerapkan undang-undang untuk meningkatkan pengumpulan dan pengelolaan limbah.

Untuk meningkatkan efektivitas dan partisipasi dalam legislasi tersebut, Kota Cebu menjalin kemitraan dengan sejumlah kelompok dan lembaga lokal, yang telah menghasilkan pencapaian seperti:

- **Serangkaian kompetisi tahunan melalui kemitraan dengan bisnis dan media lokal.** Salah satu contohnya adalah "Penghargaan Barangay Lingkungan Terbaik" yang diberikan kepada masyarakat dengan partisipasi tinggi dalam kegiatan pengelolaan sampah padat.
- **Kampanye peningkatan kesadaran di seluruh kota.** Kampanye ini melibatkan LSM lokal, asosiasi pemilik rumah, pekerja sektor informal, lembaga akademis, perusahaan lokal, dan media.
- **Pengelolaan sampah padat tambahan melalui kemitraan pemerintah-swasta.** Dua usaha swasta telah mendirikan fasilitas pengolahan di dekat tempat pembuangan akhir Kota Cebu. Satu menangani daur ulang plastik dan yang lainnya menangani limbah organik, mengurangi jumlah limbah yang masuk ke tempat pembuangan akhir.
 - **Program daur ulang komunitas melalui kemitraan dengan bisnis dan penyewa lokal.** Salah satu program di Ayala Mall telah membuat program daur ulang yang efektif: bisnis di mal menjual barang daur ulang mereka, yang dibeli dan digunakan kembali oleh masyarakat setempat. Selain itu, SM City Cebu Mall mengadakan Hari Pasar Limbah pada hari Sabtu, di mana penduduk barangay dapat membeli atau menjual bahan daur ulang mereka.
 - **Peningkatan daur ulang melalui kemitraan dengan lembaga lingkungan.** Cebu dan Kantor Komite Lingkungan mendukung organisasi perempuan dengan program mingguan "Uang dari Sampah". Komunitas lokal mengumpulkan dan mengangkut barang-barang yang dapat didaur ulang ke tempat pengumpulan yang ditentukan. Di sini, setiap barangay diberi pembeli masing-masing untuk bahan yang dapat didaur ulang.

Untuk informasi selengkapnya, lihat studi kasus UNEP dan IGES, *Perencanaan dan Implementasi Strategi Pengelolaan Sampah Padat Terpadu pada Tingkat Lokal* (IGES dan UNEP 2017).



Halaman ini sengaja dikosongkan.

5 SISTEM PERENCANAAN





Referensi Utama

-  [Meningkatkan Pembuangan Sampah Padat di Kota San Cristobal, Republik Dominika \(U.S. EPA 2018c\)](#)
-  [Panduan Pengambil Keputusan untuk Pengelolaan Sampah Padat, Volume II \(U.S. EPA 1995\)](#)
-  [Penyusunan Rencana Pengelolaan Sampah Padat Terpadu, Manual Pelatihan; Volume 4: Rencana Pengelolaan Sampah Padat Terpadu \(UNEP 2009c\)](#)
-  [Penyusunan Rencana Pengelolaan Sampah Padat Terpadu, Manual Pelatihan; Volume 2: Penilaian Sistem Pengelolaan Limbah Saat Ini dan Kesenjangan \(UNEP 2009b\)](#)
-  [Pandang Pengelolaan Limbah Global \(UNEP 2015\)](#)



Bagian 5

Sistem Perencanaan

Evaluasi dan perencanaan adalah langkah penting bagi kota-kota yang ingin membuat atau mengevaluasi sistem pengelolaan sampah padat. Kota memiliki posisi terbaik untuk menilai kebutuhan mereka sendiri, mengevaluasi kondisi terkini, dan merencanakan masa depan. Bagian ini mengidentifikasi langkah-langkah utama untuk merencanakan dan mengevaluasi sistem limbah.

Mengapa Perencanaan Penting untuk Sistem Pengelolaan Sampah Padat?

Sistem pengelolaan sampah padat dapat dipengaruhi pada berbagai tahap oleh berbagai pemangku kepentingan, dan juga dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal. Penting untuk melalui proses perencanaan untuk mengetahui efek yang dapat ditimbulkan oleh satu keputusan manajemen pada setiap tahap. Memiliki rencana formal akan membantu kota dalam membuat transisi yang lebih mulus ke implementasi dan menjaga proyek sampah padat tetap pada jalurnya. Rencana ini juga dapat memastikan kelangsungan sistem pengelolaan sampah padat dalam hal pergantian staf dalam departemen yang bertanggung jawab untuk pengelolaan sampah padat, serta perubahan politik. Perencanaan sangat penting untuk menerapkan sistem pengelolaan sampah padat karena banyaknya jumlah dan berbagai pemangku kepentingan yang terlibat. Informasi lebih lanjut tentang praktik terbaik untuk keterlibatan pemangku kepentingan tersedia di bagian [Keterlibatan Pemangku Kepentingan](#).

Langkah Utama dalam Perencanaan

Perencanaan sistem pengelolaan sampah padat dapat melibatkan berbagai kegiatan. Langkah-langkah penting yang telah diambil banyak kota lain dijelaskan di bawah ini. Untuk panduan lebih rinci tentang membangun sistem pengelolaan sampah padat, lihat [Manual pelatihan Program Lingkungan Perserikatan Bangsa-Bangsa tentang perencanaan pengelolaan sampah padat](#) (UNEP 2009c).

1. Mengidentifikasi, menginventarisasi, dan menilai sumber daya. Kota-kota merasa terbantu untuk memahami kebutuhan mereka sendiri sebelum membuat sistem pengelolaan sampah padat. Hal ini juga membantu untuk memiliki komitmen politik untuk pengelolaan sampah padat, seseorang atau kelompok untuk memberikan kepemimpinan selama proses, dan rencana untuk keterlibatan publik (Tchobanoglous dan Kreith 2002). Langkah ini juga melibatkan pembuatan inventarisasi sumber daya saat ini dan operasi yang ada dengan melihat infrastruktur yang ada, fasilitas terdekat, dan sumber daya publik dan swasta lainnya. Informasi lain yang relevan untuk dikumpulkan termasuk:

- Informasi tentang jenis dan volume limbah (lihat bagian [Karakterisasi Limbah](#))
- Penilaian biaya peralatan dan tenaga kerja
- Data demografi (misalnya, populasi, jumlah bisnis dan rumah tangga, proyeksi masa depan).

Jika data tidak tersedia untuk area tertentu, mungkin bermanfaat untuk meminta data dari komunitas terdekat untuk membandingkan atau mengembangkan perkiraan untuk analisis dasar. Setelah data dikumpulkan, mereka dapat diatur dengan cara yang paling sesuai dengan tujuan yang diidentifikasi. Salah satu cara untuk mengkategorikan data adalah dengan fungsi terkait dalam sistem pengelolaan sampah padat (yaitu, pengurangan dan minimalisasi sampah, identifikasi dan karakterisasi sampah, penyimpanan dan pengumpulan, pengomposan, daur ulang, atau pembuangan sampah). Kategori lain yang berlaku termasuk administrasi, pendidikan dan penjangkauan, dan sumber daya keuangan. [Alat Pengumpulan Data Penilaian Cepat MSW Kota](#) (CCAC 2020) yang dibuat oleh Inisiatif Limbah Kota Koalisi Iklim dan Udara Bersih menyediakan contoh untuk membantu kota dalam mengidentifikasi dan mengumpulkan data untuk rencana pengelolaan sampah padat.

2. Mengidentifikasi kebutuhan. Kota dapat menggunakan data yang dikumpulkan untuk





Untuk informasi selengkapnya, baca ***Panduan Pengambil Keputusan untuk Pengelolaan Sampah Padat, Volume II*** United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA 1995).

POIN UTAMA



Lima Puntuk Pengelolaan Sampah Padat

Lima P berikut ini sangat relevan untuk dipertimbangkan saat membuat sistem pengelolaan sampah padat:

Perencanaan: Merumuskan dan mengikuti rencana yang dirancang dengan baik dan komprehensif.

Harga (Price): Mendasarkan rencana pada analisis ekonomi yang sehat.

Publisitas: Menggunakan platform publik untuk mempromosikan rencana, mendapatkan dukungan publik, dan mendidik penduduk.

Politik: Mempertahankan dukungan politik selama tahap perencanaan dan pelaksanaan.

Ketekunan (Perseverance): Mempersiapkan strategi implementasi jangka panjang.

membantu menilai kebutuhan pengelolaan sampah padat mereka. Kebutuhan ini harus mencerminkan realitas saat ini dan juga mempertimbangkan perubahan di masa depan (misalnya, pertumbuhan penduduk, tren konsumsi, tingkat timbulan limbah). Sangat membantu untuk mengidentifikasi kesenjangan data untuk perencanaan dan evaluasi masa depan sebagai bagian dari proses identifikasi kebutuhan, tetapi pendekatan yang mapan adalah dengan menggunakan data terbaik yang tersedia untuk upaya perencanaan. [Volume 2 dari Manual Pelatihan Program Lingkungan Perserikatan Bangsa-Bangsa untuk Rencana Pengelolaan Sampah Padat Terpadu](#) (UNEP 2009b) menawarkan arahan tentang cara menilai sistem pengelolaan sampah padat dan mengidentifikasi kesenjangan. Perencanaan untuk bencana dan gangguan signifikan lainnya merupakan kebutuhan utama di banyak kota. Contoh 5.1 memberikan studi kasus tentang perencanaan limbah bencana di Nepal.

3. **Menetapkan tujuan dan sasaran.** Maksud dan tujuan menetapkan visi yang jelas untuk pengembangan sistem pengelolaan sampah padat. Pernyataan tujuan membantu mengidentifikasi hasil yang diinginkan secara keseluruhan dari sistem pengelolaan sampah padat. Pernyataan tujuan dapat mencakup nilai dan peran pemangku kepentingan yang berbeda, termasuk pembuat kebijakan dan penduduk lainnya. Tujuan adalah pencapaian

tambahan yang dapat diukur dan dipantau yang merupakan bagian dari tujuan keseluruhan.

4. **Mengevaluasi pilihan pengelolaan sampah padat.** Sistem pengelolaan sampah padat menggabungkan berbagai pilihan teknologi dan kebijakan. Untuk mengevaluasi pilihan, kota biasanya mengacu pada daftar kebutuhan, tujuan, dan sasaran yang teridentifikasi; dan mengevaluasi kelayakan dari semua solusi yang mungkin. Evaluasi juga harus mempertimbangkan sumber daya teknis dan keuangan yang tersedia. Solusi jangka pendek dan jangka panjang dapat diidentifikasi berdasarkan kebutuhan saat ini dan sumber daya yang tersedia secara lokal. Ini adalah praktik terbaik untuk mempertimbangkan setiap opsi secara menyeluruh karena setiap bagian dari sistem pengelolaan sampah padat mempengaruhi bagian lain. Beberapa contoh dari kriteria evaluasi termasuk:
 - Persyaratan peraturan
 - Dampak ekonomi
 - Penerapan berdasarkan aliran limbah.
5. **Menentukan opsi pengelolaan sampah padat yang direkomendasikan.** Otoritas lokal dan pengambil keputusan kemudian dapat menggunakan evaluasi untuk memilih opsi pengelolaan sampah padat yang memungkinkan untuk dimasukkan ke dalam sistem. Akan





INTI MASALAH



Contoh Studi Kelayakan

Untuk menghemat sumber daya, kota dapat mencari contoh studi kelayakan di masa lalu untuk proyek pengelolaan sampah padat. **Inisiatif Metana Global (Global Methane Initiative)** [GMI Tidak Bertanggung (e)] dan **Inisiatif Limbah Kota Koalisi Iklim dan Udara Bersih** (CCAC 2018c) merupakan sumber informasi yang baik tentang pengalaman kota-kota. Mereka menyertakan tautan ke laporan studi kelayakan, seperti **studi pra-kelayakan untuk proyek pengolahan limbah organik di Quito, Ekuador** (CCAC 2018c).

sangat membantu untuk mengevaluasi dan memprioritaskan opsi menggunakan metode S.M.A.R.T., yang memastikan bahwa pilihan itu spesifik, terukur, dapat dicapai, relevan, dan tepat waktu. Pilihan dapat direkomendasikan untuk meningkatkan sistem saat ini, menambah elemen tertentu dalam sistem, atau mengembangkan proyek atau layanan baru.

6. Mengembangkan strategi implementasi.

Mengembangkan strategi implementasi termasuk mengidentifikasi tindakan spesifik, pihak yang bertanggung jawab, dan linimasa. Strategi implementasi biasanya mencakup rincian tentang bagaimana kota akan memantau kemajuan untuk mengukur pencapaian dalam mencapai tujuan dan sasaran yang telah ditetapkan.

7. Mengamankan pendanaan untuk menerapkan sistem pengelolaan sampah padat.

Pendanaan dapat menjadi hambatan yang signifikan bagi beberapa kota. Banyak kota berjuang untuk memulihkan biaya untuk layanan pengelolaan sampah padat (misalnya, melalui biaya pengumpulan), dan mengakses pembiayaan eksternal untuk proyek modal bisa sangat rumit. Untuk informasi selengkapnya tentang pertimbangan ekonomi dari pengelolaan sampah padat, lihat bagian [Pertimbangan Ekonomi](#).

8. Mengimplementasikan rencana. Setelah kota mengembangkan rencana dan mendapatkan pendanaan untuk itu, dan ada dukungan dari pemangku kepentingan, implementasi dapat dimulai. Sistem atau proyek yang direncanakan dapat dilaksanakan oleh entitas publik atau swasta,

atau kemitraan di antara mereka. Misalnya, aspek-aspek tertentu dari pengelolaan sampah padat biasanya dilaksanakan melalui kontrak antara kota dan perusahaan swasta yang menawarkan layanan pengumpulan dan pembuangan. Dalam kasus ini, kota dapat mengembangkan Permintaan Proposal untuk pihak yang memiliki kemampuan untuk menyediakan layanan ini. Perusahaan swasta kemudian dapat mengajukan proposal, dan kota dapat mengevaluasi berbagai tawaran dan menandatangani kontrak dengan perusahaan yang dipilih. Banyak kota memprioritaskan kontrak dengan sektor swasta yang berbasis kinerja, dengan pembayaran terkait dengan kualitas dan kuantitas pekerjaan yang diselesaikan.

9. Memantau dan mengevaluasi sistem. Penting untuk terus memantau dan mengevaluasi sistem pengelolaan sampah padat dan menyesuaikan rencana dan kegiatan sesuai kebutuhan. Pemantauan dan evaluasi harus dilakukan secara teratur dan telah ditentukan sebelumnya, karena ini akan membantu rencana tetap relevan dengan kota, mengidentifikasi area untuk perbaikan, dan juga dapat membantu menyoroti keberhasilan program dari waktu ke waktu. Kota dapat merancang metrik atau indikator kinerja selama tahap perencanaan yang membantu mengukur keberhasilan program. Penting untuk memastikan bahwa metrik didasarkan pada data yang dapat dikumpulkan oleh kota. Hasil dari langkah pemantauan dan evaluasi juga dapat dibagikan kepada pemangku kepentingan dan publik untuk menunjukkan efektivitas program atau langkah-langkah yang diambil untuk mengisi kesenjangan.





CONTOH 5.1 STUDI KASUS

Perencanaan Limbah Bencana di Nepal

Nepal rentan terhadap bencana alam seperti gempa bumi, banjir, tanah longsor, dan longsor salju. A 2015 earthquake devastated Nepal, killing nearly 9,000 people and destroying 800,000 buildings. Gempa tersebut menghasilkan hampir 14 juta ton limbah, termasuk limbah rumah tangga dan limbah berbahaya. Karena kurangnya sumber daya dan tenaga, limbah bencana tidak menjadi prioritas bagi badan pemerintah daerah mana pun dan pada tahun 2019, puing-puing dari peristiwa tersebut masih dapat dilihat di Nepal.

Pada tahun 2019, Kepemimpinan untuk Lingkungan dan Pembangunan Nepal dan Program Lingkungan Perserikatan Bangsa-Bangsa mempersiapkan "**Strategi/Kebijakan Pengelolaan Limbah Bencana Nepal**" (UNEP 2018a). Tujuan rencana tersebut termasuk mempromosikan teknologi terbaru melalui kemitraan publik-swasta untuk memproses limbah bencana, meminimalkan produksi limbah bencana, dan mengembangkan teknik dan infrastruktur untuk membuang limbah yang sangat berbahaya. Kebijakan tersebut menguraikan enam strategi utama untuk mencapai tujuan-tujuan ini:

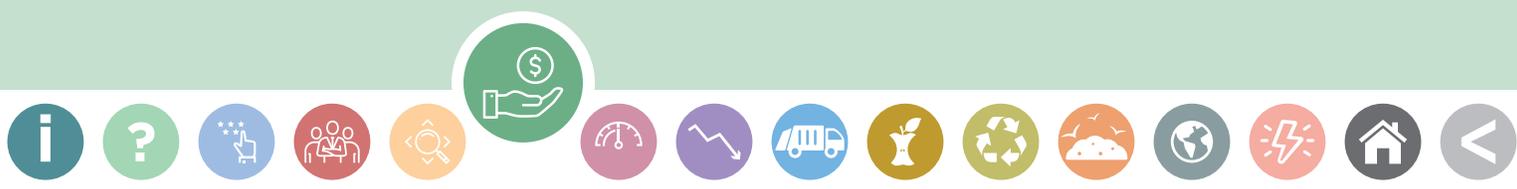
- **Lebih lanjut mengintegrasikan perencanaan sampah bencana ke dalam undang-undang dan undang-undang yang ada terkait dengan pengelolaan sampah padat seperti Undang-Undang Pengurangan Risiko Bencana dan Pengelolaan tahun 2017.** Undang-undang ini menempatkan pembuangan limbah yang dihasilkan dari bencana di bawah peran dan tanggung jawab komite penanggulangan bencana distrik dan menyatakan bahwa perusahaan komersial publik dan swasta memiliki tanggung jawab untuk mengelola limbah dan polusi dengan tepat untuk meminimalkan dampak buruk bagi orang-orang setelah bencana.
- **Meningkatkan kemampuan administratif dan teknis organisasi yang menangani pengelolaan limbah bencana melalui program peningkatan kapasitas.**
- **Mengurangi produksi limbah bencana melalui kebijakan bangunan dan konstruksi yang lebih ketat yang meningkatkan klasifikasi penggunaan lahan dan kriteria konstruksi bangunan.** Rencana tersebut juga menyarankan penggunaan bahan konstruksi lokal untuk infrastruktur dan menyebarkan kesadaran masyarakat tentang limbah bencana.
- **Mengelola sampah bencana melalui penerapan prinsip pengelolaan sampah terpadu.** Langkah-langkah ini termasuk:



- **Mengamankan pendanaan yang diperlukan untuk pengelolaan limbah bencana,** termasuk memanfaatkan dana penanggulangan bencana untuk pemerintah provinsi dan lokal untuk menangani transportasi, mobilisasi sumber daya manusia, penyusunan kebijakan, dan perencanaan terkait limbah bencana.
- **Mengevaluasi bagaimana meminimalkan dampak limbah bencana terhadap kesehatan manusia dan lingkungan.** Proses ini melibatkan pembentukan komite inspeksi dan evaluasi di semua tingkat pemerintahan untuk mempelajari dampak pengelolaan sampah padat dan menyiapkan kriteria yang tepat untuk meminimalkan dampak sampah bencana dan pembuangan akhir sampah bencana.



6 PERTIMBANGAN EKONOMI





Referensi Utama

-  [Menggunakan Aliran Pendapatan Internal dan Pembiayaan Eksternal untuk Proyek Pengelolaan Sampah Padat \(CCAC 2018c\)](#)
-  [Primer untuk Kota untuk Mengakses Pembiayaan Proyek Sampah Padat Kota \(ISWA 2017c\)](#)
-  [Pembiayaan Berkelanjutan dan Model Kebijakan untuk Pengomposan Kota \(Bank Dunia 2016\)](#)
-  [Penjelas: Bagaimana Cara Membiayai Infrastruktur Urban? \(Kota C40 2017\)](#)
-  [Kuesioner Kesiapan Pembiayaan \(CCAC 2018b\)](#)
-  [Pembiayaan Berbasis Hasil untuk Sampah Padat Kota \(Bank Dunia 2014\)](#)
-  [KPS Sampah Padat Kota \(MSW\) \(Bank Dunia 2019a\)](#)
-  [Keuangan Kota: Buku Panduan untuk Pemerintah Lokal \(Farvacque-Vitkovic dan Kopanyi 2014\)](#)
-  [Aliansi Pembangunan Global \(USAID 2019\)](#)
-  [International Environmental Finance Tools \(U.S. EPA 2011\)](#)
-  [Buku Panduan Kebijakan Plastik: Strategi untuk Lautan Bebas Plastik \(Konservasi Laut dan Aliansi Laut Bebas Sampah 2019\)](#)



Bagian 6

Pertimbangan Ekonomi

Biaya operasional pengumpulan, pengolahan, dan pembuangan sampah padat, dan komunikasi dengan pemangku kepentingan menciptakan beban keuangan yang signifikan bagi banyak kota di negara berkembang, yang dapat menjadi penghalang untuk menerapkan sistem pengelolaan sampah padat yang berhasil. Dalam beberapa kasus, pengelolaan sampah padat menyumbang porsi terbesar dari anggaran daerah; rata-rata, pengelolaan sampah padat menyumbang 20 persen dari anggaran lokal di negara-negara berpenghasilan rendah (Kaza et al. 2018). Kota-kota sering mengalami kesulitan untuk melacak dan memahami keseluruhan biaya untuk layanan pengelolaan sampah padat, karena berbagai bagian sistem ditangani oleh berbagai departemen dan mitra.

Mengamankan dana untuk proyek-proyek dengan modal besar, yang memerlukan akses pembiayaan dari sumber eksternal, dapat menjadi lebih menantang. Seringkali, bahkan ketika kota dapat memperoleh investasi awal, proyek dapat gagal karena kegagalan untuk merencanakan dengan baik biaya operasional fasilitas pengelolaan sampah padat. Selain itu, karena uniknya kondisi ekonomi, hukum, dan peraturan setiap kota, tidak ada solusi sederhana untuk mengatasi tantangan keuangan yang terkait dengan pengelolaan sampah padat yang efektif. Untungnya, ada sejumlah strategi sukses yang telah digunakan kota-kota untuk memulihkan biaya pengelolaan sampah padat secara lebih efektif dan mengamankan pembiayaan untuk proyek-proyek besar.

Bagian ini memberikan gambaran umum tentang biaya pengelolaan sampah padat dan cara kota mengimbangi biaya tersebut dengan menggunakan sumber pendanaan internal (misalnya, biaya pengumpulan) dan pembiayaan eksternal. Ini juga memberikan pendekatan yang mapan untuk mengakses pembiayaan untuk proyek-proyek pengelolaan sampah padat.

Biaya Pengelolaan Sampah Padat

Contoh jenis biaya umum yang terkait dengan proyek pengelolaan sampah padat untuk layanan dan fasilitas meliputi:

- **Biaya perencanaan dan administrasi.** Kota sering mengeluarkan biaya untuk melakukan studi dan penilaian pengelolaan sampah padat, mengembangkan rencana dan desain masa depan, dan melibatkan pemangku kepentingan dan berkomunikasi dengan rumah tangga. Ini adalah praktik terbaik untuk memasukkan biaya ini dalam penganggaran untuk proyek pengelolaan sampah padat.
- **Biaya investasi.** Biaya investasi bervariasi berdasarkan seberapa signifikan proyek dalam konteks sistem pengelolaan sampah padat kota. Biaya investasi proyek mencakup semuanya mulai dari proses perencanaan hingga implementasi awal, dan mencakup studi kelayakan, evaluasi teknis, perijinan, riset pasar, negosiasi kontrak, pengawasan konstruksi, pelibatan pemangku kepentingan, pembebasan lahan, infrastruktur



lokasi, infrastruktur pendukung, peralatan, dan kepatuhan terhadap peraturan (ISWA 2017c).

- **Biaya operasional.** Biaya operasional bisa sulit diprediksi karena variabel situasional dan lingkungan dapat berubah. Umumnya, biaya ini termasuk tenaga kerja, bahan bakar, utilitas, pemeliharaan dan perbaikan, dan biaya bahan baku (misalnya, untuk proyek pencernaan anaerobik), di antara item lainnya. Biaya yang kurang jelas yang mungkin lebih sulit untuk diperkirakan mencakup biaya overhead (misalnya, perlengkapan kantor, komunikasi), penjangkauan dan kesadaran, pajak dan asuransi, pemantauan dan pelaporan yang diwajibkan secara hukum, tanggap darurat (misalnya, kebakaran atau kegagalan peralatan), dan pengembangan kapasitas (ISWA 2017c).

Penting untuk mempertimbangkan berbagai faktor yang dapat memengaruhi biaya yang diidentifikasi di atas, termasuk pertumbuhan penduduk dan peningkatan timbulan limbah. Pemerintah daerah sering kali hanya merencanakan sampai siklus pemilu berikutnya, mengabaikan strategi jangka panjang yang diperlukan untuk rencana proyek sampah padat. Kota-kota merasa penting untuk mendorong praktik terbaik dan memberikan pelatihan yang diperlukan kepada staf mereka untuk program pengelolaan sampah padat yang berhasil.

Pendanaan Internal

Sumber Penggunaan Dana Internal

Sumber umum untuk pengelolaan sampah padat meliputi:

- **Sumber pendapatan lokal yang terdedikasi.** Kota dapat menggunakan pajak, tarif, dan biaya layanan lokal untuk memulihkan biaya pengumpulan, pengolahan, dan pembuangan limbah. Biaya layanan biasanya bervariasi menurut jenis penghasil limbah seperti rumah tangga, lembaga komersial, dan fasilitas industri. Beberapa kota telah mengadopsi biaya pengumpulan yang lebih rendah untuk rumah tangga pedesaan atau berpenghasilan rendah.

Banyak kota juga mengenakan biaya ("biaya tip") kepada pengangkut limbah ketika mereka

membawa limbah ke fasilitas untuk pengolahan atau pembuangan. Biaya ini kemudian digunakan untuk pemeliharaan dan peningkatan fasilitas. Kota juga dapat menggunakan hasil penjualan daur ulang, kompos, biogas, atau listrik dari proyek biogas sebagai sumber dana khusus untuk mengimbangi biaya pengelolaan sampah padat mereka.

- **Anggaran operasional daerah dan nasional.** Banyak kota menggunakan anggaran operasional mereka untuk menutupi biaya pengelolaan sampah padat, dan beberapa pemerintah pusat memberikan subsidi kepada pemerintah daerah untuk membantu mengatasi kesenjangan pendanaan pengelolaan sampah padat (Kaza et al. 2018). Namun, sumber pendanaan ini tidak selalu dapat diandalkan, dan dalam banyak kasus, dana anggaran operasional umum dapat lebih efektif digunakan untuk mendukung kegiatan atau program di mana peluang untuk menghasilkan pendapatan mandiri adalah minimal. Karena alasan ini, banyak kota memprioritaskan penggunaan sumber pendapatan lokal khusus daripada mengambil dari anggaran operasional umum.

Manfaat Menggunakan Pendanaan Internal

Menggunakan pendanaan internal menawarkan beberapa manfaat, antara lain:

- Membantu memastikan bahwa sumber daya yang konsisten tersedia untuk program pengelolaan sampah padat
- Berpotensi menghasilkan surplus pendanaan yang dapat digunakan untuk membayar modal proyek di masa depan
- Mengurangi risiko yang dirasakan bagi calon investor proyek.

Selain itu, menggunakan pendanaan internal untuk mengimbangi biaya dapat membantu mengurangi risiko praktik pengelolaan sampah padat yang tidak efisien.

Tantangan Menggunakan Pendanaan Internal

Kota menghadapi beberapa tantangan untuk mendapatkan aliran dana internal untuk pengelolaan





INTI MASALAH



Menetapkan Biaya Pengumpulan Variabel yang Dikaitkan dengan Status Sosial Ekonomi

Untuk informasi selengkapnya, lihat *Economic Instruments in Solid Waste Management Case Study Maputo, Mozambique* (GIZ 2012).

Maputo, Mozambik, telah menetapkan jadwal biaya layanan pengumpulan limbah, yang terikat dengan status sosial ekonomi. Biaya layanan pengumpulan limbah dikumpulkan melalui tagihan listrik rumah tangga dan bisnis. Rumah tangga dan bisnis yang menggunakan lebih banyak listrik akan dibebankan biaya lebih tinggi untuk layanan pengumpulan limbah mereka. Skema pemulihan pendapatan ini didasarkan pada asumsi bahwa penggunaan listrik dapat berfungsi sebagai proksi atas status sosial ekonomi dan timbulan limbah. Mengaitkan biaya layanan pengumpulan sampah dengan penggunaan listrik dapat membantu rumah tangga dan bisnis berpenghasilan rendah membayar lebih sedikit untuk pengumpulan limbah.

sampah padat. Banyak kota berjuang untuk menghitung biaya layanan yang sesuai untuk pengelolaan sampah padat. Biaya layanan yang dibayarkan oleh penghasil dan biaya tip yang dibayarkan oleh pengangkut limbah jarang terjadi di banyak negara berkembang, dan mungkin sulit secara politis dan logistik untuk mulai mengenakan biaya untuk layanan yang sebelumnya tersedia tanpa biaya. Pejabat terpilih di banyak kota juga ragu-ragu untuk memberlakukan kebijakan yang akan mengenakan biaya layanan pengumpulan limbah pada konstituen mereka. Selain itu, kota-kota yang telah memberlakukan kebijakan semacam itu seringkali kesulitan untuk menegakkannya secara efektif. Kapasitas administrasi dan keuangan yang terbatas untuk mengelola biaya pengelolaan sampah padat dan pendapatan lainnya juga dapat mempersulit upaya kota untuk menggunakan dana internal untuk mengimbangi biaya pengelolaan sampah padat.

Informasi lebih lanjut tentang tantangan yang terkait dengan penggunaan sumber pendapatan internal, dan strategi potensial untuk mengatasinya, tersedia melalui Koalisi Iklim dan Udara Bersih (CCAC):

[Menggunakan Aliran Pendapatan Internal dan Pembiayaan Eksternal untuk Proyek Pengelolaan Sampah Padat](#) (CCAC 2018d)

Pembiayaan Eksternal

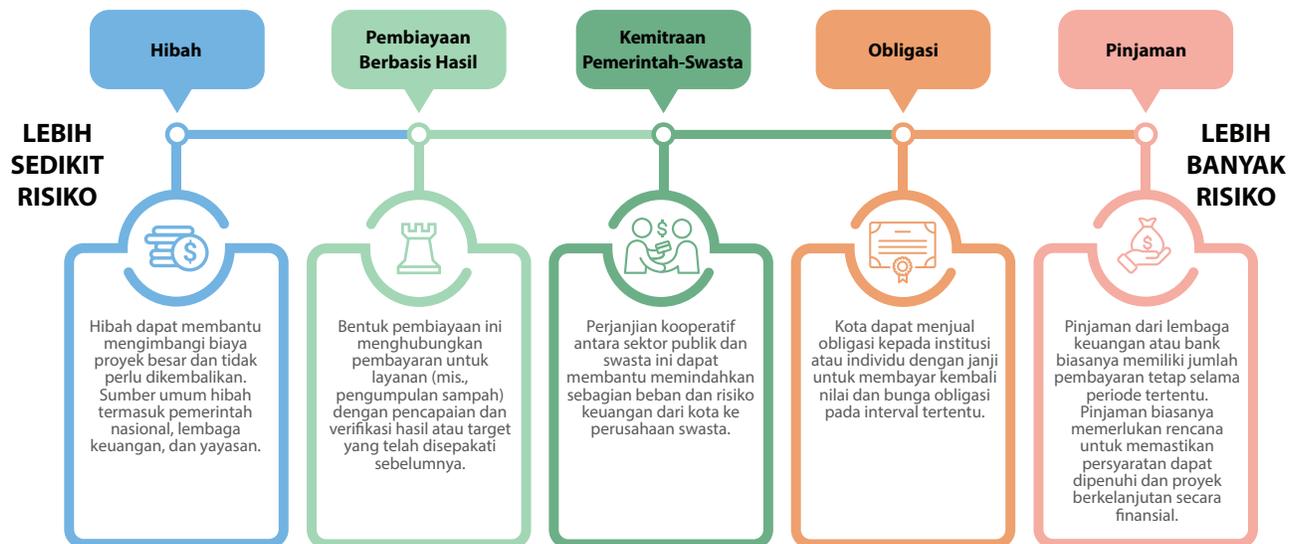
Pendanaan internal seringkali tidak cukup untuk membayar proyek infrastruktur besar yang padat

Pertanyaan untuk Pengambil Keputusan

- Berapa sebenarnya biaya pengelolaan sampah padat kota (termasuk semua biaya operasional, modal, perencanaan, dan administrasi)?
- Apakah ada sumber penghasilan internal yang belum dimanfaatkan, yang dapat digunakan kota untuk mengimbangi biaya operasional?
- Apa saja hambatan untuk menggunakan sumber dana tersebut?
- Tindakan apa yang dapat diambil oleh kota untuk mengatasi hambatan tersebut?



Contoh 6.1. Jenis Pembiayaan Umum untuk Proyek dalam Sektor Limbah



Catatan: Risiko mengacu pada risiko yang dialami oleh kota ketika memilih jenis instrumen pendanaan untuk proyek sektor limbah.

modal, seperti pembangunan stasiun pemindahan limbah baru atau tempat pembuangan akhir. Dalam kasus ini, kota seringkali perlu mencari pembiayaan eksternal dari investor swasta, lembaga keuangan, dan mitra lainnya. Contoh 6.1 menyoroti beberapa jenis pembiayaan umum untuk proyek pengelolaan sampah padat.

Langkah-langkah kunci yang terlibat dalam mengamankan pembiayaan eksternal untuk proyek pengelolaan sampah padat meliputi:

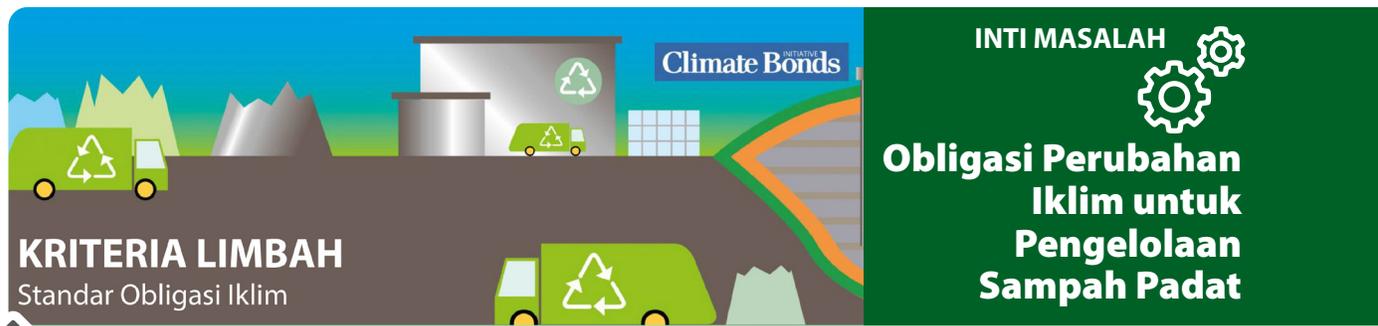
- 1. Dengan hati-hati menilai kebutuhan teknis dan potensi manfaat proyek.** Sebelum mulai merencanakan pengaturan keuangan untuk suatu proyek, merupakan praktik terbaik untuk mengevaluasi dasar teknisnya dengan cermat. Evaluasi ini melibatkan pelaksanaan analisis teknis yang kuat, menggunakan data yang baik dan metodologi serta alat yang telah ditetapkan dengan baik. Proposal proyek yang memiliki dasar analisis teknis yang kuat dianggap memiliki risiko yang lebih rendah oleh para calon investor yang potensial. Selain itu, penilaian teknis yang cermat dapat membantu mengurangi risiko bagi berbagai kota. Misalnya, analisis teknis yang kuat dapat membantu kota merencanakan proyek yang diukur dan dirancang dengan sepatasnya; perkiraan ini dapat membantu mengurangi risiko

pengeluaran biaya lebih banyak daripada yang dibutuhkan untuk infrastruktur.

Analisis teknis yang cermat juga dapat memudahkan kota-kota menentukan kemampuan dalam memenuhi kewajiban mereka di bawah pengaturan pengimplementasian proyek. Misalnya, jika sebuah kota mempertimbangkan untuk terlibat dengan perusahaan swasta untuk membangun dan mengoperasikan penceraan anaerobik yang membutuhkan volume bahan baku limbah organik berkualitas tinggi yang konsisten, kota dapat melaksanakan penelitan karakterisasi limbah untuk memproyeksikan berapa banyak bahan baku yang mungkin tersedia dan bagaimana bahan tersebut dapat dipisahkan dari aliran limbah umum. Kota juga dapat melakukan penilaian pasar untuk menentukan permintaan atas biogas dan sisa yang dihasilkan oleh proyek tersebut.

Juga merupakan praktik yang terbaik untuk menilai keuntungan dalam segi lingkungan, kesehatan dan lainnya dari proyek yang diajukan. Misalnya, menganalisis kualitas udara dan keuntungan perlindungan air bawah tanah dari proyek pengelolaan sampah padat yang diajukan dapat membantu kota mendapatkan





Sumber: Inisiatif Obligasi Perubahan Iklim

Climate Bonds Initiative (CBI) adalah organisasi yang bekerja untuk memobilisasi pasar obligasi global demi solusi perubahan iklim. CBI mengimplementasikan berbagai praktik, termasuk menerbitkan intelijen pasar, memberikan saran kebijakan, dan menetapkan standar untuk obligasi hijau. Pada 2019, mereka menerbitkan serangkaian kriteria untuk obligasi pengelolaan limbah. Dengan disertifikasi oleh CBI, obligasi pengelolaan limbah dapat membuktikan kepada investor bahwa proyek yang mereka dani telah memenuhi kualifikasi mitigasi dan/atau adaptasi tertentu.

Untuk informasi selengkapnya, lihat [website CBI](#).

biaya dari organisasi yang misinya berfokus pada lingkungan.

2. Meningkatkan kesiapan pendanaan.

Mengidentifikasi dan mendapatkan pendanaan eksternal untuk proyek adalah proses yang rumit dan intensif akan sumber daya. Sebelum mulai menjelajahi keuntungan pendanaan tertentu, kota merasa terbantu jika terlebih dahulu mempertimbangkan “kesiapan pendanaan” mereka (CCAC 2018b). Kota dapat meningkatkan kesiapan mereka untuk mendanai proyek dengan melaksanakan evaluasi mandiri atas berbagai faktor yang memengaruhi kemampuan untuk mengidentifikasi, mendapatkan, dan mengelola pengaturan keuangan dengan mitra eksternal. Kota-kota kemudian dapat memperbaiki kelemahan keuangan atau risiko potensial mereka sebelum mencoba untuk mengakses pendanaan. Kunci untuk faktor “kesiapan” mencakup:

- **Pertimbangan kapasitas**, seperti apakah kota memiliki staf dan sumber daya yang tersedia untuk menyusun permintaan untuk proposal dan tender, mengatur kontrak, mengadakan layanan, dan mengelola keuangan.

- **Konteks politik**, termasuk apakah proyek tersebut memiliki risiko untuk dibatalkan oleh administrasi.
- **Faktor legal dan regulasi**, seperti apakah ada regulasi yang melindungi calon investor dan proses yang jelas untuk mendapatkan persetujuan (mis. dari pemerintah nasional).
- **Sumber pendanaan**, termasuk apakah kota memulihkan biaya untuk layanan pengelolaan sampah padat secara efisien.
- **Dasar teknis** untuk proyek, seperti yang telah dibahas di bawah Langkah 1 di atas.

Informasi tambahan mengenai pertanyaan yang diajukan oleh kota sebagai bagian dari evaluasi kesiapan ini tersedia melalui [Kuesioner Kesiapan Pendanaan](#) CCAC (CCAC 2018b).

3. **Terlibat dengan lembaga keuangan.** Kota-kota merasa terbantu jika mulai bekerja dengan lembaga keuangan pada awal proses pelingkupan proyek. Pembentukan awal hubungan ini membantu memastikan bahwa kota memenuhi kriteria kelayakan lembaga, melakukan analisis teknis dan keuangan



Untuk informasi selengkapnya, lihat Bab 8 di *Meningkatkan Pembuangan Sampah Padat di Kota San Cristobal, Republik Dominika* (EPA, 2018c).

POIN UTAMA

Jenis Pengaturan Sektor Swasta

Kota umumnya menggunakan jenis pengaturan berikut guna mendapatkan dukungan sektor swasta untuk proyek pengelolaan limbah:

- **Perjanjian konsesi** melibatkan pemilihan perusahaan swasta untuk menyediakan layanan dengan biaya selama periode waktu yang telah ditentukan. Konsesi dapat melibatkan jenis peraturan yang berbeda atas kepemilikan lokasi dan perlengkapan. Misalnya, konsesi untuk membangun, memiliki, mengoperasikan, dan mengalihkan mengharuskan perusahaan swasta untuk membangun, memiliki, dan mengoperasikan fasilitas hingga akhir masa perjanjian, dan kemudian mengalihkan kepemilikan kepada kota.
- **Perjanjian desain dan konstruksi** melibatkan pemilihan perusahaan rekayasa untuk mengembangkan infrastruktur pengelolaan limbah. Perjanjian ini tidak akan mencakup operasi dan pengelolaan situs.
- **Kontrak layanan** melibatkan pemilihan sebuah perusahaan untuk mengambil tanggung jawab atas operasi sehari-hari dari fasilitas atau layanan. Ini bisa berupa kontrak berbasis kinerja, dengan pembayaran bergantung kepada efektivitas kontraktor.

untuk memenuhi persyaratan lembaga, dan menghindari pemborosan sumber daya yang terbatas. Misalnya, banyak bank multinasional yang tidak memberikan pinjaman kepada kotamadya. Namun, dengan terlibat dengan bank pada awal proses pelingkupan proyek, kota dapat memahami langkah-langkah yang terdapat dalam bekerja melalui perantara seperti agensi terakreditasi pada tingkat pemerintah nasional.

Kota-kota pada umumnya bekerja dengan lembaga keuangan untuk mengidentifikasi instrumen keuangan yang paling sesuai untuk proyek, dan menyesuaikan “kasus bisnis” untuk proyek yang mereka ajukan. Untuk praktik terbaik dalam terlibat dengan lembaga keuangan, lihat [Panduan Bagi Kota untuk Mengakses Pendanaan bagi Proyek Sampah Padat Kota](#) dari Asosiasi Sampah Padat Internasional (ISWA 2017c).

4. **Menilai kelayakan keuangan.** Penilaian kelayakan keuangan adalah pendekatan yang telah ditetapkan untuk mengevaluasi viabilitas dan kepraktisan ekonomi dari sebuah proyek

yang diajukan. Penyelesaian penilaian-penilaian ini dapat memerlukan sumber daya yang cukup besar; banyak kota yang mengajukan permintaan bantuan teknis dari yayasan atau organisasi lain untuk membantu mengurangi biaya pelaksanaan penelitian tersebut. Selain itu, kota juga dapat memperoleh keuntungan dari berbagai alat pemodelan keuangan bebas biaya yang tersedia melalui kemitraan internasional. Misalnya, CCAC Municipal Solid Waste Initiative menawarkan [model pembiayaan untuk menilai viabilitas ekonomi proyek pengelolaan sampah organik](#) (U.S. EPA 2016c).

5. **Menata pendanaan dan menyelesaikan transaksi hukum** Ada banyak cara yang bisa dilakukan kota untuk menata pendanaan proyek. Kota-kota merasa terbantu jika bekerja sama dengan lembaga keuangan dan mitra potensial lainnya untuk menyelesaikan transaksi hukum. [Keuangan Kota dari Bank Dunia: Buku Panduan untuk Pemerintah Lokal](#) (Farvacque-Vitkovic dan Kopanyi 2014) adalah sumber yang bagus untuk penataan pendanaan proyek kota.





INTI MASALAH



Tanggung Jawab Produsen yang Diperluas di Afrika Barat

Untuk informasi selengkapnya, lihat [website perusahaan](#) (PETCO 2020).

Pada tahun 2004, industri polietilena tereftalat (PET) Afrika Selatan secara sukarela membangun sebuah perusahaan (PET Recycling Company NPC, atau PETCO) untuk menerapkan upaya EPR industri. Di bawah sistem PETCO, perusahaan yang mengonversi resin PET menjadi barang harus membayar retribusi atas jumlah resin yang mereka beli. PETCO menggunakan uang yang dikumpulkan melalui retribusi tersebut untuk mendanai inisiatif daur ulang PET, pendidikan dan penjangkauan konsumen, dan kegiatan lainnya.

Kontrak dengan Sektor Swasta

Kemitraan Pemerintah-Swasta (KPS) adalah kontrak jangka panjang antara pihak swasta dan entitas pemerintah untuk menyediakan layanan publik. Dalam pengaturan seperti itu, pihak swasta mengambil sebagian besar risiko proyek dan tanggung jawab pengelolaan dengan tujuan menghasilkan keuntungan jangka panjang (PPP Knowledge Lab 2019). Dengan kontrak formal ini, perusahaan swasta dapat membangun, mengoperasikan, dan memelihara fasilitas limbah. Perjanjian ini dapat menjadi keuntungan jika ada keterbatasan dalam keahlian teknis, seperti yang terjadi di negara berkembang.

Supaya berhasil di negara berkembang, KPS harus fleksibel, memberikan produk yang aman dan terbukti, memastikan nilainya, dan memenuhi persyaratan kinerja lingkungan (USAID 2019a). KPS pada sektor sampah padat umumnya didanai oleh pungutan, biaya tips, atau retribusi langsung lainnya; karena itu, penting untuk memastikan dukungan pemangku kepentingan sebelum memasuki jenis kemitraan yang mengikat secara hukum ini. Proyek juga dapat didanai dari pendapatan hasil penjualan produk sampingan pengolahan limbah, termasuk biogas, listrik, dan kompos.

KPS umumnya disusun untuk berjalan dalam jangka waktu yang lama, dan hal ini membatasi fleksibilitas kota. Di banyak negara, perusahaan swasta menolak berinvestasi dalam proyek lokal, karena mereka tidak yakin apakah kontrak akan tetap berlaku ketika administrasi berubah. Perusahaan umumnya mensyaratkan kontrak jangka panjang untuk memulihkan investasi mereka dan mendapatkan keuntungan.

Tanggung Jawab Produsen yang Diperluas

Kota-kota di negara berkembang mungkin akan melihat bahwa akses mereka ke sumber pembiayaan yang telah dibahas di atas terbatas atau tidak memadai untuk menutupi semua biaya pengelolaan sampah padat. Misalnya, di beberapa negara berkembang, menerapkan pajak daerah untuk menutupi biaya pengelolaan sampah mungkin tidak dapat dilakukan karena keterbatasan kapasitas penduduk untuk membayar dan mekanisme penegakan hukum yang tidak memadai.

Dalam kasus ketika peluang menggunakan pendapatan internal terbatas, beberapa pemerintahan telah menggunakan sistem tanggung jawab produsen yang diperluas (extended producer



responsibility/EPR) untuk mengurangi beban keuangan publik untuk pengelolaan limbah. Sistem ini, yang umumnya diadopsi pada tingkat nasional, biasanya menetapkan persyaratan hukum bahwa produsen bertanggung jawab atas barang yang telah mencapai akhir masa pakai. Tanggung jawab ini biasanya berupa finansial, tetapi juga dapat berupa administratif atau logistik. Dalam beberapa kejadian, produsen diharuskan membayar kepada kota secara langsung untuk mengompensasi biaya pengumpulan dan pembuangan barang yang mereka produksi. Produsen seringkali memasukkan biaya ini ke harga produk mereka, memastikan bahwa produsen dan konsumen barang-barang tertentu yang menanggung beban pengelolaan sampah padat tersebut, bukan masyarakat umum.

EPR telah digunakan di negara berkembang untuk mengelola limbah berbagai jenis produk, termasuk kemasan, limbah rumah tangga berbahaya, baterai, dan elektronik. Pemerintah telah menggunakan berbagai jenis instrumen EPR, dan seringkali menggabungkan beberapa instrumen menjadi satu paket EPR. Program EPR umum mencakup (Akenji 2012):

- **Persyaratan penarikan produk kembali.** Produsen diwajibkan untuk mengumpulkan produk kembali setelah masa pakai habis.
- **Standar kinerja.** Standar ini dapat menetapkan konten daur ulang minimum untuk produk, atau menentukan jumlah produk pascakonsumen yang wajib didaur ulang oleh produsen. Standar ini mendorong penggunaan komponen produk yang lebih mudah digunakan kembali atau didaur ulang.
- **Skema deposit-pengembalian dana.** Konsumen diharuskan untuk membayar deposit ketika membeli produk, tetapi deposit ini akan dikembalikan ketika mereka mengembalikan produk untuk didaur ulang atau dibuang secara aman.
- **Biaya pembuangan di muka.** Konsumen diharuskan untuk membayar biaya pada saat pembelian, yang diimbangkan sebagai biaya mengelola limbah setelah penggunaan.
- **Pajak bahan.** Produsen diharuskan membayar pajak atas bahan mentah yang dipertimbangkan sebagai dampak lingkungan pembuangan produk. Pajak ini dapat mendorong produsen untuk lebih banyak menggunakan bahan yang ramah lingkungan.
- **Label Eco dan peningkatan kesadaran.** Kampanye kesadaran publik dapat membantu mengedukasi konsumen tentang produk yang lebih ramah lingkungan; dan tentang pengumpulan, pemisahan, dan proses pengolahan limbah. Konsumen yang telah didedukasi dapat memilih produk yang lebih baik pada saat pembelian

Kota berkemungkinan menghadapi beberapa tantangan ketika menerapkan sistem EPR. Tantangan yang paling umum dihadapi kota-kota di negara berkembang adalah infrastruktur yang tidak memadai untuk mengumpulkan dan mengolah komponen aliran limbah yang tercakup di dalam sistem EPR. Selain itu, untuk beberapa aliran limbah, sulit untuk mengidentifikasi produsen yang harus bertanggung jawab atas pengumpulan dan pengolahan akhir masa pakainya. Misalnya, di beberapa negara Asia, usaha kecil menyusun kembali dan menjual barang elektronik bekas, terkadang menambahkan logo merek tiruan untuk membantu menjual kembali produk tersebut (Kojima et al. 2009). Perilaku ini menyulitkan proses identifikasi produsen asli ketika produk mencapai akhir masa pakainya.

Contoh 6.2 menyajikan contoh bagaimana pemerintah daerah telah bekerja dengan sektor swasta untuk membiayai proyek pengelolaan sampah padat di Tepi Barat dan Gaza.




CONTOH 6.2 STUDI KASUS


Kemitraan Pemerintah-Swasta di Tepi Barat dan Gaza

Selama bertahun-tahun, sampah padat di Tepi Barat dan Gaza dibuang di tempat pembuangan sampah yang tidak diatur atau dibakar secara ilegal. Kondisi politik dan ekonomi yang tidak stabil menghalangi pemerintah kota untuk berinvestasi secara memadai dalam hal infrastruktur dan layanan pengelolaan sampah padat. Untuk membantu mengatasi situasi ini, Bank Dunia, Komisi Eropa, Badan Pembangunan Internasional Amerika Serikat, dan Pemerintah Italia menyediakan dana untuk tempat pembuangan sampah akhir di Al-Minya, dua stasiun transfer, dan infrastruktur yang terkait untuk Hebron dan Betlehem di Tepi Barat bagian Selatan. Daerah ini adalah tempat tinggal bagi hampir 1 juta orang yang menghasilkan hampir 500 metrik ton sampah setiap hari.

Pemerintah daerah tidak berkapasitas untuk mengelola infrastruktur baru ini secara berkelanjutan, maka Joint Services Council for Hebron and Bethlehem (JSC-H&B) bekerja dengan International Finance Corporation untuk merancang sebuah KPS guna mengidentifikasi mitra sektor swasta yang dapat mengelola TPA. Pada bulan September 2013, JSC-H&B menandatangani kontrak dengan konsorsium Yunani, W.A.T.T. S.A.-MESOGEOS S.A. dan EPEM S.A., untuk mengelola tempat pembuangan limbah Al-Minya, dua stasiun transfer di Hebron dan Tarqoumiya, dan transfer limbah antara stasiun transfer dan TPA. Pemerintah kotamadya setempat masih bertanggung jawab atas pengumpulan sampah primer, dan JSC-H&B memberikan jaminan sampah minimum 500 metrik ton per hari, serta membayar biaya per ton atas limbah yang dikelola. Karena JSC-H&B tidak mampu menutupi keseluruhan biaya KPS, kelompok Bank Dunia juga mengatur hibah berbasis keluaran sebesar \$8 juta dari Kemitraan Global untuk Bantuan Berbasis Keluaran guna membantu menutupi biaya operasional dan meningkatkan keberlanjutan sistem pengelolaan sampah padat tersebut.

Proyek ini telah menciptakan lebih dari 100 pekerjaan, meningkatkan layanan bagi 840.000 penduduk, dan akan mengurangi gas rumah kaca sebesar 13.400 metrik ton pada tahun 2021. Selain itu, hibah lain dari Bank Dunia membantu memastikan bahwa pekerja sektor informal telah dilatih untuk bekerja di bidang lain.

Untuk informasi selengkapnya, lihat ***Lembar Fakta Kisah Kemitraan Pemerintah-Swasta di Tepi Barat & Gaza*** (IFC 2013), dan ***Pelajaran dari KSP pertama Bank Dunia*** (World Bank Blog 2019).



Halaman ini sengaja dikosongkan.

7 LIMBAH KARAKTERISASI





Referensi Utama

[Penyusunan Rencana Pengelolaan Sampah Padat Terpadu, Manual Pelatihan; Volume 1: Karakterisasi Limbah dan Kuantifikasi dengan Perkiraan untuk Masa Depan \(UNEP 2009a\)](#)

[Webinar: Praktik Terbaik untuk Karakterisasi Sampah \(CCAC and U.S. EPA 2018\)](#)

Bagian 7

Karakterisasi Limbah

Komposisi sampah di setiap kota, pusat kota, negara, dan wilayah di seluruh dunia tidak sama. Secara umum, negara berpenghasilan rendah dan menengah memiliki persentase sampah makanan/organik yang lebih tinggi dalam aliran limbah mereka dibandingkan dengan negara berpenghasilan tinggi; sementara negara berpenghasilan tinggi memiliki proporsi barang daur ulang yang lebih tinggi seperti kertas, karton, plastik, dan logam (Kaza et al. 2018). Jenis sampah yang berbeda ini memerlukan strategi pengelolaan sampah padat yang berbeda, sehingga kota-kota menyadari bahwa pemahaman tentang aliran sampah sangat diperlukan guna merancang dan menerapkan sistem yang relevan dan dapat diterapkan.

Bagian ini memberikan gambaran umum mengenai sumber sampah padat, metode kuantifikasi, dan praktik terbaik untuk karakterisasi limbah.

Mengapa Karakterisasi Limbah Penting?

Informasi mengenai sumber, jumlah, dan komposisi sampah akan memberikan dasar bagi semua tahapan dari program pengelolaan sampah yang berhasil. Secara khusus, memahami faktor-faktor berikut akan membantu kota dalam merancang dan menerapkan strategi untuk meningkatkan aspek tertentu dalam strategi pengelolaan sampah padat mereka:

- **Pencegahan dan minimalisasi limbah.** Memahami aliran limbah akan membantu otoritas lokal dan pembuat keputusan mengembangkan kampanye penjangkauan yang ditargetkan dan langkah-langkah kebijakan. Misalnya, kampanye penjangkauan dapat mendorong penghasil sampah organik skala besar (misalnya, pasar produksi) untuk membangun biodigester guna menghasilkan biogas dan digestasi sebagai pembenah tanah, zat aditif yang memperbaiki tanah dari sisa makanan. Kota juga dapat menggunakan data dari penelitian karakterisasi sampah untuk mengidentifikasi bahan yang tidak dapat didaur ulang, yang

harus ditargetkan sebagai bagian dari strategi penjangkauan pencegahan limbah atau langkah-langkah kebijakan.

- **Pengumpulan limbah.** Memahami aliran limbah akan membantu otoritas lokal dan pengambil keputusan merencanakan fasilitas dan program pengumpulan dan penyimpanan (misalnya, mengetahui jumlah dan jenis limbah organik yang dihasilkan akan memengaruhi keputusan tentang program pemilahan sumber potensial).
- **Daur ulang dan pengolahan limbah.** Memahami aliran limbah akan membantu otoritas lokal dan pengambil keputusan mengembangkan infrastruktur yang sesuai dan merencanakan perubahan aliran limbah yang diakibatkan oleh perubahan musim dan hari libur. Misalnya, sebuah kota harus mengetahui jumlah limbah organik yang dihasilkan dalam batas-batasnya untuk memutuskan ukuran fasilitas kompos potensial yang sesuai, yang juga dapat menangani peningkatan aliran masuk selama periode tertentu.
- **Pembuangan limbah.** Memahami aliran limbah akan membantu otoritas lokal dan pembuat keputusan merencanakan pembuangan limbah. Misalnya, penelitian karakterisasi limbah di lokasi pembuangan yang sudah ada akan membantu kota menentukan situasi dasar dan efektivitas program pengelolaan sampah padat, memperkirakan masa pakai lokasi pembuangan yang tersisa, dan merencanakan pengalihan sampah dan opsi pengolahan lebih lanjut pada masa mendatang.

Keselamatan adalah masalah yang menyeluruh dalam semua tahap pengelolaan sampah padat. Beberapa limbah memerlukan penanganan khusus karena korosifitas, toksisitas, atau karakteristik berbahaya lainnya. Memahami komposisi limbah akan memungkinkan pekerja untuk mengambil tindakan pencegahan yang sesuai. Untuk informasi selengkapnya, lihat bagian [Identifikasi Limbah Khusus](#).



Praktik Terbaik

Bagian ini menjelaskan beberapa praktik terbaik dalam memahami aliran limbah, termasuk mengetahui sumber, jumlah, dan komposisi limbah; mengembangkan proyeksi limbah pada masa depan; dan akuntansi untuk limbah khusus.

Penilaian Aliran Limbah

Penilaian dasar atas karakteristik aliran limbah saat ini diperlukan untuk memproyeksikan tingkat timbulan dan komposisi limbah pada masa mendatang. Juga penting untuk memahami sumber daya apa (modal dan lainnya) yang mungkin dibutuhkan oleh kota dalam waktu dekat untuk mengelola fraksi aliran limbah yang berbeda dengan benar.

Sumber

Sampah padat dapat dikategorikan berdasarkan sumber asalnya. Kategori timbulan limbah yang umum meliputi:

- **Residensial.** Mencakup semua jenis rumah tangga, seperti rumah keluarga tunggal, apartemen, serta jenis perumahan formal dan informal lainnya. Limbah yang dihasilkan oleh sektor ini umumnya berupa limbah makanan dan organik; kertas dan karton tekstil; dan sebagian kecil kaca, karet, kulit, dan logam. Sebagian kecil plastik juga disertakan; fraksi ini cenderung meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan globalisasi (UN-Habitat 2010). Limbah rumah tangga berbahaya adalah subset dari limbah perumahan yang meliputi bahan kimia seperti cat, pelarut, bahan pembersih, baterai, dan alat elektronik. Limbah ini dibahas di bagian [Identifikasi Limbah Khusus](#).
- **Komersial** Termasuk gedung perkantoran, pusat perbelanjaan, hotel, bandara, restoran, dan pasar. Pasar, restoran, kantin, dan hotel cenderung memiliki aliran limbah dengan persentase limbah makanan dan komponen organik lain yang tinggi. Perkantoran, hotel, dan gudang cenderung menghasilkan barang daur ulang seperti kertas, karton, plastik, dan kaca dalam jumlah besar.
- **Institusional.** Termasuk sekolah, fasilitas medis, dan penjara. Fasilitas institusional seringkali menghasilkan limbah kertas dalam jumlah besar. Beberapa institusi – termasuk rumah sakit dan sekolah – juga menghasilkan limbah makanan dalam jumlah besar. Fasilitas medis menghasilkan sampah

berbahaya, yang tidak boleh ditangani bersamaan dengan sampah padat umum. Pilihan pengelolaan dibahas di bagian [Identifikasi Limbah Khusus](#).

- **Industri** Termasuk perusahaan manufaktur atau fasilitas proses industri. Komponen kemasan, limbah ruang makan dan toilet, tekstil, besi tua, sisa kayu, batu bata/beton, dan limbah lain semacamnya merupakan produk limbah yang umum dari fasilitas industri. Jenis limbah yang dihasilkan berkaitan dengan jenis industri, tetapi biasanya diproduksi dalam jumlah yang banyak. Industri biasanya menghasilkan sampah berbahaya dan tidak berbahaya, maka ini adalah praktik terbaik untuk memastikan bahwa sampah berbahaya dikelola berdasarkan persyaratan hukum negara, tidak dicampur dan dikumpulkan bersama sampah padat tidak berbahaya (UN-Habitat 2010).

Kuantitas

Dua opsi dasar akan menentukan jumlah limbah: pemodelan dan pengukuran. Banyak kota menggunakan teknik pemodelan yang bergantung pada tingkat timbulan limbah umum untuk memperkirakan jumlah total limbah yang dihasilkan. Teknik ini umumnya tidak mahal, tetapi hanya memberikan gambaran umum atas volume dan jenis limbah. Menggunakan data umum seperti itu akan meningkatkan kemungkinan kesalahan perhitungan atas jumlah dan laju timbulan limbah (UN-Habitat 2010). Dengan demikian, maka hasil pemodelan mungkin bukan cerminan sebenarnya atas aliran limbah lokal. Teknik pemodelan akan bekerja paling baik jika data kuantitas limbah berasal dari kota tetangga yang memiliki demografi dan sumber serupa, yang kemudian diverifikasi melalui metode pengujian fisik.

Teknik *pengukuran* fisik lebih akurat dibandingkan teknik pemodelan, tetapi lebih mahal dan memakan waktu. Teknik tersebut melibatkan pengambilan sampel aliran limbah lokal untuk mengembangkan profil limbah melalui metode statistik untuk memprediksi total kuantitas dan komposisi aliran limbah dengan menganalisis volume kecil dari limbah. Audit ini dapat menjadi cukup sulit karena sampel harus diuji beberapa kali sepanjang tahun untuk memperhitungkan variasi musiman (U.S. EPA 1995). Berbagai teknik pengukuran, yang dapat dilaksanakan sendiri atau dikombinasikan dengan teknik lain, adalah (UNEP 2009a):





INTI MASALAH



Studi Karakterisasi Limbah Kampala, Uganda

Untuk informasi selengkapnya, lihat [penelitian makalah mengenai karakterisasi limbah Komakech et al.'s.](#)

Kota Kampala, Uganda, melakukan penelitian karakterisasi limbah pada tahun 2012 untuk menilai jumlah dan jenis limbah yang dibuang di Tempat Pembuangan Limbah Kiteezi. Kota mengambil sampel limbah dari truk yang memasuki tempat pembuangan secara acak, dan selanjutnya menganalisis limbah organik untuk menentukan kandungan energinya. Hasil penelitian sangat berbeda dengan kota-kota Afrika Sub-Sahara lainnya seperti Abuja, Accra, dan Gaborone.

- **Mengukur pada titik timbulan.** Teknik pengambilan sampel ini akan mengukur limbah yang dihasilkan dengan melakukan survei rumah tangga. Beberapa kota juga telah melakukan penelitian di fasilitas institusional, industri, dan komersial yang dipilih.
 - **Memeriksa catatan yang dipelihara oleh penghasil limbah.** Beberapa penghasil komersial, industri, dan institusional mungkin memiliki catatan mengenai jumlah limbah yang mereka hasilkan. Kota-kota dapat memanfaatkan informasi ini untuk memperkirakan jumlah limbah yang dihasilkan oleh sektor-sektor tersebut.
 - **Melaksanakan survey kendaraan.** Survei kendaraan pengumpul limbah akan memberikan perkiraan limbah yang dihasilkan oleh berbagai sumber dan cara pengelolannya (mis., pengolahan, pembuangan). Namun, teknik ini tidak akan memperhitungkan limbah yang tidak dikumpulkan atau dibuang dengan tidak semestinya.
 - **Memeriksa catatan di fasilitas pembuangan.** Sebagian besar fasilitas pembuangan menimbang sampah yang masuk. Meskipun memberikan perkiraan limbah yang dibuang di fasilitas, catatan ini tidak mencakup jumlah yang dihasilkan dan diolah (misalnya, daur ulang, pengomposan), atau dibuang secara tidak benar (misalnya, pembakaran terbuka).
- Komposisi**
- Banyak kota telah menggunakan penelitian karakterisasi (atau komposisi) limbah untuk mengidentifikasi jenis dan jumlah bahan tertentu di dalam aliran limbah dari area yang ditentukan. Penelitian ini, yang umumnya melibatkan pemilahan sampel limbah dengan tangan, dapat disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan lokal. Kelengkapan kategori dan jenis bahan (Gambar 7.1) yang diukur bergantung pada tujuan penelitian dan jenis limbah yang umum ada di suatu kota tertentu. Penelitian karakterisasi limbah biasanya dilakukan di lokasi berikut:
- **Lokasi penghasil limbah.** Kota-kota sering melakukan penelitian karakterisasi dengan memilah sampel limbah yang dikumpulkan dari pemukiman atau area komersial (misalnya, di pasar produksi).
 - **Stasiun transfer.** Limbah yang dikumpulkan dari tempat timbulan (misalnya, rumah dan bisnis) sering kali disimpan di stasiun pemindahan sebelum diangkut ke tempat pembuangan. Sampel dari stasiun transfer dapat memberikan profil komposisi limbah di suatu kota. Pengambilan sampel di beberapa stasiun transfer dapat memberikan informasi untuk memberitahu pengambilan keputusan di seluruh kota.



Contoh 7.1. Contoh Kategori dan Bahan Limbah untuk Karakterisasi Limbah (Sumber: U.S. EPA 2018f)

Kategori Limbah	Jenis Bahan	Contoh
Kertas	Koran/cetakan	Koran
	Kertas kompos	Tisu, serbet, handuk kertas
	Kertas kardus	Kotak kemasan/pengiriman
	Kertas kantor	Amplop, kertas fotokopi, kop surat
	Kertas campur	Majalah, surat spam, kertas karton, katalog, buku telepon
	Wadah berlapis lilin	Karton susu/jus
Plastik	Wadah plastik (#1–7 dan tidak teridentifikasi)	Yogurt, soda, mentega, resep, susu, deterjen, pot bunga
	Bungkus plastik	Kantong belanja/sampah, loose film, kemasan makanan
	Polistirena	Plastik mika, alat makan, gelas yang diperbesar atau regular
	Plastik kaku lainnya	Ember, mainan, tas penyimpanan, furnitur
Limbah makanan	Tulang	Tulang
	Sisa makanan	Sayuran, daging, roti
Sampah padat lainnya	Popok sekali pakai	Popok sekali pakai
	Residu halus	Bahan kecil yang tidak dapat dibedakan, biasanya 0–2 sentimeter
	Limbah lainnya	Bahan yang tidak sesuai dalam kategori mana pun
Logam	Sisa logam lainnya	Sisa logam lainnya, baik besi maupun bukan besi
	Wadah besi	Kaleng makanan hewan, kaleng sup, aerosol
	Wadah bukan besi	Kaleng soda, kaleng bir
Kaca	Kaca bening	Semua kaca bening
	Kaca berwarna	Semua kaca berwarna
Limbah halaman	Serat tanaman keras	Bahan kayu – pohon kecil, cabang, tunggul
	Limbah kebun	Dedaunan, rumput, bahan nonkayu
Organik lainnya	Kapas	Kapas
	Tekstil	Pakaian, sepatu, kain, handuk, lap
	Kulit	Ikat pinggang, sepatu, tas tangan
	Karet	Sarung tangan
Elektronik	Elektronik	Ponsel, radio, komputer
Berbahaya	Berbahaya	Cat, baterai, instrumen medis tajam, bahan kimia, sampah medis
Limbah tidak reaktif	Palet/kayu/potongan kayu	Palet, sisa kayu
	Tembikar/keramik	Piring, gelas
	Material konstruksi	Kerikil, batu bata, aspal, beton, kotoran





POIN UTAMA 🔑

Risiko Terkait Fasilitas Pengolahan Sampah yang Terlalu Besar

Beberapa kota sengaja membeli atau membangun fasilitas pengolahan limbah berukuran besar sebagai akibat dari data yang terbatas atau berkualitas rendah tentang jumlah limbah yang dihasilkan di masyarakat mereka, yang berakibat pada biaya modal berlebihan dan tidak perlu. Untuk alasan ini, kota sering melakukan kesalahan dalam ukuran fasilitas konservatif.

- **Lokasi pembuangan.** Limbah yang dikirim ke tempat pembuangan limbah setempat dapat diambil sampelnya untuk menentukan komposisi limbah. Mencatat sumber limbah (misalnya, lingkungan dan sektor) memungkinkan analisis karakterisasi yang lebih mendetail.

Karakteristik limbah di setiap lokasi berbeda, ini disebabkan oleh daur ulang dan praktik pembuangan yang tidak tepat. Lokasi karakterisasi limbah harus dipilih berdasarkan tujuan analisis yang diinginkan. Misalnya, upaya karakterisasi limbah di lokasi penghasil limbah dapat membantu upaya penjangkauan ke penghasil limbah, sementara yang berada di lokasi pembuangan dapat membantu mengidentifikasi opsi pengolahan alternatif, terutama karena kapasitas di lokasi pembuangan telah penuh. Contoh 7.2 menampilkan contoh bagaimana sebuah kota di Meksiko menggunakan hasil penelitian karakterisasi limbah untuk merencanakan proyek pengolahan limbah.

Pengembangan Proyeksi Masa Depan. ✓

Kota-kota merasa penting untuk memproyeksikan tingkat dan komposisi timbulan limbah pada masa mendatang untuk menentukan ukuran dan merancang program dan fasilitas yang sesuai untuk mengolah limbah tersebut.

Generasi Masa Depan

Memprediksi tren masa depan secara akurat dalam timbulan limbah lokal sangat penting untuk viabilitas program jangka panjang. Kota telah memahami bahwa faktor terpenting untuk dipertimbangkan adalah perubahan populasi, pembangunan ekonomi, dan perubahan kebijakan publik.

- Tren populasi lokal dan regional umumnya dipantau dan diproyeksikan oleh badan-badan nasional

- Pembangunan ekonomi memiliki hubungan langsung dengan tingkat hasil limbah; hasil limbah per kapita meningkat seiring dengan peningkatan pembangunan ekonomi dan perubahan perilaku konsumsi
- Pergeseran kebijakan publik dapat dengan cepat mengubah jumlah dan jenis bahan limbah yang tersedia untuk mendukung opsi yang telah diberikan.

Komposisi Masa Depan

Perubahan dalam komposisi aliran limbah merupakan sumber ketidakpastian yang cukup besar pada masa mendatang. Meskipun perkiraan umum nasional sulit diterapkan secara lokal, perkiraan tersebut dapat menjadi titik awal yang baik untuk dipertimbangkan ketika merencanakan program pengelolaan sampah padat.

Banyak kota merasa terbantu jika mempertimbangkan tren umum mengenai komposisi sampah padat saat melakukan perencanaan jangka panjang untuk pembuangan sampah berikut:

- Fraksi sampah kertas, plastik (khususnya kemasan), dan sampah elektronik umumnya meningkat seiring dengan meningkatnya status ekonomi.
- Fraksi makanan dan limbah biologis umumnya menurun seiring dengan peningkatan status ekonomi (lihat Gambar 7.3).
- Kepadatan massal limbah berkurang dengan naiknya tingkat pembangunan ekonomi, karena persentase yang lebih tinggi dari produk kertas dan plastik, bersama dengan fraksi abu dan sisa makanan yang lebih rendah (Savage et al. 1998).





CONTOH 7.2 STUDI KASUS



Karakterisasi Limbah di Naucalpan, Meksiko

Naucalpan, pinggiran Mexico City, menghadapi beberapa tantangan pengelolaan sampah padat. Pertama, kota mengangkut limbah dalam jumlah besar ke daerah lain karena mereka tidak memiliki tempat pembuangan sendiri, dan hal ini menghabiskan banyak bahan bakar dan sumber daya. Selain itu, Naucalpan tidak memiliki cara untuk memisahkan dan mengolah sampah organik yang sistematis, hal ini terjadi pada sebagian besar dari keseluruhan aliran limbah. Kandungan organik ini, yang dapat dipulihkan dan digunakan demi keuntungan Naucalpan, dimasukkan ke dalam limbah yang dibuang di tempat pembuangan limbah yang jauh, di sana kemudian limbah ini terurai dan menghasilkan emisi metana.

Untuk membantu mengatasi tantangan ini, Naucalpan sedang mempertimbangkan fasilitas untuk mengolah limbah organik melalui penguraian anaerobik. Biogas yang dipulihkan dari digester akan digunakan untuk membangkitkan listrik. Sebelum melakukan usaha ini, kota perlu mendapatkan data berkualitas tinggi mengenai aliran limbah mereka. Memahami jumlah dan jenis limbah organik yang dapat digunakan sebagai bahan baku dalam digester anaerobik merupakan langkah pertama yang penting dalam memahami viabilitas sistem.

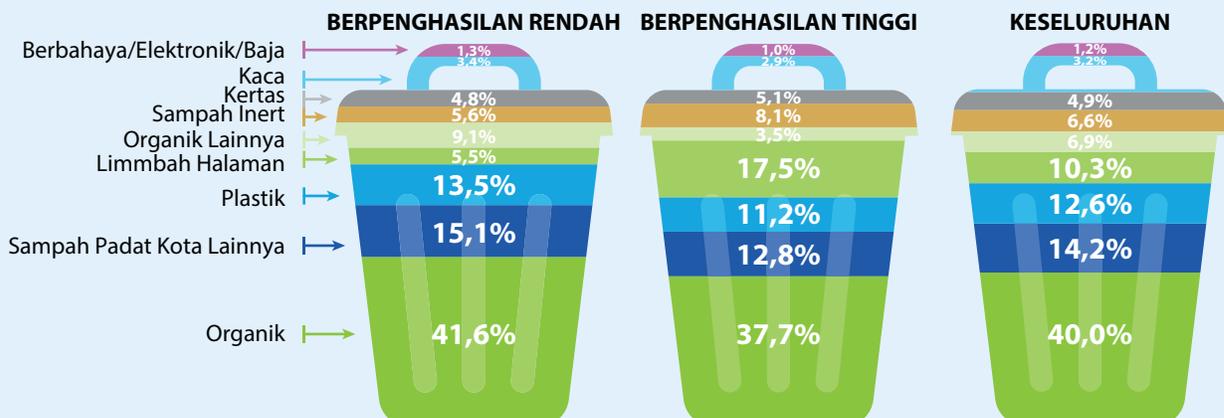
Pada tahun 2017, Lembaga Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat (United States Environmental Protection Agency) (U.S. EPA) – atas nama Inisiatif Limbah Kota Koalisi Iklim dan Udara Bersih – melakukan penelitian karakterisasi sampah di stasiun pemindahan Naucalpan. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa sekitar 69 persen limbah yang ditangani di stasiun transfer dapat didaur ulang atau dialihkan dari tempat pembuangan, dan bahwa lebih dari separuh limbah dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pengomposan atau proyek penguraian anaerobik. Kota menggunakan hasil penelitian ini untuk menginformasikan pengambilan keputusan tentang rancangan dan opsi pengadaan proyek.

Grafik di bawah ini menunjukkan komposisi yang berbeda dari aliran limbah yang dikumpulkan dari lingkungan berpenghasilan tinggi dibandingkan dengan lingkungan berpenghasilan rendah.

Untuk informasi selengkapnya, baca halaman web Koalisi Iklim dan Udara Bersih [mengenai analisis aliran sampah di Naucalpan](#) (U.S. EPA 2018b).

Komposisi Sampah

Untuk menentukan komposisi sampah kota secara keseluruhan, kota memperkirakan perincian sampah yang diterima di stasiun transfer dan menimbang nilai komposisi sampah lingkungan berpenghasilan rendah sebesar 60% dan nilai lingkungan berpenghasilan tinggi sebesar 40%.

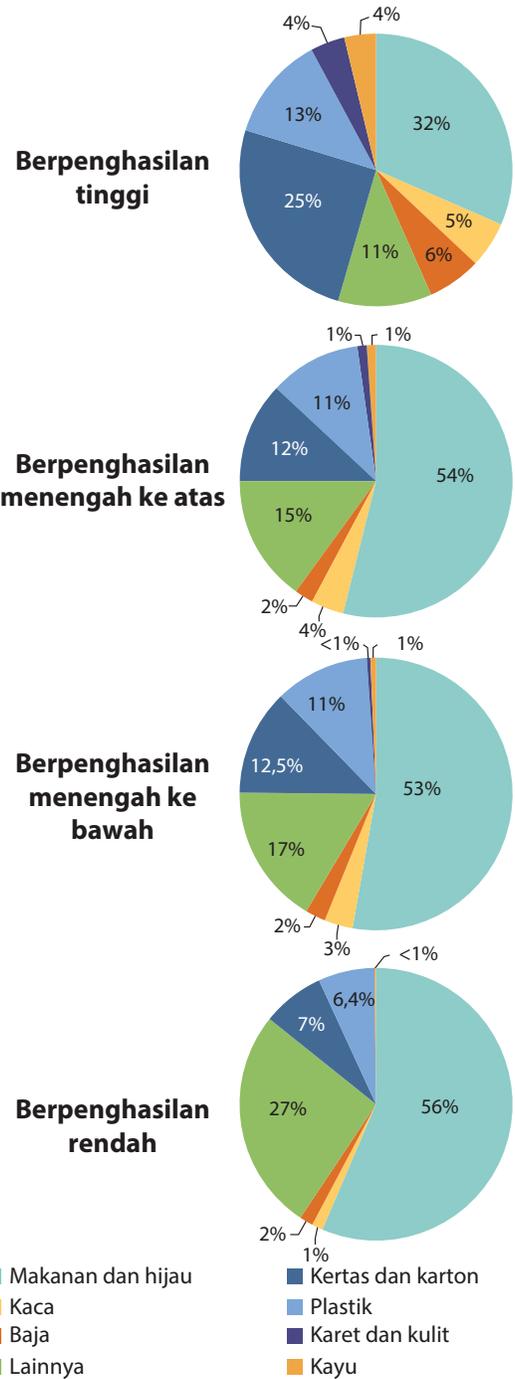


Identifikasi Limbah Khusus ✓

Limbah khusus memerlukan proses penanganan, pengolahan, dan pembuangan khusus. Jika dibuang ke aliran sampah padat, sampah ini dapat menimbulkan risiko kesehatan yang serius bagi pekerja, lingkungan sekitar, dan lingkungan. Namun, sampah khusus terkadang bercampur dengan aliran sampah padat kota oleh rumah tangga, fasilitas komersial dan industri, dan penghasil sampah lainnya. Karena bahaya yang ditimbulkan oleh limbah ini, penting untuk secara ketat mengkarakterisasi aliran limbah, menetapkan pemisahan limbah khusus, dan memastikan pengumpulan terpisah dan pembuangan limbah khusus yang tepat. Contoh 7.4 mengidentifikasi jumlah limbah khusus, bahaya yang ditimbulkan, dan solusi potensial untuk mengelolanya.



Contoh 7.3. Komposisi Limbah Global berdasarkan Tingkat Pendapatan (Kaza et al. 2018).



Contoh 7.4. Ikhtisar Limbah Khusus dan Sumber Daya

Limbah	Deskripsi	Berbahaya	Solusi Pengelolaan	Informasi Selengkapnya
Limbah Elektronik	Barang elektronik bekas yang dibuang atau dikirim ke pendaur ulang	<ul style="list-style-type: none"> Paparan manusia terhadap kontaminan dan zat penyebab kanker Pelepasan ke lingkungan 	<ul style="list-style-type: none"> Standar dan penerapan untuk memproses limbah elektronik Pelatihan dan pengembangan kapasitas untuk mencapai praktik pengelolaan yang baik 	<ul style="list-style-type: none"> Pedoman Program Lingkungan Persekitaran Bangsa-Bangsa tentang pemulihan bahan yang aman bagi lingkungan (UNEP 2013)
Limbah medis	Limbah medis berbahaya/sangat berbahaya: bahan kimia dan obat-obatan, benda tajam, feses, cairan tubuh, limbah radioaktif, dan benda serupa	Penularan penyakit	<ul style="list-style-type: none"> Pemisahan limbah Pelatihan dan penerapan di fasilitas medis 	<ul style="list-style-type: none"> Panduan United States Agency for International Development Sector Environmental: Limbah Perawatan Kesehatan (USAID 2019c) Manajemen Limbah dari Aktivitas Perawatan Kesehatan yang Aman Organisasi Kesehatan Dunia (WHO 2014)
Baterai	<ul style="list-style-type: none"> Baterai isi ulang yang digunakan di sektor otomotif dan industri Baterai kering Baterai lithium-ion 	<ul style="list-style-type: none"> Pelepasan ke lingkungan berupa partikel timbal dan asap dari peleburan Paparan manusia: luka bakar pada kulit dan mata Pelepasan ke lingkungan berupa logam berat Api di fasilitas limbah 	<ul style="list-style-type: none"> Kebijakan dan penerapan yang ditingkatkan Pelatihan dan pengembangan kapasitas untuk mencapai praktik pengelolaan yang baik 	<ul style="list-style-type: none"> Situs web Persekitaran Bangsa-Bangsa Alternatif Lingkungan untuk Baterai Asam Timbal [UNEP Tidak Bertanggal(b)] Commission for Environmental Cooperation (CEC): Pengelolaan Baterai Asam Timbal Bekas yang Ramah Lingkungan di Amerika Utara (CEC 2016) Mendaur Ulang Baterai Asam Timbal Bekas Organisasi Kesehatan Dunia: Pertimbangan Kesehatan (WHO 2017) Manual Pelatihan Konvensi Basel untuk Persiapan Rencana Pengelolaan Nasional Baterai Asam Timbal Bekas [UNEP Tidak Bertanggal(d)]
Limbah berbahaya rumah tangga	Produk rumah tangga berbahaya yang mudah terbakar, korosif, atau beracun (misalnya, pembersih, cat, oli motor)	<ul style="list-style-type: none"> Pelepasan ke lingkungan Reaksi mudah terbakar atau bahan kimia 	<ul style="list-style-type: none"> Penjangkauan publik untuk mengurangi limbah dan meningkatkan penanganan/ pembuangan yang tepat Program untuk menerima dan memproses limbah secara bertanggung jawab 	<ul style="list-style-type: none"> Situs web Sampah B3 Rumah Tangga U.S. EPA (HHW) (U.S. EPA 2019b) Laporan Pengelolaan Sampah Padat Program Lingkungan Persekitaran Bangsa-Bangsa (UNEP 2005a)



Contoh 7.4. Ikhtisar Limbah Khusus dan Sumber Daya

<p>Limbah berbahaya industri dan komersial</p>	<p>Limbah dari proses komersial atau industri yang beracun atau berbahaya (misalnya, pelarut, tinta, limbah penghalusan logam)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pelepasan ke lingkungan • Reaksi mudah terbakar atau bahan kimia 	<ul style="list-style-type: none"> • Standar dan penerapan untuk memproses limbah berbahaya • Pelatihan dan pengembangan kapasitas untuk mencapai praktik pengelolaan yang baik 	<ul style="list-style-type: none"> • Situs web Penghasil Sampah B3 U.S. EPA (U.S. EPA 2020b) • U.S. EPA: Mengelola Limbah Berbahaya Anda: Panduan Untuk Usaha Kecil (U.S. EPA 2020c) • Laporan Pengelolaan Sampah Padat Program Lingkungan Perserikatan Bangsa-Bangsa (UNEP 2005a)
<p>Ban</p>	<p>Ban kendaraan terdiri dari senyawa karet alam dan sintesis yang rumit</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pembakaran spontan dan pelepasan racun terkait • Kerusakan lingkungan terhadap habitat atau jalan air • Menjadi tempat bagi patogen udara atau penyakit vektor 	<ul style="list-style-type: none"> • Penjangkauan ke bengkel otomotif dan tempat pembuangan limbah kendaraan mengenai metode penyimpanan, daur ulang, dan pembuangan yang tepat • Bekerja sama dengan pendaur ulang untuk mengidentifikasi opsi dan pasar penggunaan kembali 	<ul style="list-style-type: none"> • U.S. EPA Limbah Ban: Buku Panduan mengenai Pengelolaan dan Penerapan Daur Ulang untuk AS dan Meksiko (U.S. EPA 2010) • Panduan Teknis Perserikatan Bangsa-Bangsa untuk Pengelolaan Ban Pneumatik Bekas dan Limbah yang Ramah Lingkungan (UNEP 2011) • Daur Ulang Ban Bekas di Kanada (Pehlken and Essadiqi 2005)
<p>Kotoran hewan</p>	<p>Limbah dari fasilitas pengolahan hewan yang melayani wilayah perkotaan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gas dan bau berbahaya bagi kesehatan manusia • Kontaminasi air dan tanah (misalnya, bakteri berbahaya bagi manusia, tumbuhan, atau organisme) 	<p>Proses untuk pengolahan (misalnya, pengomposan) atau pembuangan limbah</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pengelolaan Strategi dan Praktik Kotoran Hewan yang Berkelanjutan (Malomo et al. 2013) • Kotoran Hewan: Teknologi Daur Ulang dan Pengelolaan (Gómez-Brandón et al. 2013) • Panduan untuk Pengelolaan Kotoran yang Berkelanjutan pada Sistem Produksi Ternak Asia (IAEA 2008) • Website Kios Pengetahuan Kotoran CCAC [CCAC Tidak Bertanggung(d)]
<p>Limbah konstruksi dan pembongkaran</p>	<p>Pelapis gipsum, sirap atap, kayu, batu bata, beton, dan papan pelapis dinding</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Benda tajam (misalnya, paku, gelas) yang dapat menularkan penyakit (misalnya, tetanus) • Cetakan dari bahan yang terpapar elemen • Material berbahaya atau penyebab kanker (misalnya, asbes) 	<ul style="list-style-type: none"> • Penjangkauan pembangun dan pengembang mengenai metode penyimpanan, daur ulang, dan pembuangan yang tepat • Prosedur untuk pembuangan yang tepat 	<p>U.S. EPA Sustainable Materials Management Options for Construction and Demolition Debris (U.S. EPA 2018e)</p>
<p>Lampu neon</p>	<p>Bola lampu bekas</p>	<p>Paparan merkuri</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Proses pengumpulan bola lampu dan material pemulihan (misalnya, kaca dan bubuk yang mengandung merkuri) • Pelatihan dan pengembangan kapasitas untuk mencapai praktik pengelolaan yang baik 	<p>Buku Sumber Praktis Mengenai Penyimpanan dan Pembuangan Merkuri (UNEP 2015)</p>



Halaman ini sengaja dikosongkan.



8 PENCEGAHAN DAN PEMINIMALAN





Referensi Utama

-  [Mengelola dan Mengubah Aliran Limbah: Alat Bagi Masyarakat](#) (U.S. EPA 2017c)
-  [Peralatan: Mengurangi Jejak Pembuangan Makanan](#) (FAO 2013)
-  [Sampah Makanan Sebagai Masalah Global – Dari Sudut Pandang Pengelolaan Sampah Padat Kota](#) (ISWA 2013a)
-  [Limbah Makanan: Komitmen Globa untuk Mengurangi Limbah Makanan pada 2025](#) (CGF 2020)
-  [Laporan dan Lembar Fakta Analisis Kerugian Makanan](#) (FAO 2020)

Bagian 8

Pencegahan dan Minimalisasi

Pencegahan dan minimalisasi sampah, serta proses dan praktik yang ditujukan untuk mengurangi jumlah sampah yang dihasilkan adalah praktik terbaik untuk sistem pengelolaan sampah padat. Mengurangi limbah dan menggunakan bahan kembali tidak hanya bermanfaat bagi lingkungan, tetapi juga dapat bermanfaat bagi kesehatan masyarakat dan menghemat uang.

Bagian ini memberikan gambaran umum tentang pencegahan dan minimalisasi sampah, serta cara menyertakannya ke dalam rencana pengelolaan sampah padat.

Apa itu Pencegahan dan Minimalisasi Limbah?

Pencegahan limbah, sering disebut dengan pengurangan sumber, berarti pengurangan total hasil sampah. Limbah makanan, material kemasan, dan produk sekali pakai adalah beberapa item yang umum berada di aliran limbah, yang dapat menjadi target untuk pencegahan dan minimalisasi limbah.

- **Limbah makanan** dapat diatasi dengan mendistribusikan kembali makanan yang akan terbuang. Contohnya termasuk penggunaan aplikasi untuk menghubungkan donor makanan seperti restoran, catering makanan, dan toko kelontong ke bank makanan; menggunakan lemari es masyarakat agar kelebihan makanan dari satu rumah tangga dapat diakses oleh rumah tangga yang lebih membutuhkan; dan kampanye penyadaran yang dapat meningkatkan konsumsi produk yang akan terbuang sia-sia karena tidak memiliki bentuk, ukuran, atau warna yang ideal. Lihat Contoh 8.1 untuk studi kasus pada pengurangan limbah makanan di Hong Kong.
- **Material kemasan** di aliran limbah dapat diminimalkan dengan mencari produk dengan kemasan minimal, dan menetapkan biaya untuk kantong plastik dan kertas.



- **Produk sekali pakai** dapat diminimalkan dengan mendorong pembelian barang yang awet dan tahan lama.

Pencegahan limbah dapat sesederhana beralih dari produk sekali pakai ke produk yang dapat digunakan kembali; atau serumit mendesain ulang produk agar menggunakan lebih sedikit bahan mentah atau agar bertahan lebih lama.

Kenapa Pencegahan dan Minimalisasi Limbah Penting?

Karena pencegahan sampah akan menghindarkan dari timbulnya sampah, ini adalah aktivitas pengelolaan sampah padat yang paling hemat biaya dan disukai. Mencegah atau meminimalkan limbah akan menghemat sumber daya (misalnya, dengan mengurangi biaya pengumpulan dan transportasi), melindungi lingkungan, dan mencegah pelepasan gas rumah kaca (U.S. EPA 2017f).





POIN UTAMA



Tantangan dalam Implementasi Kebijakan Pencegahan dan Minimalisasi Limbah

Kota menghadapi banyak tantangan dengan menerapkan kebijakan yang memerlukan perubahan perilaku konsumen dan komersial yang luas. Sejumlah negara telah memberlakukan kebijakan yang melarang atau membatasi kantong plastik sekali pakai. Kantong-kantong yang tidak terkumpul akan menjadi sampah yang menyumbat saluran air hujan, menghambat proses pengolahan air limbah, dan mengalir ke hilir menjadi sampah laut.

Tantangan yang terkadang dihadapi oleh negara saat melarang penjualan atau penggunaan kantong ini meliputi:

- Vendor menggunakan kantong plastik yang dibeli melalui pasar gelap
- Konsumen mengandalkan kantong alternatif yang memiliki dampak lingkungan lainnya (misalnya, terbuat dari bahan yang tidak ramah lingkungan)
- Akses terbatas bagi konsumen dan vendor ke alternatif ekonomis yang bertahan lama.

Tantangan-tantangan ini menyoroti pentingnya bekerja dengan para pemangku kepentingan guna mengembangkan solusi kokoh yang dapat diterapkan secara efektif.

Menggabungkan Pencegahan dan Minimalisasi ke dalam Pengelolaan Sampah Padat

Pemangku kepentingan pada semua tingkatan memainkan peran penting dalam pencegahan dan minimalisasi limbah, dan strategi pencegahan dan minimalisasi harus mempertimbangkan norma dan praktik sosial setempat, serta kondisi ekonomi dan pasar. Bagian [Keterlibatan Pemangku Kepentingan](#) mengidentifikasi praktik terbaik untuk bekerja dengan berbagai individu dan organisasi guna merancang strategi pengelolaan sampah padat yang efektif.

Banyak negara sudah mempraktikkan beberapa bentuk pengurangan limbah karena orang-orang menilai material secara berbeda berdasarkan budaya mereka. Memperbaiki dan menggunakan kembali, daur ulang, menjual kembali, barter, dan memberi barang bekas sebagai hadiah adalah praktik yang dianjurkan di beberapa bagian dunia (UNEP 2005a).

Mengurangi jumlah sampah untuk transportasi dan pembuangan adalah praktik terbaik untuk program pengelolaan sampah padat. Limbah dapat dipulihkan di lokasi sumber, saat pengangkutan, dan di lokasi pembuangan. Pemisahan lebih awal lebih disukai karena hal ini akan menghasilkan material yang lebih bersih dan berkualitas lebih tinggi, serta juga dapat mengurangi biaya transportasi dan pembuangan. Insentif yang mengintegrasikan dan mendorong keterlibatan sektor informal dapat menjadi penting untuk meminimalkan limbah (USAID 2018). Lihat bagian [Pemisahan, Pengumpulan, dan Pengangkutan](#).

Seperti yang telah dibahas pada bagian [Karakterisasi Limbah](#), pembangunan ekonomi umumnya mengarah pada peningkatan konsumsi berbagai jenis barang (terutama barang elektronik). Oleh karena itu, banyak kota merasa terbantu jika memperhitungkan perkiraan pembangunan ekonomi ketika merencanakan strategi pencegahan dan minimalisasi limbah.





CONTOH 8.1 STUDI KASUS



Pencegahan Limbah Makanan di Hong Kong

Sekitar 3.600 metrik ton makanan terbuang setiap hari di Hong Kong. Sampah makanan mewakili sekitar 40 persen dari semua sampah padat yang dikumpulkan dan diangkut untuk dibuang ke pembuangan akhir, yang mengakibatkan penggunaan bahan bakar, kapasitas tempat pembuangan, dan tenaga kerja yang berlebihan. Sebagian besar limbah makanan ini berasal dari supermarket, yang biasa membuang produk yang tidak memenuhi preferensi konsumen.

PARKnSHOP, yang mengoperasikan hampir 300 supermarket di Hong Kong, telah berusaha untuk mengurangi limbah makanan seraya menangani masalah sosial lainnya: menyediakan makanan untuk populasi yang kurang mampu. Jaringan supermarket tersebut menjalin kemitraan dengan organisasi nonpemerintah (LSM) setempat, "Penyelamatan Makanan bagi yang Membutuhkan." Melalui program ini, supermarket memberikan kelebihan makanan yang akan terbuang percuma kepada LSM, dan LSM mendistribusikannya kepada individu atau keluarga yang membutuhkan. Dari 2012 hingga 2018, PARKnSHOP telah menyumbangkan lebih dari 800 metrik ton makanan yang akan terbuang ke tempat pembuangan akhir.

Untuk informasi selengkapnya, lihat profil PARKnSHOP di *Consumer Goods Forum's Food Waste booklet* (CGF 2018).



Halaman ini sengaja dikosongkan.

9 PEMISAHAN,
PENGUMPULAN,
DAN PENGANGKUTAN





Referensi Utama



[Pengumpulan Sampah Padat Kota di Negara Berkembang \(UN-Habitat 2010\)](#)



[Praktik Pengelolaan Terbaik untuk Mengoptimasi Rute Pengumpulan Limbah \(U.S. EPA 2015\)](#)



[Stasiun Transfer Limbah: Manual untuk Pengambilan Keputusan \(U.S. EPA 2002b\)](#)



[Pengumpulan Limbah: Sebuah Laporan \(Kogler 2007\)](#)



Bagian 9

Pemisahan, Pengumpulan, dan Pengangkutan

Program pemisahan dan pengumpulan sampah yang efektif merupakan komponen penting dari sebuah sistem pengelolaan sampah terpadu. Kegiatan ini melibatkan banyak pemangku kepentingan, mulai dari rumah tangga individu hingga operator armada pengumpul; banyak kota merasa bahwa menetapkan metode komunikasi dan koordinasi yang jelas di antara kelompok-kelompok tersebut adalah hal yang penting. Pemisahan, pengumpulan, dan pengangkutan limbah yang efektif juga melibatkan berbagai jenis infrastruktur, termasuk wadah untuk memisahkan dan menyimpan limbah sebelum dikumpulkan; dan kendaraan seperti gerobak, sepeda atau becak, dan truk.

Bagian ini memberikan gambaran umum tentang manfaat dan tantangan pemisahan, pengumpulan, dan pengangkutan limbah yang tepat, serta praktik terbaik untuk menerapkan program-program ini.

Mengapa Pengumpulan Penting?

Sampah yang tidak terkumpul akan berakibat pada pembuangan sampah sembarangan, pembuangan ilegal, dan pembakaran, yang dapat menyebabkan dampak kesehatan dan lingkungan yang serius pada titik tertentu. Ini mencakup;

- **Sampah Laut.** Plastik yang melewati sistem pembuangan air selokan dan air hujan berakhir di badan air yang mengalir ke lautan. Untuk informasi selengkapnya tentang hubungan antara pengelolaan sampah padat dan sampah laut, lihat bagian [Sampah Laut](#).
- **Banjir lokal.** Limbah dapat menyumbat saluran air dan memperlambat atau menghentikan aliran air dari kota.
- **Hilangnya nilai real estat.** Limbah yang dibuang di jalan atau lahan terbuka akan merusak pemandangan dan menurunkan nilai tanah.
- **Penyebaran penyakit.** Hama, seperti parasit, tikus, dan babi, tertarik dengan limbah yang tidak terkumpul dan dapat membawa berbagai penyakit.
- **Polusi air lokal.** Air lindi dari limbah yang dibuang di tempat terbuka dapat mencemari sumber air setempat.
- **Polusi udara lokal.** Pembakaran limbah yang tidak terkumpul akan memberikan kontribusi dalam peningkatan konsentrasi polutan lokal berbahaya seperti partikel halus dan senyawa organik yang mudah menguap.



INTI MASALAH



Penyumbatan Saluran Pembuangan

Tersumbatnya saluran air oleh limbah yang tidak terkumpul merupakan penyebab terjadinya banjir besar dan wabah penyakit yang ditularkan melalui air di Surat, India, pada tahun 1994 (Wilson et al. 2013). Saluran air yang tersumbat oleh limbah kantong plastik juga menjadi alasan terjadinya banjir di Ghana (Hinshaw 2015) dan Bangladesh (BBC News 2002). Limbah juga dapat didorong oleh air hujan atau tertiuap angin ke saluran pembuangan dari fasilitas pengumpulan atau transfer terdekat. Masalah ini dapat dicegah dengan mudah, dan menempatkan fasilitas seperti itu jauh dari saluran air terbuka merupakan praktik yang terbaik.





POIN UTAMA



Cakupan Pengumpulan dibandingkan Efisiensi Pengumpulan

Saat menetapkan tujuan pengumpulan, kota mengetahui bahwa membedakan antara cakupan dan efisiensi pengumpulan adalah hal yang penting. Cakupan pengumpulan umumnya mengacu pada fraksi area geografis kota tempat layanan pengumpulan disediakan. Efisiensi pengumpulan umumnya mengacu pada fraksi limbah yang dihasilkan di area tertentu tempat limbah dikumpulkan. Sebuah kota yang mengumpulkan banyak limbah yang dihasilkan di bagian kecil domain geografisnya akan dikatakan memiliki efisiensi pengumpulan yang tinggi, tetapi cakupan pengumpulan yang rendah.

- **Perubahan iklim global.** Dekomposisi limbah organik dalam kondisi anaerobik akan menyebabkan emisi metana, gas rumah kaca yang kuat. Selain itu, pembakaran limbah yang tidak terkumpul akan berkontribusi pada emisi karbon hitam, komponen partikel halus. Karbon hitam adalah polutan iklim berumur pendek yang memiliki dampak signifikan terhadap perubahan iklim global.
- **Kesadaran dan partisipasi pemangku kepentingan yang terbatas.** Skema pengumpulan yang efektif bergantung pada masyarakat yang terinformasi dengan baik dan bersedia berpartisipasi, terutama dalam kasus ketika kota-kota menerapkan sistem pengumpulan sumber terpisah (dibahas di bawah). Untuk informasi selengkapnya tentang strategi bekerja dengan publik untuk meningkatkan kesadaran dan partisipasi, lihat bagian [Keterlibatan Pemangku Kepentingan](#).

Tantangan

Banyak kota berupaya untuk meningkatkan cakupan dan efisiensi pengumpulan limbah mereka karena berbagai faktor rumit, termasuk:

- **Peningkatan volume limbah.** Urbanisasi yang cepat, pertumbuhan penduduk, dan perubahan pola konsumsi dengan pertumbuhan ekonomi berkontribusi pada peningkatan jumlah limbah yang dihasilkan.
- **Tempat terbatas untuk menyimpan dan memindahkan limbah.** Peningkatan kepadatan penduduk mengurangi jumlah ruang yang tersedia untuk tempat sampah komunitas dan stasiun transfer.
- **Masalah fisik dalam pengumpulan.** Misalnya, kota yang dibangun di lembah atau di lereng curam cenderung memiliki jalan sempit yang sulit dilalui untuk pengumpulan limbah yang layak.
- **Kurangnya pendanaan.** Banyak kota menghadapi masalah kekurangan dana, serta tuntutan untuk menyediakan banyak layanan publik.

Praktik Terbaik

Bagian ini menjelaskan praktik terbaik untuk menyimpan dan mengumpulkan limbah, termasuk memahami komposisi limbah, mengidentifikasi penyimpanan limbah yang tepat sebelum pengumpulan, merencanakan lokasi pengumpulan, memisahkan limbah untuk memfasilitasi pengumpulan untuk pengolahan dan pembuangan yang tepat, melibatkan sektor informal dalam pengumpulan limbah, menggabungkan stasiun transfer, mengoptimalkan frekuensi dan rute pengumpulan, dan menggunakan kendaraan pengumpulan yang paling tepat.

Komposisi Limbah

Karakterisasi sumber, kuantitas, dan jenis limbah dapat membantu rencan kota dalam pengumpulan limbah. Misalnya, kota perlu mengetahui volume setiap fraksi aliran limbah di setiap bagian kota untuk mengatur frekuensi pengumpulan yang tepat. Untuk informasi selengkapnya tentang memahami aliran limbah, lihat bagian [Karakterisasi Limbah](#).





INTI MASALAH



Pengumpulan Pintu-ke-Pintu di Trichy, India

Untuk informasi selengkapnya, lihat artikel Times of India, [QR Code untuk Melacak Pengumpulan Limbah Trichy](#) (Karthik 2018).

Kota Trichy mengawasi penggunaan kode Quick Response (QR)[™] dengan menyediakannya kepada penduduk dan perusahaan komersial di suatu lingkungan. Informasi segera dimasukkan secara online saat pengumpul memindai kode QR[™] di setiap titik pengumpulan, hal ini memastikan tidak ada titik pengumpulan yang terlewatkan. Bangalore melakukan contoh serupa, tetapi memperluasnya untuk memastikan pemilahan yang tepat dengan meminta pengumpul limbah mengunggah foto limbah yang tidak dipilah bersama dengan kode QR[™] yang sesuai.

Contoh 9.1. Karakteristik Infrastruktur Penyimpanan



Infrastruktur Penyimpanan ✓

Kota memanfaatkan infrastruktur penyimpanan limbah untuk mengumpulkan limbah yang terkumpul sebelum diangkut ke fasilitas pembuangan. Kota menggunakan berbagai fasilitas dan peralatan terdesentralisasi untuk menyimpan limbah, termasuk depot; area tertutup atau pad; tempat sampah atau drum tetap untuk penyimpanan komunal; dan tempat sampah, ember, atau kantong portabel untuk penyimpanan area pemukiman (UNEP 2005a).

Kota-kota telah mendapat manfaat dari mempertimbangkan berbagai faktor saat merencanakan infrastruktur ini, termasuk jenis wadah yang harus digunakan untuk jenis limbah yang berbeda, ukuran wadah yang harus digunakan, dan lokasi penempatan wadah. Sistem untuk menyimpan limbah paling efektif jika dirancang dengan memperhitungkan norma dan praktik budaya. Misalnya, kota dapat menempatkan wadah di tempat yang mudah diakses oleh truk pengumpul pada pagi hari ketika sebagian besar rumah tangga biasanya membuang sampah mereka. Kota dapat mengumpulkan masukan dari pemangku kepentingan selama proses perencanaan infrastruktur penyimpanan (lihat bagian [Keterlibatan Pemangku Kepentingan](#) untuk informasi selengkapnya).

Lokasi

Pendekatan yang berhasil adalah dengan menempatkan wadah di area yang mudah diakses

oleh kendaraan pengumpul, dapat ditempuh dengan berjalan kaki oleh pengguna yang dituju, dan berada di lokasi yang dapat diterima oleh penduduk. Sistem penyimpanan yang dirancang dengan baik tidak akan efektif jika kontainer berada di lokasi yang tidak nyaman bagi penduduk atau pengumpul limbah.

Desain

Merancang wadah pengumpulan limbah agar mudah digunakan adalah praktik yang terbaik. Wadah jalanan yang sulit digunakan (misalnya, jika memiliki tutup mekanis yang berat) mendorong orang untuk membuang sampah di samping wadah, bukan di dalam. Faktor ini tidak hanya mengakibatkan masalah sanitasi, tetapi limbah yang berserakan membutuhkan waktu lebih lama untuk dimuat ke dalam kendaraan pengumpul. Di area tempat anak-anak biasanya membuang sampah rumah tangga, kota merasa terbantu jika merancang wadah yang memudahkan penggunaan oleh anak-anak (misalnya, wadah yang lebih pendek dan memiliki tutup yang mudah dibuka).





INTI MASALAH



Pengumpulan Komunal di Addis Ababa, Ethiopia

Untuk informasi selengkapnya, lihat [aktivitas pengumpulan sampah di Platform Pengetahuan Sampah Padat Kota](#) (CCAC 2015).

Otoritas Pembersihan Addis Ababa bertanggung jawab atas pengumpulan limbah primer. Otoritas tersebut mempekerjakan perusahaan skala mikro dan kecil yang terdaftar. Perusahaan-perusahaan ini membekali pekerja dengan kereta dorong berukuran 1,5 meter kubik untuk mengumpulkan limbah kira-kira setiap hari dari pengembangan perumahan multikeluarga, mengikuti model pengumpulan komunal. Ketika pekerja tiba di suatu area perumahan, mereka memperingatkan penduduk (misalnya, dengan membunyikan bel) untuk membawa limbah mereka ke pintu masuk gedung. Para pekerja kemudian mengangkut limbah menggunakan kereta dorong ke "titik lewati" (misalnya, stasiun transfer; lihat Contoh 9.6), tempat limbah tersebut diletakkan di dalam wadah berukuran 8 meter kubik sampai dikumpulkan oleh truk.

Jika limbah dipilah sebelum pengumpulan, desain tempat sampah di tempat tinggal dan lokasi komunal harus dapat mendorong orang untuk membuang limbah ke tempat sampah yang sesuai. Misalnya, tempat sampah dapat diberi kode warna untuk memudahkan pemisahan limbah; biru dapat mewakili daur ulang dan coklat dapat mewakili limbah organik. Gambar dan daftar hal yang boleh dan tidak boleh ditempatkan di tempat sampah komunal dapat dipasang di atau dekat tempat sampah.

Menentukan ukuran wadah dengan tepat juga merupakan praktik yang terbaik. Jika wadah terlalu kecil, sampah akan menumpuk di tanah di sekitarnya. Jika wadah terlalu besar, orang mungkin akan cenderung membuang barang berukuran besar dan berat ke dalam wadah.

Pemeliharaan

Memelihara area di sekitar wadah pengumpulan limbah adalah praktik terbaik, karena penduduk cenderung membuang limbah di luar wadah jika wadah kotor atau terhalang (UN-Habitat 2010). Di banyak negara, sektor informal biasanya memilah limbah dalam wadah komunal, mencari barang yang dapat mereka jual ke pendaur ulang, yang dapat mengakibatkan sampah berserakan di sekitar wadah. Hewan liar sering mencari makanan di sekitar wadah penyimpanan limbah. Salah satu pendekatan untuk mengendalikan masalah ini adalah dengan memberikan tanggung jawab khusus

kepada pekerja sektor informal atas wadah tertentu, yang memungkinkan mereka mengakses limbah sebagai imbalan untuk menjaga kebersihan area tersebut (UN-Habitat 2010). Untuk informasi lebih lanjut tentang keterlibatan sektor informal dalam pengelolaan sampah, lihat bagian [Daur Ulang Sektor Informal](#). Beberapa kota telah mengurangi biaya pemeliharaan dan meminimalkan pemulungan dengan memasang wadah yang memiliki tempat di atas tanah dan repositori bawah tanah yang hanya dapat diakses oleh pengumpul resmi.

Model Pengumpulan ✓

Kota menggunakan berbagai model pengumpulan untuk memastikan cakupan dan efisiensi pengumpulan yang tinggi. Memilih model pengumpulan yang paling tepat juga akan membantu kota menghindari biaya yang berlebihan. Kota biasanya mempertimbangkan berbagai variabel ketika menentukan model koleksi mana yang paling cocok untuk situasi mereka (lihat Contoh 9.2).

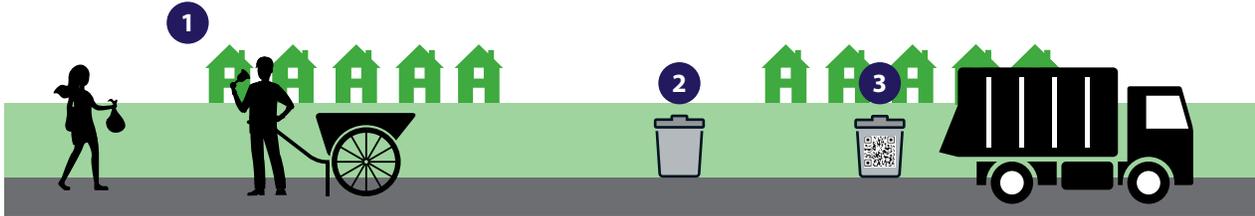
Pemisahan Limbah ✓

Pemisahan, atau pemilahan limbah, sebelum atau selama pengumpulan akan meningkatkan efisiensi dan mengurangi biaya karena meminimalkan biaya tenaga kerja dan infrastruktur yang diperlukan untuk memisahkan limbah campuran. Limbah dapat dipisahkan oleh pihak yang berbeda pada setiap langkah dalam proses pengumpulan:



Contoh 9.2. Ilustrasi Perbandingan Model Koleksi

Pengumpulan Tepi Jalan/Pintu ke Pintu



- 1 Dalam pengumpulan tepi jalan, sampah dikumpulkan di setiap properti rumah tangga. Saat kendaraan pengumpul lewat, pengumpul sampah membunyikan bel atau mengumumkan kedatangan mereka guna memperingatkan penduduk agar membawa sampah mereka ke jalan, tempat sampah dikumpulkan untuk diangkut ke fasilitas pemindahan atau pengumpulan. Rumah tangga dapat memiliki satu tempat sampah, atau beberapa jika diterapkan pemisahan sumber; lihat bagian Pemisahan Sampah. Dengan jenis pengumpulan ini, kota umumnya menginformasikan penduduk tentang hari dan waktu pengambilan sampah.
- 2 Dalam sistem pengumpulan beberapa kota, tempat sampah dapat ditinggalkan di luar selama berjam-jam; dalam kasus ini, pendekatan yang mapan adalah dengan memastikan bahwa tempat sampah memiliki penutup dan/atau cukup berat untuk mencegah hewan memasukinya atau menjatuhkannya.
- 3 Teknologi dapat meningkatkan efisiensi pengumpulan pintu ke pintu; misalnya, kota dapat meminta pengumpul sampah menggunakan kode Quick Response (QR)TM untuk memastikan bahwa sampah dikumpulkan dan dipisahkan dengan benar.

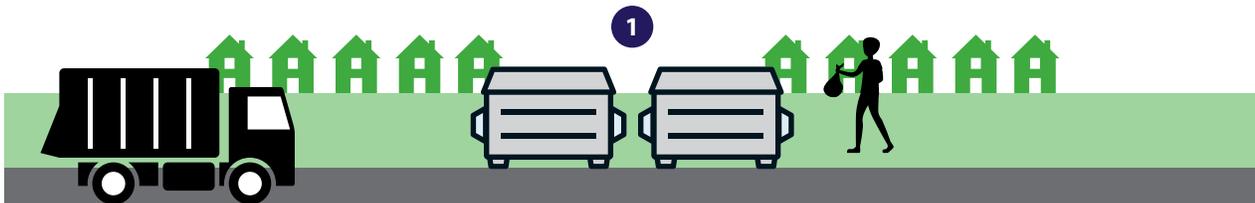
Keuntungan:

Lebih praktis bagi para penduduk
Konsistensi dalam pengumpulan sampah

Kerugian:

Lebih mahal karena seringnya pemberhentian kendaraan
Beberapa area rumah tangga mungkin tidak terjangkau karena kondisi jalan dan ukuran kendaraan
Potensi pembakaran atau pembuangan ilegal karena pengumpulan yang tidak sering
Melewatkan pengumpulan jika penduduk tidak berada di rumah

Pengumpulan Komunal



- 1 Pada model pengumpulan komunal, penduduk membawa sampah ke tempat sampah besar yang diletakkan di tengah-tengah lingkungan mereka. Dengan jenis pengumpulan ini, kota mengirimkan kendaraan pengumpul untuk menyingkirkan sampah secara teratur. Pengumpulan komunal akan berjalan dengan baik bila ada dukungan yang cukup besar untuk partisipasi di kawasan padat. Teknologi pintar dapat digabungkan dengan memiliki sinyal monitor elektronik ketika tempat sampah besar penuh, hal ini akan membantu kota menghindari tempat sampah yang terlalu penuh dan mengurangi biaya pengumpulan dengan mengurangi jumlah perjalanan ke tempat sampah yang tidak penuh.

Keuntungan:

Lebih sedikit pemberhentian bagi kendaraan pengumpul
Lebih sedikit sampah yang disimpan di rumah penduduk

Kerugian:

Potensi terjadinya pembuangan ilegal jika lokasi tempat sampah tidak mudah dijangkau
Hewan dapat memasuki atau menjatuhkan tempat sampah jika tidak dirancang dengan benar
Pembakaran sampah ilegal jika tidak diangkut secara berkala



- **Penghasil limbah.** Beberapa kota menyediakan tempat sampah berkode warna kepada penduduk dan meminta agar sampah dipilah dari sumbernya (Gambar 9.3). Misalnya, Peraturan Pengelolaan Sampah Padat Kota India menetapkan persyaratan nasional untuk pengelolaan sampah padat setempat. Aturan ini mengatur bahwa tempat sampah hijau digunakan untuk limbah organik, tempat sampah putih untuk daur ulang, dan tempat sampah hitam untuk semua limbah lainnya. Perusahaan komersial terkadang memiliki beberapa tempat sampah untuk memisahkan kertas, plastik, logam, kaca, dan limbah organik.
- **Pengumpulan.** Di beberapa kota, pengumpul sampah menggantung beberapa kantong di gerobak dorong, gerobak sepeda, atau kendaraan mereka; dan menggunakannya untuk memisahkan sampah saat mereka mengumpulkannya dari rumah tangga (Gambar 9.3). Mereka biasanya memisahkan barang-barang yang dapat didaur ulang ke dalam kantong dan menyimpan barang-barang yang tidak dapat didaur ulang, termasuk limbah organik, ke dalam tempat sampah. Jika kota memiliki fasilitas pengolahan limbah organik (pengomposan atau digester anaerobik), pengumpul juga dapat memisahkan limbah organik pada waktu pengumpulan.
- **Tempat sampah komunal khusus.** Beberapa kota menyediakan tempat sampah komunal di kompleks perumahan multikeluarga atau di lingkungan tempat tinggal penduduk individual untuk membuang limbah mereka. Banyak kota memiliki pemisahan dengan tempat sampah berkode warna (misalnya, biru untuk kertas dan produk kertas, coklat untuk limbah organik, putih untuk kaca bening, hijau untuk kaca berwarna, kuning/oranye untuk material kemasan yang dapat didaur ulang, dan abu-abu/hitam untuk limbah lainnya).

Kategori limbah yang dipilih kota untuk dipilah akan bergantung pada kemampuan mereka dalam menangani setiap kategori secara terpisah. Penting bagi kota untuk mengidentifikasi pasar lokal dan regional untuk daur ulang, dan menyesuaikan rencana pemilahan yang sesuai. Dalam kasus ketika pasar untuk produk tertentu saat ini tidak tersedia, kota dapat bekerja dengan sektor swasta untuk mendorong permintaan pasar.

Sektor sampah informal memiliki peran yang signifikan dalam pengelolaan sampah padat di banyak negara berkembang. Pekerja sektor informal memilah sampah untuk mengumpulkan sampah yang dapat didaur

Contoh 9.3. Tempat Sampah Pengumpulan Limbah di Accra, Ghana



Contoh 9.4. Kereta Dorong dengan Pemilahan Limbah di Coimbatore, India



Contoh 9.5. Pengumpul Limbah Memisahkan Limbah Daur Ulang dari Aliran Limbah di Kota Meksiko



Contoh 9.6. Stasiun Transfer Skala Kecil di Addis Ababa, Ethiopia (kiri); dan Stasiun Transfer Skala Besar di Coimbatore, India (kanan)



ulang dari rumah tangga dan tempat sampah komunal (Gambar 9.5). Kota-kota di banyak negara berkembang sedang berupaya untuk menyertakannya ke dalam aktivitas pengelolaan sampah padat formal. Bagian [Daur Ulang Sektor Informal](#) memberikan informasi tambahan mengenai daur ulang di sektor informal.

Fasilitas Transfer ✓

Di berbagai negara, lokasi pembuangan besar terletak jauh dari area padat penduduk. Dalam kasus seperti itu, stasiun transfer digunakan sebagai titik perantara, tempat sampah yang terkumpul akan disatukan (dan disortir, jika bisa diterapkan) sebelum dipindahkan ke tempat pembuangan. Limbah terkadang dipadatkan di stasiun transfer untuk mengurangi jumlah perjalanan ke tempat pembuangan.

Keuntungan Fasilitas Transfer

Mengonsolidasikan muatan dari kendaraan pengumpul yang lebih kecil, termasuk sepeda dan gerobak, ke kendaraan transfer yang lebih besar akan membantu mengurangi biaya pengangkutan dengan memungkinkan kru pengumpul menghabiskan waktu lebih sedikit untuk bepergian ke dan dari lokasi pembuangan yang jauh, serta memiliki waktu lebih banyak untuk mengumpulkan sampah. Strategi ini juga mengurangi pemakaian bahan bakar dan emisi, biaya perawatan kendaraan pengumpulan, kerusakan jalan, dan lalu lintas secara keseluruhan.

Stasiun transfer juga dapat berfungsi sebagai lokasi untuk memilah dan memulihkan limbah (U.S. EPA 2002b). Melakukan aktivitas penyortiran dan pemulihan di stasiun transfer akan berkontribusi pada penghematan bahan bakar, mengurangi keausan ban truk, dan mengurangi jumlah perjalanan ke tempat pembuangan akhir (USAID 2018).

Jenis Fasilitas Transfer yang Berbeda

Stasiun transfer dapat berupa fasilitas kecil, sangat terdesentralisasi dan tidak mekanis, seperti lahan kosong yang berfungsi sebagai tempat pembuangan sementara bagi penduduk dan perusahaan komersial membuang limbah mereka, atau tempat pengumpul utama (misalnya, pengumpul yang menggunakan gerobak tangan dan sepeda) mengirimkan limbah yang telah mereka kumpulkan (Gambar 9.5). Stasiun transfer yang lebih besar dan kuat dapat digunakan sebagai tempat untuk mengumpulkan, memilah, dan memuat limbah dalam jumlah lebih besar. Limbah yang tiba di stasiun transfer ini dapat berasal langsung dari penduduk dan bisnis, dari pengumpul sekunder yang mengambil limbah dari stasiun transfer yang lebih kecil, atau dari truk kota yang mengumpulkan sampah langsung dari sumbernya.

Meletakkan Fasilitas Transfer

Fasilitas transfer harus ditempatkan jauh dari saluran pembuangan terbuka untuk mencegah limbah menyumbat sistem drainase dan memasuki saluran air, dan harus dibangun atau ditempatkan di permukaan kedap air. Pertimbangan pemilihan lokasi lainnya mencakup jarak yang dibutuhkan oleh kendaraan yang lebih kecil untuk pergi dari lokasi pengumpulan utama ke stasiun transfer, dan kendaraan yang lebih besar untuk pergi dari stasiun transfer ke lokasi pembuangan.

Frekuensi Pengumpulan ✓

Umumnya, kota mengumpulkan limbah pada interval yang berbeda, tergantung berbagai faktor. Pertimbangan utama saat menentukan seberapa sering limbah akan dikumpulkan meliputi:

- **Biaya** Semakin besar frekuensi layanan (misalnya, harian, mingguan), maka semakin mahal biaya operasi sistem pengumpulan.



- **Harapan dan waktu konsumen.** Banyak kota merasa terbantu jika mengoordinasikan waktu pengumpulan limbah di area komersial sesuai dengan operasi bisnis setempat (misalnya, pengumpulan dapat dilakukan setelah pasar tutup). Banyak kota juga mengatur pengumpulan pada waktu lalu lintas jalan tidak terlalu padat.
- **Keterbatasan Kapasitas.** Armada pengumpulan limbah mungkin perlu mengumpulkan limbah lebih sering di lingkungan rumah tangga, karena tempat sampah komunal atau rumah tangga mencapai kapasitas dengan cepat.
- **Iklim.** Kota-kota di iklim tropis cenderung mengumpulkan limbah setiap hari karena limbah biodegradable terurai lebih cepat pada iklim ini, serta mulai berbau dan menarik lalat dan hama pembawa penyakit lainnya. Kota-kota di zona iklim sedang dapat mengumpulkan sampah setiap dua minggu atau satu minggu.

Rute Pengumpulan yang Dioptimalkan

Mengoptimalkan rute pengumpulan limbah akan mengurangi biaya tenaga kerja, bahan bakar, dan perawatan kendaraan. Selain itu, pengurangan waktu perjalanan akan menghasilkan emisi kendaraan yang lebih rendah, dan bermanfaat bagi kesehatan masyarakat dan lingkungan. Pengoptimalan rute adalah proses empat langkah (Shuster 1974):

1. Meninjau kebijakan yang sudah ada untuk memahami peran dan tanggung jawab departemen yang bertanggung jawab atas pengelolaan sampah padat. Evaluasi ini mencakup pemahaman atas pendanaan pengumpulan limbah, undang-undang ketenagakerjaan yang memengaruhi pengumpul, dan area layanan.
2. Merutekan area layanan secara makro atau menentukan cara rute pengumpulan harian ditetapkan, berdasarkan peninjauan lokasi pemrosesan dan pembuangan yang ada. Perhitungan ini melibatkan penentuan jumlah optimal limbah yang dapat diproses dan dibuang setiap hari, dan membagi area pengumpulan menjadi subbagian atau distrik yang dapat dilayani oleh kru pengumpul dengan sepiantasnya pada hari tertentu.
3. Melakukan penyeimbangan dan membagi distrik rute untuk memastikan bahwa beban kerja didistribusikan secara merata di antara kru pengumpul.
4. Merutekan area layanan secara makro, atau melihat secara detail di area layanan untuk menentukan

rute kendaraan pengumpul. Tinjauan ini penting untuk mengoptimalkan rute pengumpulan sampah, yang berpotensi untuk menghemat biaya secara signifikan. Perutean mikro perlu mempertimbangkan banyak faktor, termasuk fitur geografis, pertimbangan demografis, desain kendaraan, fitur titik pengumpulan, persyaratan bagi penduduk dan bisnis untuk meletakkan limbah mereka di jalan, dan frekuensi pengumpulan. Kota-kota merasa penting untuk mempertimbangkan penyesuaian rute berdasarkan perubahan musim atau pertumbuhan populasi.

Beberapa kota (mis, East Delhi Municipal Corporation di India) telah memasukkan sistem pintar dengan pencari sistem pemosisi global yang terpasang di kendaraan pengumpul, yang memungkinkan untuk melacak kendaraan mereka, dan memastikan bahwa kendaraan tidak menganggur atau melewati area pengumpulan.

Kendaraan Pengumpul

Pemilihan kendaraan pengumpul sampah dapat berdampak besar pada efisiensi program pengumpulan sampah padat. Kota umumnya mempertimbangkan faktor berikut dalam memilih kendaraan yang sesuai:

- **Ukuran kendaraan.** Menetapkan ukuran kendaraan berdasarkan jumlah limbah yang akan dikumpulkan adalah praktik terbaik. Truk pemadat besar hanya cocok jika volume limbah yang relatif besar diambil di setiap pemberhentian. Truk besar tidak cocok untuk pengumpulan limbah dalam jumlah kecil yang sering, truk kecil atau sepeda roda tiga akan lebih menghemat biaya. Truk besar juga tidak sesuai di gang sempit atau ruang jalan yang terbatas.
- **Jenis limbah yang dikumpulkan.** Pengumpulan limbah yang sudah dipilah mungkin memerlukan kendaraan dengan banyak kompartemen, tergantung pada tingkat pemilahan.
- **Frekuensi pemberhentian.** Frekuensi pemberhentian biasanya mengarahkan pilihan kota untuk memungkinkan kendaraan mulai dan berhenti secara konstan, dan bergerak dengan kecepatan rendah dalam kondisi cuaca tertentu (panas, lembab, berdebu) atau di jalan yang tidak beraspal.
- **Kapasitas kendaraan pembawa muatan.** Kota dapat memperkirakan berapa banyak rumah tangga yang dapat dilayani dengan kendaraan mereka sebelum kapasitas terpenuhi, dan menetapkan target untuk setiap kendaraan agar melayani kurang dari jumlah tersebut.





INTI MASALAH



Kendaraan Listrik Pengumpul Sampah di Rio de Janeiro, Brazil

Untuk informasi selengkapnya, lihat ***Studi kasus tentang kendaraan pengumpul elektrik Rio de Janeiro*** (C40 Cities 2018).

Rio de Janeiro telah mengadopsi tujuan yang ambisius untuk iklim dan kualitas udara guna mengurangi kontribusinya terhadap perubahan iklim dan polusi udara lokal. Perusahaan pengelolaan limbah kota baru-baru ini membeli sejumlah kendaraan pengumpul elektrik untuk mengumpulkan limbah rumah sakit dari beberapa area kota.

- **Perawatan kendaraan.** Banyak kota memahami bahwa memilih kendaraan yang umum tersedia atau mudah dirawat (USAID 2018) akan meningkatkan keandalan kendaraan. Perbaikan dapat diselesaikan lebih cepat jika suku cadang dapat dibeli dari pengecer setempat dengan mudah, tanpa memerlukan valuta asing dan impor. Memantau kondisi setiap kendaraan melalui pemeriksaan rutin akan memungkinkan operator untuk mengganti komponen sebelum rusak.
- **Emisi kendaraan.** Banyak kota yang semakin khawatir akan kontribusi kendaraan heavy-duty terhadap polusi udara lokal. Armada pengumpulan sampah dapat menyumbangkan sejumlah besar materi tertentu kepada lingkungan setempat, terutama karena armada ini biasanya beroperasi setiap hari, berkendara jarak jauh ke lokasi pembuangan, mungkin tidak terawat dengan baik, dan menghabiskan banyak waktu menganggur di lalu lintas atau di titik pengumpulan. Untuk alasan-alasan ini, banyak kota yang mempertimbangkan bahan bakar alternatif atau kendaraan rendah emisi untuk armada pengumpulan mereka.

Pilihan Kendaraan

Ada banyak pilihan jenis kendaraan pengumpul sampah, mulai dari gerobak dorong tanpa mesin hingga truk pemadat besar:

Pertanyaan untuk Pengambil Keputusan

- Apakah kru telah menetapkan batas rute?
- Apakah peta kru telah diperbarui dalam dua tahun terakhir?
- Apakah rute saat ini dikembangkan berdasarkan pada waktu, jarak, kapasitas kendaraan, dan geografi?
- Apakah hasil limbah kira-kira tetap stabil sejak pembaruan rute pengumpulan limbah terakhir?
- Apakah semua kru menyelesaikan rute mereka sesuai jadwal?
- Apakah supervisor layanan pengumpulan mengetahui berapa banyak pemberhentian dan wadah yang digunakan dalam setiap rute individu?
- Apakah supervisor layanan pengumpulan tahu berapa lama waktu yang dibutuhkan setiap rute?
- Apakah ada mekanisme bagi pengguna untuk mengajukan keluhan tentang pengumpulan yang terlambat atau tidak tepat, dan untuk meninjau dan menangani masalah tersebut?



Gerobak Tangan. Gerobak tangan dapat digunakan untuk pengumpulan dari pintu ke pintu di jalan-jalan sempit yang tidak dapat dimasuki oleh truk lebar. Limbah diangkut dengan gerobak dan dibawa ke truk yang menunggu di ujung jalan. Penggunaan gerobak tangan meningkatkan kebutuhan akan jumlah tenaga kerja, tetapi memastikan bahwa semua penduduk memiliki akses ke layanan pengelolaan sampah padat. Gerobak tangan biasanya memiliki kotak terbuka yang dipasang dan dirancang agar limbah yang terkumpul dapat diambil atau dikosongkan langsung ke truk pengumpul limbah.



Sepeda atau becak berpedal.

Sepeda berpedal telah meningkatkan kecepatan dan kemampuan untuk menjangkau lebih banyak penghuni dalam waktu lebih singkat. Sepeda ini sering memiliki tempat yang terpasang di depan atau belakang, tempat limbah diletakkan (UNEP 2005a).



Gerobak hewan. Kuda, bagal, dan keledai juga dapat digunakan untuk mengangkut limbah dengan gerobak. Penggunaan gerobak hewan dapat menguntungkan karena tidak memerlukan bahan bakar fosil, memiliki modal dan biaya operasional yang sangat rendah dibandingkan dengan kendaraan bermotor, dan menghasilkan lebih sedikit kebisingan daripada truk pengumpul besar. Gerobak dirancang untuk dituangkan ke lokasi pemindahan atau penyimpanan (UNEP 2005a).



Becak bermotor. Sepeda motor roda tiga adalah cara lain untuk mengumpulkan limbah dari warga di sepanjang jalan sempit di area perkotaan. Desainnya mirip dengan sepeda berpedal dan umum digunakan di Asia. Becak bermotor menggunakan lebih sedikit bahan bakar fosil daripada truk, dan mampu membawa lebih banyak beban dan bergerak dengan kecepatan lebih tinggi daripada gerobak tangan atau sepeda pedal.



Sistem traktor dan trailer.

Sistem traktor-trailer memungkinkan pengangkutan jumlah limbah yang lebih besar, kemudian dengan



mudah dipindahkan dengan melepaskan trailer. Kemampuan ini menjadikan opsi traktor-trailer sebagai opsi yang sesuai, terutama untuk tempat pengumpulan sampah komunal.

Truk. Truk komersial juga dapat mengumpulkan limbah, terutama dari tempat sampah komunal.



Desainnya biasanya mencakup flatbed besar dipasang di semua sisi dan terbuka di bagian atas dengan engsel berbalik. Truk-truk ini biasanya tidak dirancang untuk pengumpulan limbah, oleh karena itu, memerlukan tangga atau seseorang untuk melempar dan membuang limbah secara manual.

Penuang depan dan belakang.

Desain ini memungkinkan pemuatan dari belakang yang mudah sambil membawa limbah padat dalam jumlah besar. Bagian belakang truk ini dapat bergerak maju mundur untuk memadatkan limbah atau membuang isi saat berada di fasilitas pembuangan. Truk seperti ini sering kali cocok untuk aliran limbah di negara-negara yang memiliki persentase limbah padat dan lembab yang tinggi.



Kota telah mengetahui bahwa mencegah sampah jatuh selama proses pengumpulan limbah juga hal yang penting. Sejumlah kecil limbah dapat berserakan di jalan selama proses pemuatan. Mengoordinasikan pekerjaan kru pengumpul dan penyapu jalan dapat memastikan bahwa limbah yang dibuang dengan cara ini disingkirkan dengan cepat. Selanjutnya, limbah di kendaraan pengumpul yang terbuka dapat ditutup dengan jaring atau bahan lain untuk mencegahnya jatuh ke jalan.

Pemulihan Biaya ✓

Pengumpulan limbah dapat mengambil sebagian besar anggaran operasional kota. Maka, kota di negara berpenghasilan rendah umumnya memiliki layanan pengumpulan limbah yang kurang komprehensif jika dibandingkan dengan negara berpenghasilan tinggi (Kaza et al. 2018). Menetapkan cara memulihkan biaya pengumpulan limbah adalah komponen utama dari program pengumpulan limbah yang berkelanjutan dan efektif.

Untuk informasi selengkapnya tentang pembiayaan program pengelolaan sampah padat, lihat bagian [Pertimbangan Ekonomi](#).



Sampah Laut

Limbah yang dihasilkan di darat dapat mencapai perairan laut melalui berbagai proses jika tidak dikumpulkan dengan benar. Misalnya, limbah yang tidak terkumpul dapat dibuang atau tertiuap ke perairan pantai atau sungai (NOAA 2019). Infografis di halaman berikut mengilustrasikan cara berbagai sumber berkontribusi terhadap masalah global sampah plastik laut. Seperti yang ditunjukkan oleh grafik, sebagian besar sampah plastik laut (sebanyak 80 persen menurut beberapa perkiraan) berasal dari sumber yang berada di darat (Eunomia Tidak Bertanggung).

Kesadaran akan prevalensi sampah laut pada skala global – dan kekhawatiran atas dampaknya – berkembang dengan pesat. Bersamaan dengan itu, masalah sampah laut menjadi lebih parah karena jumlah limbah yang terurai secara lambat semakin menumpuk di lautan. Ada perhatian internasional pada peningkatan pengumpulan limbah dan opsi pengelolaan untuk mengurangi sampah laut. Bagian ini mengidentifikasi dampak penyebab sampah laut, dan praktik terbaik untuk menguranginya.

Dampak-Dampak

Dampak utama yang berkaitan dengan sampah laut meliputi:

Dampak spesies. Ikan, mamalia, dan tumbuhan dapat terdampak langsung oleh sampah laut, baik melalui pengonsumsi bahan, kerusakan fisik karena benda terapung atau tenggelam, atau jebakan (misalnya, dalam jaring yang terlepas).

Kerusakan habitat. Sampah laut dapat membahayakan seluruh habitat atau ekosistem melalui dampak fisik (misalnya, pada terumbu karang) atau melalui efek cascading pada spesies yang berada di dasar rantai makanan.

Dampak ekonomi. Sampah laut dapat merusak infrastruktur laut dan kapal, menurunkan estetika di daerah yang bergantung pada pariwisata (misalnya, pantai), dan membahayakan individu dan bisnis yang bergantung pada kesehatan sumber daya laut.

Praktik Terbaik

Cara paling efektif untuk meminimalkan dampak sampah laut yang berasal dari darat adalah dengan berfokus pada sumbernya, yang meliputi:

Meminimalkan dan mencegah limbah ✓

Cara terbaik untuk mencegah sampah laut adalah dengan menghindari menghasilkan limbah sejak awal. Untuk informasi selengkapnya tentang praktik terbaik untuk meminimal dan pencegahan limbah, lihat bagian [Pencegahan dan Peminimalan](#).

Meningkatkan sistem pengumpulan limbah ✓

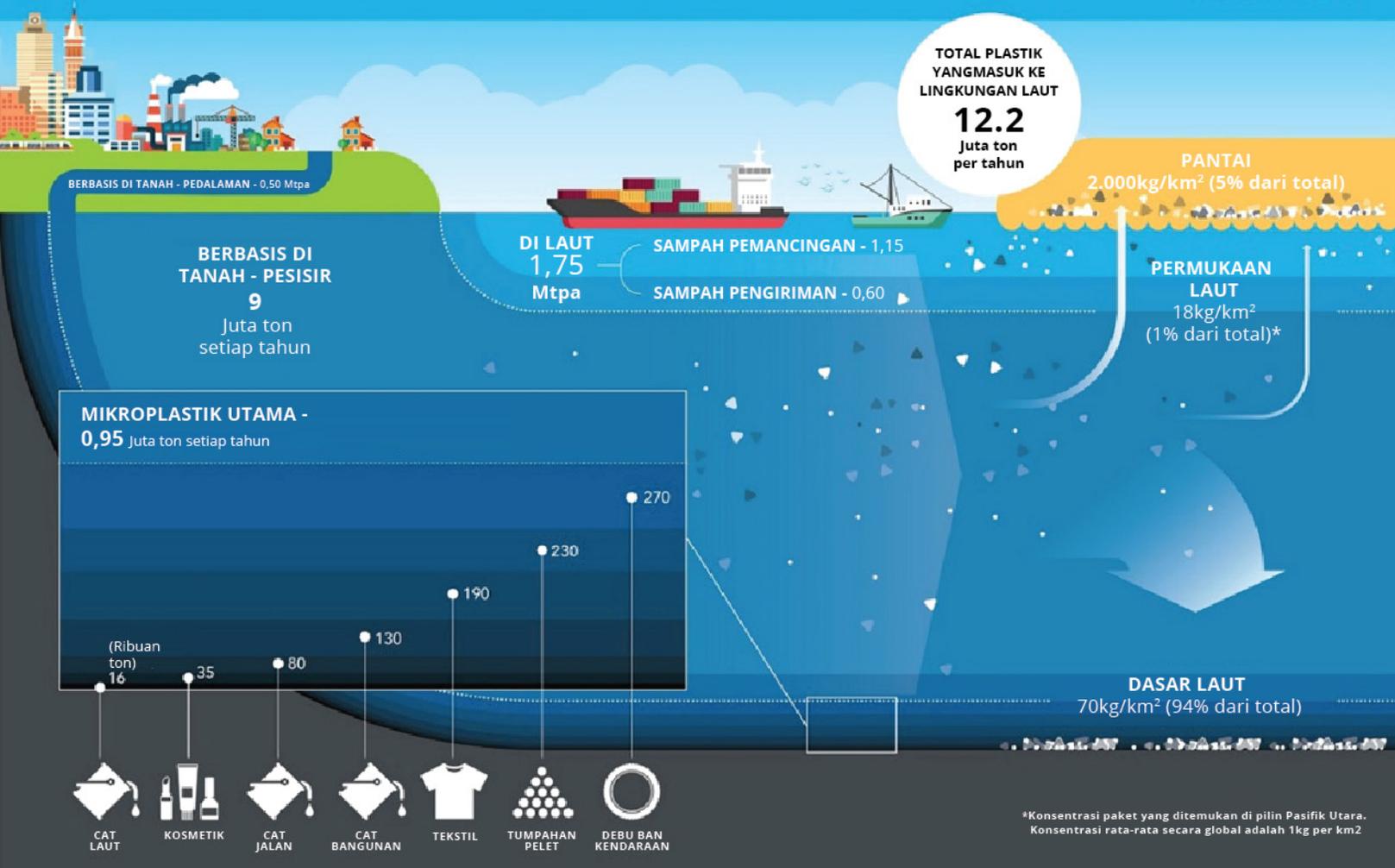
Meningkatkan sistem pengumpulan limbah (misalnya, dengan meningkatkan cakupan dan efisiensi pengumpulan) dapat membantu mengurangi risiko dibuangnya limbah secara tidak semestinya ke saluran air, secara tidak sengaja tersapu ke hilir saat badai, atau dibiarkan masuk ke lautan. Untuk informasi selengkapnya mengenai praktik terbaik untuk pengumpulan limbah, lihat bagian [Pemisahan, Pengumpulan, dan Pemindahan](#). Contoh 9.7 memberikan studi kasus tentang bagaimana Santos, Brasil meningkatkan pengumpulan limbah untuk mengurangi sampah laut.

Memperkuat upaya daur ulang ✓

Dengan mendukung industri daur ulang lokal, kota dapat menciptakan permintaan atas material (terutama plastik, yang menyumbang sebanyak 90 persen dari sampah laut) yang mungkin masuk ke saluran air yang menuju ke laut (Konvensi Basel 2020). Untuk informasi selengkapnya mengenai praktik terbaik untuk daur ulang, lihat bagian [Daur Ulang](#).



PLASTIK DI LINGKUNGAN KELUATAN: DARI MANA ASALNYA? KEMANA PERGINYA?



Sumber: Economia.

Meningkatkan pembuangan limbah **ramah lingkungan** ✓

Jika limbah tidak dapat didaur ulang, limbah tersebut harus dikelola dan dibuang dengan cara yang ramah lingkungan. Penting halnya untuk memiliki opsi pembuangan guna membatasi atau mencegah pembuangan ilegal atau tempat pembuangan terbuka, yang menyebabkan sampah dapat dengan cepat terbawa angin dan berakhir di saluran air dan, pada akhirnya, laut. Untuk informasi selengkapnya tentang meningkatkan pembuangan limbah, lihat bagian [Pengelolaan Tempat Pembuangan Sampah](#) dan [Sanitary Landfill](#).

Meskipun ada kemajuan dalam teknologi pembuangan sampah laut, membersihkan sampah laut tetap merupakan upaya padat karya. Upaya pembersihan juga mahal dan tidak memadai untuk mengatasi masalah sampah laut sepenuhnya. Oleh karena itu, cara terbaik untuk mengatasi sampah laut adalah dengan mencegahnya masuk ke lingkungan lautan.

Sumber Daya Utama untuk Sampah Laut

[Strategi untuk Mengurangi Polusi Plastik Laut dari Sumber Berbasis Daratan di Negara Berpenghasilan Rendah - Menengah](#) (IGES dan UNEP 2020)

[Sumber](#) (NOAA 2019)

[Buku Panduan Kebijakan Plastik: Strategi untuk Lautan Bebas Plastik](#) (Konservasi Laut dan Aliansi Laut Bebas Sampah 2019)

[Berjuang demi Laut Bebas Sampah: Mengakhiri Aliran Sampah pada Sumbernya](#) (Konservasi Laut 2019)

[Kemitraan Global untuk Sampah Laut](#) [UNEP Tidak Bertanggal(a)]

[Plastik Sekali Pakai: Roadmap untuk Keberlanjutan](#) (UNEP 2018b)





Contoh 9.7 STUDI KASUS



Skema Pengumpulan Terpisah Pintu-ke-Pintu Santos, Brasil

Dalam pengelolaan sampah padat, Santos menghadapi masalah seperti penutupan tempat pembuangan, tidak tersedianya lahan untuk tempat pembuangan baru, dan tingkat daur ulang yang rendah. Mengingat lokasi Santos yang dekat dengan garis pantai Brasil, sampah laut juga menjadi perhatian utama.

Untuk mengurangi sampah yang masuk ke laut, Santos mendirikan Lixo Limpo pada tahun 1990, sebuah program untuk mengumpulkan sampah kering yang dapat didaur ulang di sepanjang tepi pantai. Pada tahun 1995, program tersebut diperluas untuk mengumpulkan sampah kering yang dapat didaur ulang dari seluruh wilayah. Untuk mengurangi sampah laut lebih banyak, Santos mendirikan "Recicla Santos," yang dikodifikasi menjadi undang-undang pada tahun 2016. Program ini memberlakukan denda kepada pihak yang tidak patuh, menerapkan kewajiban pemilahan sumber menjadi sampah basah dan kering untuk meningkatkan pengumpulan. Skema pengumpulan terpisah dari pintu ke pintu ini telah mengumpulkan 4.500 metrik ton bahan kering yang dapat didaur ulang antara tahun 2017 dan 2018.

Komponen utama dalam skema pengumpulan terpisah adalah peraturan yang terpisah untuk penghasil sampah kecil dan besar. Penghasil sampah kecil (misalnya, rumah tangga dan usaha kecil) harus memilah sampah kering dan basah, yang dikumpulkan oleh layanan pengumpulan sampah dari pintu ke pintu. Penghasil sampah besar (misalnya, yang menghasilkan hingga 120 kilogram atau 200 liter per hari) juga harus memilah sampah mereka. Namun, mereka bertanggung jawab untuk mengontrak pengumpulan, pengangkutan, dan pembuangan akhir sampah dari penyedia swasta. Pemerintah kota akan mengumpulkan sampah kering mereka dengan otorisasi sebelumnya.

Kemitraan Santos dengan institusi setempat untuk mengedukasi anggota masyarakat tentang pengumpulan dan pemisahan juga telah berhasil.

Selain skema pengumpulan dari pintu ke pintu dengan pemisahan sumber, Santos juga menerapkan "Cata treco", sebuah program untuk mengumpulkan sampah konstruksi dan pembongkaran secara masal sesuai permintaan untuk menghindari pembuangan yang tidak memadai. Kota tersebut memperkirakan bahwa program ini telah mengumpulkan 36.646 metrik ton sampah pada tahun 2017. "Cata treco" adalah bagian dari kemitraan yang beroperasi di luar pasar kota dan melatih penduduk untuk menggunakan kayu dari furnitur bekas. Program ini telah menggunakan kembali sekitar 3 metrik ton kayu yang akan dibuang ke tempat pembuangan.

Untuk mempelajari selengkapnya tentang aktivitas ini, lihat ***Santos: Setting the Scene of the Local Waste Management System*** (ABRELPE Tidak Bertanggal).



Halaman ini sengaja dikosongkan.

10 PENGELOLAAN LIMBAH ORGANIK





Referensi Utama

-  [Municipal Solid Waste Knowledge Platform](#) [CCAC Tidak Bertanggung(a)]
-  [U.S. EPA Anaerobic Digestion Web Site](#) (U.S. EPA 2020a)
-  [Biogas Sector Tools and Resources](#) (GMI 2020)
-  [Technical Guidance on the Operation of Organic Waste Management Treatment Plants](#) (CCAC dan ISWA 2016b)
-  [Sustainable Financing and Policy Models for Municipal Composting](#) (World Bank 2016)
-  [Toward Sustainable Municipal Organic Waste Management in South Asia](#) (ADB and the Australian Government Aid Program 2011)
-  [Global Food Waste Management: An Implementation Guide for Cities](#) (Jain et al. 2018)
-  [Reducing Food Loss and Waste: Setting a Global Action Agenda](#) (Flanagan et al. 2019)
-  [Anaerobic Digester \(AD\) Project Screening Tool](#) (CCAC 2018a)
-  [OrganEcs –Cost Estimating Tool for Managing Source-Separated Organic Waste](#) (U.S. EPA 2016c)

Bagian 10

Pengelolaan Sampah Organik

Sampah organik menyumbang lebih dari setengah aliran sampah padat di banyak negara berpenghasilan rendah (Kaza et al. 2018). Banyak kota mengetahui bahwa mengalihkan sampah organik dari tempat pembuangan dapat memberikan manfaat kesehatan, ekonomi, dan lingkungan yang cukup besar. Strategi pengelolaan sampah organik seperti pengomposan dan penguraian anaerobik (AD), yang melibatkan proses alami untuk mengubah kandungan organik menjadi biogas, adalah pilihan yang memungkinkan di sebagian besar lokasi, tetapi memerlukan perencanaan dan implementasi yang cermat.

Bagian ini memberikan gambaran umum tentang manfaat mengalihkan sampah organik dari tempat pembuangan sampah dan tempat pembuangan akhir, serta praktik terbaik untuk pengelolaan sampah organik (termasuk pengomposan dan AD).

Apa itu sampah Organik?

Sampah organik pada aliran sampah padat umumnya dibagi menjadi dua kategori:

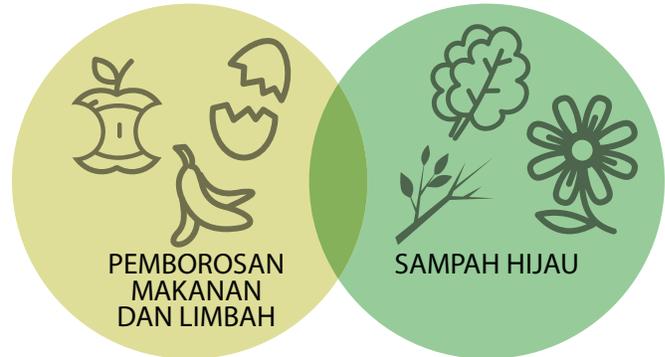
- **Pembuangan dan Limbah Makanan.** Limbah makanan termasuk produk yang tidak terpakai dari sumber prakonsumsi (misalnya, pasar dan restoran) dan sisa makanan setelah dikonsumsi. Pembuangan makanan termasuk produk yang tidak digunakan dari sektor pertanian (misalnya, tanaman yang tidak dipanen).
- **Sampah hijau.** Sampah hijau termasuk sampah dari kebun, lanskap, dan pemangkasan pohon.

Kenapa berfokus kepada Sampah Organik?

Dalam kebanyakan kasus, sampah organik dikumpulkan dan dibuang di tempat pembuangan sampah atau tempat pembuangan akhir. Praktik ini mengkhawatirkan karena beberapa alasan:

- **Biaya pengumpulan, pengangkutan, dan pembuangan.** Sampah organik umumnya sangat padat dan memiliki kadar air yang tinggi. Pengangkutan sampah organik dalam jumlah besar dari titik penghasil sampah ke pembuangan

Contoh 10.1. Apa itu sampah organik?



berkontribusi pada tingkat konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi serta biaya yang lebih tinggi di lokasi pembuangan.

- **Hilangnya nutrisi.** Sampah organik merupakan sumber kaya nutrisi yang dapat digunakan untuk menyuburkan hutan kota dan lahan pertanian.
- **Dampak terhadap lokasi pembuangan.** Pengelolaan lindi dan gas serta peralihan struktural dari dekomposisi organik adalah beberapa kegiatan yang paling memakan biaya di lokasi pembuangan. Selain itu, membuang sampah organik dalam jumlah besar di tempat pembuangan sampah akan mengurangi masa pakai fasilitas tersebut.
- **Dampak lingkungan terhadap kualitas udara setempat dan perubahan iklim.** Ketika sampah organik terurai, hal ini berkontribusi terhadap polusi udara, air, dan tanah. Misalnya, ketika sampah organik terurai dalam kondisi anaerobik, sampah ini akan menghasilkan gas metana. Metana adalah polutan iklim berumur pendek dan prekursor ozon di permukaan tanah, sebuah polutan udara. Pelepasan metana di tempat pembuangan sampah dapat menyebabkan kebakaran, yang mengakibatkan polusi udara setempat dan emisi karbon hitam yang berkontribusi terhadap perubahan iklim. Lindi menyebabkan polusi air dan tanah. Terakhir, sampah organik yang membusuk juga menyebabkan masalah terkait bau.

Dengan mempertimbangkan dampak-dampak ini, banyak kota mengadopsi kebijakan dan program untuk mengalihkan sampah organik dan menggunakannya





INTI MASALAH



Pengumpulan Sumber Terpisah Chili, San Juana

Informasi lebih lanjut tersedia di [situs web Reciclo Orgánicos](#) (Reciclo Orgánicos 2020).

Kotamadya Santa Juana adalah kotamadya pertama di Chili yang memiliki cakupan 100 persen atas koleksi sumber terpisah. Kota ini memiliki fasilitas pengomposan dan daur ulang dengan kapasitas untuk mengolah semua sumber sampah yang telah dipisah dari rumah tangga.

Setelah tahun pertama beroperasi, jumlah sampah kota yang dibuang ke pembuangan akhir (jarak 100 kilometer) telah berkurang 30 persen, sehingga menghemat biaya bahan bakar dan biaya tip yang cukup besar.

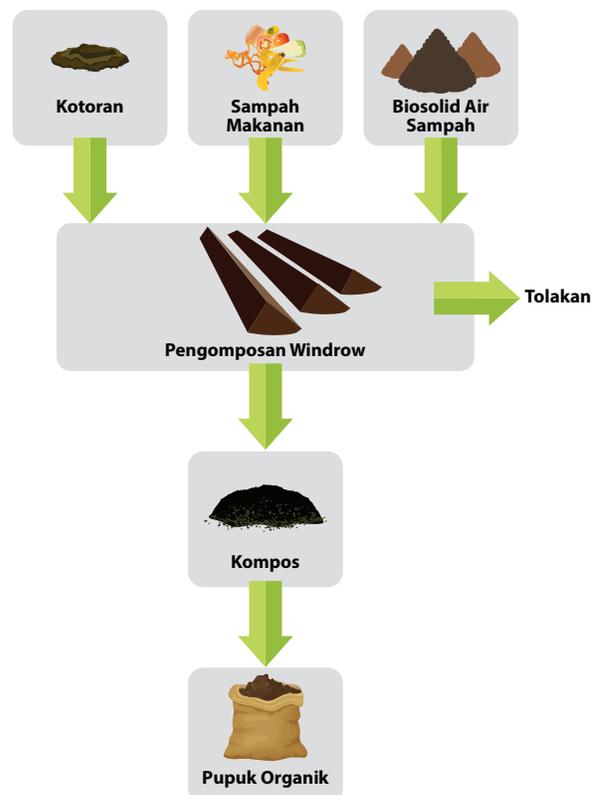
sebagai sumber daya. Jika dipisahkan dengan benar, sampah organik dapat dikomposkan atau diproses dalam digester anaerobik untuk menghasilkan produk berharga (misalnya, kompos, biogas, digestasi) yang dapat digunakan atau dijual oleh kota.

Opsi Pengelolaan

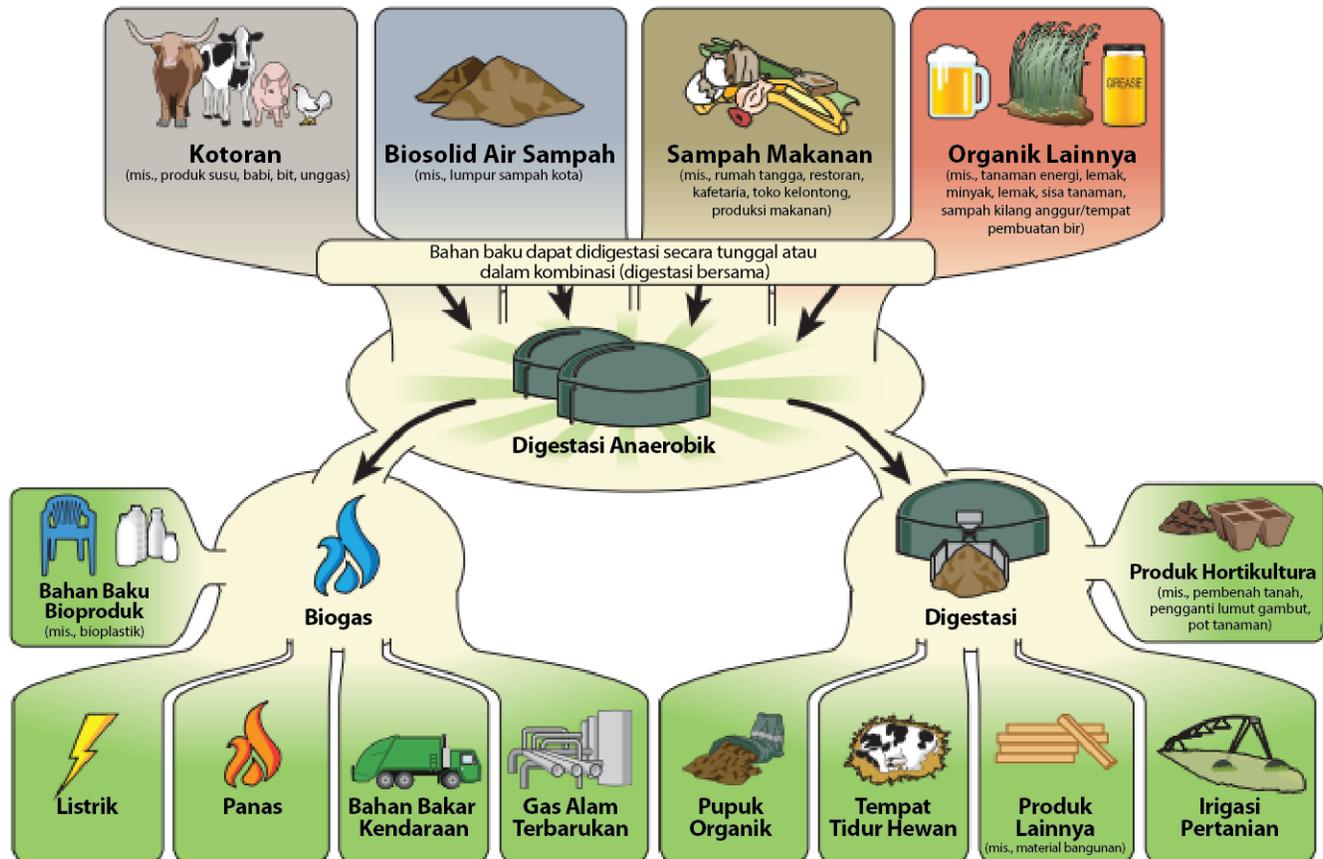
Pilihan pengolahan sampah organik umumnya dibagi menjadi dua kategori: pengomposan dan AD.

- **Pengomposan** Pengomposan adalah dekomposisi terkendali bahan organik dengan adanya bantuan oksigen. Pengomposan membutuhkan tiga langkah umum: (1) menggabungkan jenis sampah organik, seperti sisa makanan, sisa sampah pekarangan, dan kotoran hewan; (2) menambahkan serpihan kayu, sobekan kertas, atau bulking agent lainnya untuk mempercepat penguraian sampah organik; dan (3) membiarkan kompos menjadi stabil dan matang melalui proses pengawetan (U.S. EPA 2015).
- **AD** melibatkan pemecahan bahan organik oleh mikroorganisme tanpa adanya bantuan udara. Produk dari proses AD adalah termasuk biogas, sumber energi yang sebagian besar terdiri dari metana dan karbon dioksida, serta digestasi. Digestasi adalah bahan yang tersisa setelah bahan organik diuraikan secara anaerobik. Digestasi kaya akan nutrisi dan dapat digunakan sebagai pupuk untuk pertanian.

Contoh 10.2. Ilustrasi Sistem Pengomposan



Contoh 10.3. Ilustrasi Sistem AD, Menampilkan Bahan Baku dan Produk Sampingan (U.S. EPA 2018a).



Contoh 10.2 mengilustrasikan cara sampah organik dapat diubah menjadi pupuk organik melalui pengomposan dan Contoh 10.3 mengilustrasikan cara AD mengubah bahan baku organik menjadi biogas dan digestasi yang dapat digunakan untuk berbagai hal. Desain digester anaerobik bervariasi berdasarkan suhu operasi dan jenis bahan baku yang digunakan (U.S. EPA 2018a).

Sumber daya utama di awal bagian ini memberikan penjelasan mendetail tentang teknologi dan praktik terbaik dalam merancang dan mengoperasikan fasilitas. Misalnya, World Biogas Association dan C40 Cities membuat *An Implementation Guide for Cities* untuk pengelolaan sampah makanan (WBA/C40 2018). Panduan ini memberikan proses langkah demi langkah dalam mengevaluasi dan memilih fasilitas pengolahan sampah organik.

Manfaat Tidak Langsung Teknologi Pengolahan

Selain manfaat umum dari mengalihkan sampah organik dari tempat pembuangan sampah, pengomposan dan AD dapat menghasilkan berbagai manfaat bagi lingkungan dan ekonomi. Misalnya,

penggunaan kompos akan memperkaya tanah, membantu mempertahankan kelembapan, menekan penyakit dan hama tanaman, dan mengurangi kebutuhan akan pupuk kimia. AD akan meminimalkan bau, mengurangi patogen dan sampah padat, serta menghasilkan gas dan bahan yang diurai (basah dan kering) yang dapat digunakan untuk berbagai hal (U.S. EPA 2016b). Biogas yang dihasilkan oleh AD dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar terbarukan untuk memasak, memanaskan, mendinginkan, transportasi, dan listrik. Sisa bahan yang telah diurai dari AD dapat digunakan sebagai memperbaiki kondisi tanah atau pupuk.

Skala Proyek

Sampah organik dapat diolah secara terpusat atau tidak terpusat, tergantung pada kondisi dan kebutuhan setempat. Model terpusat melibatkan fasilitas yang besar karena sampah diangkut dari berbagai lokasi di kota atau wilayah. Misalnya, beberapa kota di India memiliki fasilitas pengomposan besar di dekat lokasi pembuangan mereka saat ini (misalnya, Delhi Selatan, Coimbatore, Pune), dan Kota Talca sedang membangun



INTI MASALAH



Peraturan Pengelolaan Sampah Padat India

Untuk informasi lebih lanjut, tinjau [Aturan Pengelolaan Sampah Padat Pemerintah India 2016](#) (Pemerintah India 2016).

Aturan Pengelolaan Sampah Padat 2016 yang komprehensif di India mengharuskan semua penghasil sampah, mulai dari pedagang kaki lima hingga bangunan komersial besar, memisahkan sampah mereka menjadi tiga kategori: biodegradable, non-biodegradable, dan sampah berbahaya rumah tangga. Intinya, sampah yang tidak dipilah tidak akan dikumpulkan.

fasilitas kompos terbesar di Chile, di tempat pembuangan akhir mereka.

Model tidak terpusat akan mengutamakan pada pemrosesan dan pengolahan sampah di dekat tempat di mana sampah dihasilkan. Misalnya, kota dapat mendukung penduduk dan bisnis dalam mengatur proyek pengomposan skala rumah tangga (misalnya, dengan memberikan panduan cara membangun tempat sampah kompos kecil). Kota juga dapat membangun fasilitas berskala kecil yang menerima sampah organik dari rumah tangga dan bisnis dalam jumlah terbatas untuk dijadikan kompos atau diolah dengan sistem AD.

Banyak kota yang bergerak menuju sistem pengolahan sampah organik yang tidak terpusat. Model tidak terpusat memiliki banyak manfaat, termasuk lebih sedikit bahan bakar yang dibutuhkan karena berkurangnya pengangkutan sampah organik berat dan peningkatan fleksibilitas jika bagian dari sistem rusak. Dalam model tidak terpusat ada beberapa pengomposan kecil atau fasilitas AD; dan jika satu atau lebih dari fasilitas tersebut tidak beroperasi, sampah dapat dialihkan ke fasilitas lain di sekitarnya dengan mudah. Dalam sistem terpusat dengan fasilitas yang besar, penutupan dapat menyebabkan penumpukan sampah. Terlepas dari terpusat atau tidak terpusat, penting bagi setiap pabrik untuk memiliki rencana darurat jika terjadi kerusakan.

Dalam banyak kasus, kota akan mendapat manfaat dari pendirian proyek percontohan skala kecil yang berfokus pada pengumpulan sampah organik dari sumber, yang memiliki risiko kontaminasi dari komponen sampah

anorganik rendah. Misalnya, proyek pengolahan sampah organik biasanya dimulai dengan berfokus pada sampah organik yang dikumpulkan dari pasar hasil bumi, dapur skala komersial, atau lokasi lain yang memiliki sampah organik dalam jumlah besar yang tidak terkontaminasi dengan sampah lain.

Praktik Terbaik

Bagian ini menjelaskan beberapa praktik terbaik untuk mengelola sampah organik, termasuk mengumpulkan dan menganalisis data tentang sampah organik, mengevaluasi pilihan kebijakan dan program untuk memisahkan sampah organik dari aliran sampah padat umum, menganalisis pilihan untuk mengolah sampah organik yang dipisahkan, dan mengembangkan proyek pengelolaan sampah organik.

Perencanaan Strategi

Bagian [Sistem Perencanaan](#) membahas langkah-langkah utama dalam merencanakan dan mengevaluasi sistem sampah. Sebagai bagian dari sistem pengelolaan sampah padat, kota dapat menetapkan rencana atau program pengelolaan sampah organik formal. Meskipun ada biaya di muka untuk membuat program pengalihan sampah organik, kota berpotensi mengurangi biaya pengumpulan dan pengangkutan sampah untuk dibuang (misalnya, dengan mengolah sampah secara organik di fasilitas tidak terpusat dan tidak mengangkutnya dengan jarak jauh ke tempat pembuangan akhir di luar kota). Sebagai manfaat tambahan, kota berpotensi untuk menghasilkan pendapatan dari produk pengolahan sampah organik (misalnya kompos, biogas). Langkah-langkah untuk memberlakukan pengelolaan sampah organik antara lain:





INTI MASALAH



Strategi Pengelolaan Sampah Organik São Paulo, Brasil

Untuk lebih banyak informasi, tinjau *Strategy for Organic Waste Diversion – Collection, Treatment, Recycling and Their Challenges and Opportunities for the City of Sao Paulo, Brazil* (CCAC dan ISWA 2016a).

Kota São Paulo mengembangkan strategi pengelolaan sampah organik pada tahun 2016 untuk melengkapi rencana pengelolaan sampah terpadu yang sudah ada dan berdasarkan pada empat pilar: pengumpulan dan pengangkutan sampah organik secara terpisah, pengolahan sampah organik skala kecil, komunikasi dengan pemangku kepentingan, dan penciptaan instrumen ekonomi untuk memotivasi berbagai pelaku. Strategi ini disesuaikan dengan praktik dan kebutuhan pengelolaan sampah kota tersebut, dan memberikan pendekatan yang mendetail untuk membangun program pengelolaan sampah organik secara sistematis dari bawah ke atas.

- 1. Memahami aliran sampah.** Pengalihan sampah organik perlu didasarkan pada jenis sampah yang dihasilkan dan sumber sampah. Maka, rancangan program pengalihan harus bergantung pada hasil karakterisasi sampah, seperti yang dijelaskan pada bagian [Karakterisasi Sampah](#).
- 2. Menerapkan kebijakan pendukung.** Kebijakan setempat, seperti aturan pemisahan wajib, dapat membantu mendorong upaya pengalihan organik. Untuk informasi selengkapnya tentang kebijakan yang telah diberlakukan kota dalam mempromosikan pemisahan aliran sampah, lihat bagian [Penilaian Opsi Pemisahan](#) di bawah ini.
- 3. Memahami opsi teknologi.** Opsi pengolahan akan tergantung pada jenis sampah yang dihasilkan dan kondisi setempat lainnya.
- 4. Melibatkan pemangku kepentingan.** Komunikasi dan penjangkauan merupakan komponen penting dalam program pengalihan sampah organik yang efektif, karena dapat mendorong tingkat pengalihan. Untuk informasi selengkapnya tentang strategi pelibatan pemangku kepentingan, lihat bagian [Keterlibatan Pemangku Kepentingan](#).
- 5. Memastikan kualitas.** Produk yang dihasilkan, termasuk kompos dan digestasi dari pengolahan sampah organik, harus berkualitas tinggi agar tidak mencemari lahan tempat produk ini digunakan.

- 6. Menjamin keamanan.** Ada bermacam-macam bahaya di pabrik pengolahan, termasuk mekanis, ledakan, dan kebakaran.

Pengumpulan dan Analisis Data

Memahami jumlah, jenis, dan sumber sampah organik dalam aliran sampah sangat penting untuk mengidentifikasi dan memilih kebijakan serta teknologi yang efektif untuk mengalihkan, mengolah, dan menggunakan sampah tersebut sebagai sumber daya.

Bagian [Karakterisasi Sampah](#) menampilkan praktik terbaik dalam melakukan penelitian karakterisasi sampah guna memetakan jumlah, jenis, dan sumber sampah secara umum. Penelitian ini dapat memberikan informasi yang berguna untuk mengidentifikasi opsi pengelolaan sampah organik yang potensial. Selain itu, kota dapat melakukan analisis sampah organik yang lebih mendetail untuk merencanakan dan merancang strategi pengalihan yang lebih luas, serta proyek pengelolaan sampah organik individual dengan lebih baik. Sebagai contoh, banyak kota telah melakukan analisis untuk mengidentifikasi bisnis, institusi, dan fasilitas yang menghasilkan sampah organik dalam jumlah besar. Sumber-sumber ini sering kali menjadi yang pertama ditargetkan oleh kota-kota untuk proyek percontohan pengelolaan sampah organik. Menempatkan fasilitas kompos atau AD di dekat penghasil besar ini dapat mengurangi biaya pengangkutan sampah.



Penilaian Opsi Pemisahan

Setelah mengumpulkan data tentang sumber sampah organik, kota harus menentukan cara yang paling tepat untuk mendorong atau mewajibkan penduduk, bisnis, dan institusi untuk memisahkan bahan organik dari aliran sampah umum. Memisahkan kelompok organik dan anorganik dari aliran sampah akan meminimalkan risiko kontaminasi dalam kompos; kompos yang terkontaminasi sangat sulit untuk dijual dan tidak disarankan untuk digunakan. Memisahkan sampah organik dari sampah anorganik juga penting bagi proyek AD, karena bahan baku organik yang bersih dapat membantu memastikan efisiensi digester yang optimal.

Strategi pemisahan sering kali mencakup:

- **Mandat pemisahan.** Banyak kota membutuhkan segmen populasi tertentu untuk memisahkan kelompok organik dari sampah mereka. Mandat ini dapat diterapkan kepada semua penghasil sampah atau ditargetkan pada jenis entitas tertentu (misalnya, penghasil sampah organik skala besar; proyek pengembangan perumahan baru yang besar). Bagian [Pemisahan, Pengumpulan, dan Pengangkutan](#) memberikan detail lebih lengkap tentang mandat pemisahan dan cara penerapannya melalui program pengumpulan sampah terpisah.
- **Larangan atau biaya untuk pembuangan sampah organik.** Beberapa kota telah menerapkan hukuman dan insentif ekonomi, termasuk larangan pembuangan sampah organik pada masa mendatang di tempat pembuangan sampah dan tempat pembuangan akhir, peningkatan biaya tip untuk sampah organik guna mendorong bisnis dan perusahaan pengumpul untuk mengalihkan bahan-bahan ini untuk pengolahan, serta mengurangi biaya pengumpulan bagi rumah tangga yang memilah sampah dengan tepat.
- **Target pengalihan sampah organik.** Serupa dengan larangan pembuangan sampah organik, beberapa kota menggunakan target pengalihan (misalnya, mengurangi jumlah pembuangan sampah organik pada tahun tertentu) untuk membantu memandu pengambilan keputusan tentang program dan proyek pengelolaan sampah padat.
- **Program sukarela.** Kota dapat membuat program insentif atau tantangan untuk mendorong penduduk, bisnis, sekolah, dan peserta lain untuk memilah sampah mereka.

Pilihan Teknologi Pengolahan

Saat memilih teknologi untuk mengolah sampah organik yang telah dipisahkan, umumnya kota akan mempertimbangkan berbagai faktor teknis dan keuangan, yaitu:

- **Pertimbangan teknis** meliputi jumlah, jenis, dan sumber sampah organik yang akan diolah; ukuran dan kapasitas operasi dari fasilitas pengolahan potensial; jumlah produk akhir (misalnya, kompos atau biogas) yang akan dijual atau digunakan; dan standar atau sertifikasi yang relevan yang diperlukan untuk produk tersebut.
- **Pertimbangan keuangan** termasuk biaya modal yang terkait dengan pembangunan fasilitas, biaya operasi untuk pemeliharaan, pendapatan dari penjualan produk, dan rencana pemasaran untuk menjual produk kepada target pembeli. Kota dapat menggunakan alat seperti [model OrganEcs](#) (U.S. EPA 2015c) yang dikembangkan oleh CCAC Municipal Solid Waste Initiative untuk memperkirakan biaya proyek pengomposan atau AD dalam mengolah sampah organik.

Kota-kota sering kali melakukan studi kelayakan untuk menganalisis faktor-faktor tersebut, mengidentifikasi tantangan potensial (lihat Contoh 10.4), dan menentukan apakah dan bagaimana sebuah proyek harus dikembangkan. Studi yang dipersiapkan dengan baik (misalnya, dengan data berkualitas tinggi dan

Pertanyaan untuk Pengambil Keputusan

- Di mana penghasil sampah organik berskala besar berada dan apa jenis sampah yang dihasilkan, dan apakah akan ada bahan baku berkelanjutan untuk fasilitas pengolahan?
- Strategi pemisahan apa yang paling masuk akal, mengingat tujuan pengalihan sampah organik kota yang ditunjukkan?
- Infrastruktur dan dukungan apa yang akan dibutuhkan oleh entitas yang terdampak dari kota untuk memastikan bahwa pemisahan sampah organik berhasil?
- Bagaimana pasar untuk produk hasil pengolahan, termasuk kompos, biogas, dan digestasi?





INTI MASALAH



Pengomposan di Dhaka, Bangladesh

Untuk informasi selengkapnya, tinjau ***C40 Good Practice Guides: Dhaka – Composting Project*** (C40 Cities 2016a).

Waste Concern, sebuah organisasi nonpemerintah yang berbasis di Dhaka, telah mengoperasikan berbagai proyek pengomposan di Bangladesh sejak 1995. Awalnya, organisasi ini kesulitan untuk menjual kompos yang mereka hasilkan, terutama karena persaingan yang kuat dari perusahaan pupuk kimia. Untuk mengatasi tantangannya, organisasi ini bekerja untuk memastikan bahwa kompos mereka memenuhi standar kualitas tertinggi dan kini menjualnya ke perusahaan pupuk, yang kemudian menjualnya kembali kepada petani sebagai pembenah tanah untuk melengkapi pupuk kimia.

dokumentasi asumsi yang cermat) dapat membantu kota dalam mendapatkan dukungan dari lembaga keuangan dan mitra sektor swasta.

Beberapa alat tersedia untuk membantu kota dalam melaksanakan penilaian kelayakan teknis dan finansial dari proyek pengelolaan sampah organik. Organisasi seperti CCAC Municipal Solid Waste Initiative dan Global Methane Initiative menawarkan paket alat tersebut, seperti [Municipal Solid Waste Knowledge Platform: Alat](#) [CCAC Undated(b)] dan [Alat dan Sumber Daya](#) [GMI Tidak Bertanggal(a)] untuk proyek biogas.

Pertanyaan untuk Pengambil Keputusan

- Berapa ukuran proyek yang paling masuk akal, dengan mempertimbangkan permintaan lokal atas produk dan ketersediaan bahan baku?
- Teknologi apa yang paling masuk akal, mengingat kebutuhan tertentu dan kemampuan kota?
- Bagaimana kota akan memastikan aliran bahan baku yang berkualitas?
- Bagaimana kota akan memastikan operasi dan pemeliharaan fasilitas dengan kapasitas penuh yang efektif?
- Proses dan prosedur apa yang akan dilakukan kota untuk memastikan bahwa kompos memenuhi standar kualitas, atau sistem AD menghasilkan biogas dan digestasi berkualitas tinggi dalam jumlah optimal?
- Bagaimana kota akan memasarkan produk (misalnya, kompos dan biogas) kepada pengguna akhir yang potensial?



Contoh 10.4. Tantangan Pengolahan Sampah Organik Umum dan Solusi Potensial



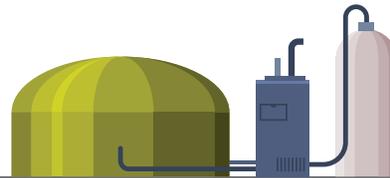
Pengomposan dan Digestasi Anaerobik (AD)

Tantangan	Solusi Potensial
Bahaya operasi dan risiko pekerjaan	Memberikan sistem dan pelatihan untuk penjaminan kualitas
Modal besar dan biaya operasional	Mempertimbangkan mekanisme pemulihan biaya, termasuk membebankan biaya pengumpulan yang khusus untuk sampah organik Menghindari biaya modal yang berlebihan dengan menggunakan fasilitas pengomposan kecil yang tidak terpusat pada skala lingkungan rumah tangga



Pengomposan

Tantangan	Solusi Potensial
Permintaan kompos yang terbatas dari pengguna akhir	Menjual kompos kepada perusahaan pupuk yang dapat memasarkan kompos dengan produk lainnya Menggunakan kompos di lahan publik untuk proyek pembuatan lanskap, pembenahan tanah, atau pengendalian erosi Melakukan sosialisasi kepada petani setempat yang dapat menggunakan kompos
Kompos kualitas rendah/kontaminasi	Bekerja dengan pemerintah nasional untuk menciptakan lingkungan yang mendukung, yang meningkatkan permintaan kompos (mis., mengadopsi standar kualitas, mewajibkan perusahaan pupuk membeli dan memasarkan persentase tertentu dari kompos tersebut) Mengamankan bahan baku dari lokasi yang menghasilkan aliran sampah organik murni yang mudah dipisahkan (misalnya, pasar produksi) Berkomunikasi terus-menerus dengan pemangku kepentingan tentang jenis sampah organik yang dapat diterima (lihat Contoh 10.5) Mengikuti pedoman teknis yang ditetapkan untuk memelihara kondisi operasi yang optimal Memberikan peluang pelatihan yang menyeluruh dan berkelanjutan kepada staf fasilitas



AD

Tantangan	Solusi Potensial
Produksi biogas rendah/tidak konsisten	Memastikan campuran bahan baku yang optimal untuk memaksimalkan potensi hasil biogas (mis., menggunakan <i>AD Project Screening Tool</i> (CCAC 2018a))
Kerusakan sistem	Mengamankan bahan baku dari lokasi yang menghasilkan aliran sampah organik murni yang mudah dipisahkan (misalnya, pasar produksi) Mengikuti pedoman teknis yang ditetapkan untuk memelihara kondisi operasi yang optimal Memberikan peluang pelatihan yang menyeluruh dan berkelanjutan kepada staf fasilitas



CONTOH 10.5 STUDI KASUS



Kredit: Gobierno de Chile

Memisahkan dan Mendaur Ulang Sampah Organik di La Pintana, Chili

La Pintana melakukan penelitian karakterisasi sampah dan menetapkan bahwa sampah sayuran menyumbang porsi terbesar dari aliran sampah kota mereka. Untuk mengelola sampah ini dengan tepat, pemerintah memutuskan untuk memulai program pengomposan yang dibangun di atas infrastruktur yang ada dan sumber daya setempat lainnya. Penduduk La Pintana menerima tempat sampah 35 liter, dan lulusan perguruan tinggi setempat di bidang lingkungan melakukan kampanye penjangkauan dari pintu ke pintu untuk mengajari penduduk mengenai pentingnya memisahkan sampah sayuran. Sistem untuk mengumpulkan sampah terpisah dibangun pada rute yang ada, dan tidak menambah jumlah truk atau biaya pengumpulan sampah. Sampah sayuran yang dikumpulkan diangkut ke pabrik pengolahan untuk dikomposkan. Pabrik tersebut mencakup area kompos yang dapat memproses sekitar 18 metrik ton sampah per hari dan area vermikultur yang dapat mengolah tambahan 18 hingga 20 metrik ton sampah per hari (Allen 2012).

Sekitar 35 metrik ton limbah sayuran dikumpulkan setiap hari dari rumah tangga dan pasar jalanan di La Pintana. Sampah yang dialihkan dari pembuangan akhir telah menghemat biaya transportasi dan pembuangan kota sekitar 700 dolar AS per hari. Selain itu, kompos yang diproduksi oleh vermikultur dapat dijual seharga 40 dolar AS per kilogram (OECD LEED Programme 2014). Sistem baru ini beroperasi dengan biaya harian yang lebih rendah daripada yang sebelumnya (ketika semua sampah ditimbun), menghemat uang La Pintana, sekaligus memberikan manfaat bagi sosial dan lingkungan.

Untuk mempelajari selengkapnya tentang kegiatan pengomposan La Pintana, tinjau *Chile's Pathway to Green Growth: Measuring Progress at Local Level* (OECD LEED Programme 2014) dan *La Pintana, Chile: Prioritizing the Recovery of Vegetable Waste* (Allen 2012).



Halaman ini sengaja dikosongkan.

11 DAUR ULANG





Referensi Utama



[What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050](#) (Kaza et al. 2018)



[Overview of Legal Framework for Inclusion of Informal Recyclers in Brazil](#) (Dias 2011)



[Recycling and Disposal of Municipal Solid Waste in Low and Middle-Income Countries](#) (UN-Habitat 2011)



[A New Circular Vision for Electronics](#) (WEF 2019)



[ISO Standards for Recycling](#) (ISO 2020)



[Materials Recovery Facility Toolkit](#) (ADB 2013)



Bagian 11

Daur Ulang

Meskipun sampah yang dapat didaur ulang hanya mencakup 16 persen sampah padat yang dihasilkan di negara-negara berpenghasilan rendah, jumlah sampah yang dihasilkan dan fraksi sampah yang dapat didaur ulang umumnya meningkat seiring dengan membaiknya perekonomian (Kaza et al. 2018). Dengan mengumpulkan dan memisahkan bahan ini dari aliran sampah, banyak kota telah melestarikan ruang pembuangan akhir, mendapatkan penghasilan, dan menyediakan lapangan kerja bagi penduduk. Daur ulang tidak hanya menghemat uang kota, tetapi juga membantu lingkungan dengan mengurangi energi dan sumber daya alam yang dibutuhkan untuk menciptakan produk baru, dan membantu mencegah aliran sampah masuk ke perairan.

Bagian ini memberikan informasi tentang manfaat daur ulang, jenis bahan daur ulang paling umum, tantangan dalam mengoperasikan program daur ulang yang berhasil, dan praktik terbaik dalam merencanakan dan menerapkan program daur ulang.

Apa Itu Daur Ulang?

Daur ulang mengacu pada pengumpulan dan pemrosesan bahan yang seharusnya dibuang sebagai sampah dan mengubahnya menjadi produk baru. Kota dapat memperoleh manfaat dari program daur ulang dengan cara berikut:

- **Mengurangi biaya pembuangan sampah.** Daur ulang akan mengurangi jumlah sampah yang dikirim ke tempat pembuangan akhir, hal ini akan memperpanjang masa pakai fasilitas tersebut; serta mengurangi biaya penempatan, pembangunan, dan pengoperasian fasilitas baru.
- **Mengurangi dampak lingkungan.** Di banyak negara berkembang, sampah yang tidak terkumpul dibakar di tempat terbuka untuk mengurangi volume. Mengurangi jumlah bahan daur ulang

yang dibakar secara terbuka akan meningkatkan kualitas udara dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Selain itu, bertambahnya tingkat daur ulang akan membantu mencegah sampah berubah menjadi sampah laut, terutama di daerah pesisir.

- **Mengurangi penggunaan bahan murni.** Memperlambat ekstraksi bahan mentah murni akan melestarikan sumber daya alam seperti kayu, air, dan mineral, seraya meningkatkan keamanan ekonomi dengan menggunakan sumber daya bahan yang tersedia di dalam negeri.
- **Menguatkan pertumbuhan ekonomi dan ekuitas sosial.** Daur ulang akan menciptakan lapangan kerja dan menawarkan sumber pendapatan kepada penduduk setempat. Program daur ulang formal yang didukung oleh beberapa kota telah menjadi cara bagi pekerja sektor informal untuk dapat bergabung menjadi staf pengelolaan sampah padat formal, meningkatkan kesehatan, keamanan, dan kondisi kerja mereka.

Meskipun ada banyak barang yang dapat didaur ulang, yang paling umum adalah meliputi:

- **Kertas.** Kertas dapat didaur ulang untuk menghasilkan lebih banyak kertas dan produk berbahan kertas. Selain itu, serat dari kertas daur ulang dapat diubah menjadi produk lain yang dapat dipasarkan, seperti pita, perban, atau insulasi. Namun, kertas tidak dapat didaur ulang terus-menerus karena seratnya memendek setiap kali digunakan.
- **Aluminium.** Aluminium adalah bahan yang ideal karena dapat didaur ulang berkali-kali tanpa kehilangan kualitasnya, dan biasanya memiliki nilai ekonomi yang lebih tinggi. Memproduksi aluminium daur ulang akan menghemat lebih dari 90 persen energi yang terkait dengan pembuatan aluminium baru (Aluminium Association 2019).



- **Logam.** Kaleng baja adalah baja rumah tangga yang paling umum didaur ulang; akan tetapi, semua jenis baja bekas dapat didaur ulang. Baja mungkin merupakan komoditas yang paling banyak didaur ulang di dunia dan digunakan oleh produsen untuk memproduksi berbagai macam produk, seperti produk bangunan dan kendaraan. Mendaur ulang kaleng baja dapat menghemat antara 60 persen hingga 74 persen energi yang dibutuhkan untuk memproduksi kaleng baru dari bahan mentah (U.S. EPA 2016a).
- **Plastik.** Pada 2016, plastik mewakili 12 persen dari sampah padat di dunia (Kaza et al. 2018). Plastik membutuhkan waktu ratusan hingga ribuan tahun untuk terurai, dan hal ini akan menimbulkan masalah besar bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Pada tingkat lokal, beberapa jenis plastik (misalnya, polietilen berdensitas tinggi dan polietilena tereftalat) dapat didaur ulang menjadi berbagai barang, termasuk kayu plastik, furnitur, blok semen, aspal untuk jalan, dan barang-barang rumah tangga (misalnya kontainer, keranjang, tikar).
- **Baterai.** Baterai alkaline digunakan dalam banyak aplikasi rumah tangga umum (misalnya, senter) telah didaur ulang di banyak fasilitas. Baterai asam timbal mengandung logam berat dan harus didaur ulang di fasilitas dengan peralatan pengendalian polusi udara yang tepat. Baterai lithium-ion menjadi sarana penyimpanan energi yang semakin populer. Baterai ini dapat didaur ulang, tetapi harus dikumpulkan dan ditangani secara terpisah karena dapat meledak jika berada di bawah tekanan dan menyebabkan kebakaran. Lihat bagian [Identifikasi Sampah Khusus](#) untuk informasi selengkapnya.
- **Kaca.** Kaca adalah bahan lain yang kualitasnya tidak berubah dan tidak berkurang seiring waktu. Botol dan stoples kaca dapat diproduksi ulang menjadi wadah kaca baru. Benda-benda ini juga dapat digunakan kembali sebagai wadah penyimpanan tanpa melalui proses produksi ulang.
- **Oli kendaraan bekas.** Oli kendaraan bekas dapat diubah menjadi pelumas, diolah menjadi bahan bakar minyak, atau digunakan sebagai bahan baku untuk langkah-langkah lain dalam industri penyulingan minyak. Oli kendaraan didaur ulang dengan baik karena tidak menjadi buruk; oli hanya perlu dimurnikan untuk digunakan kembali. Daur

ulang oli kendaraan bekas paling efektif bila bahan ini dikumpulkan secara terpisah.

- **Ban.** Ban yang dikumpulkan secara terpisah dapat digunakan dalam banyak aplikasi berbeda, tergantung pada pasar. Ban dapat diproses dan digunakan di jalan raya sebagai alternatif kerikil, dibulatkan untuk keperluan teknik sipil, atau bahkan diparut dan digunakan sebagai pelapis dan penutup untuk tempat pembuangan sampah. Di beberapa negara, ban digunakan sebagai bahan bakar di fasilitas pembakaran. Penting untuk memahami penggunaan akhir sebelum memproses ban bekas. Ada beberapa masalah lingkungan dengan proses ini, tetapi bahan bakar yang berasal dari ban lebih efisien daripada jenis bahan bakar fosil lainnya (U.S. EPA 2016e).
- **Limbah Elektronik (e-waste).** E-waste umumnya mencakup bahan sampah yang meliputi komponen listrik atau elektronik, termasuk telepon, komputer, peralatan, dan bahan lainnya. Banyak e-waste yang dapat didaur ulang jika ditangani dengan tepat. Menurut laporan tahun 2019 oleh World Economic Forum (WEF 2019), sampah elektronik global bernilai lebih dari 60 miliar USD per tahun. Membangun sistem untuk memulihkan material dari produk-produk ini merupakan area fokus prioritas bagi banyak negara.

Nilai bahan daur ulang sangat bervariasi dan tergantung pada negara dan pasarnya. Selain itu, data mengenai nilai barang yang dapat didaur ulang tidak lengkap di banyak negara, sehingga sulit untuk memperkirakan nilainya.

Tantangan

Meskipun daur ulang menghemat sumber daya dan energi, kota-kota sering kali kesulitan menerapkan program daur ulang yang berhasil karena berbagai alasan, yaitu:

- **Kualitas.** Barang daur ulang harus memenuhi ambang batas kualitas tertentu agar dapat diubah menjadi produk baru, dan hal ini memerlukan penyortiran dan perawatan yang teliti. Misalnya, beberapa jenis plastik memiliki sifat unik yang menjadikannya kurang lebih cocok untuk didaur ulang. Jika plastik berkualitas tinggi tidak dipisahkan dari plastik berkualitas rendah, seluruh





INTI MASALAH



Program Daur Ulang Tunisia

Pada tahun 1997, Tunisia meluncurkan program daur ulang Eco-Lef untuk mengatasi masalah sampah plastik di negara itu. Komponen utama dari program ini adalah prinsip tanggung jawab produsen yang diperluas, yaitu produsen pengemasan bertanggung jawab atas perawatan dan pembuangan produk pascakonsumen. Tanggung jawab produsen yang diperluas membantu menciptakan sistem yang berkelanjutan secara finansial yang mendorong pekerja sektor informal untuk mengumpulkan bahan yang dapat didaur ulang dan mengirimkannya ke pusat pengumpulan Eco-Lef. Pengumpul sampah dibayar lebih untuk membawa barang ke pusat pengumpulan Eco-Lef. Harga plastik per ton di pusat pengumpulan sekitar 200 dinar lebih mahal daripada di pasar tradisional (Kaza et al. 2018). Ketika program Eco-Lef dilaksanakan secara nasional, setiap kota mengalami pertumbuhan lapangan kerja, peningkatan penggabungan sektor informal, dan pengurangan sampah plastik.

jumlah plastik hanya dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan plastik berkualitas rendah. [International Organization for Standardization](#) (ISO, 2020) memberikan standar untuk mendaur ulang material. Mengikuti standar ini dapat membantu memastikan kualitas.

- **Kontaminasi.** Barang daur ulang dianggap terkontaminasi jika barang yang tidak dapat didaur ulang belum sepenuhnya dipisahkan (misalnya, jika baterai lithium-ion, yang dapat menyebabkan kebakaran jika tidak ditangani secara terpisah, tertinggal dalam alat elektronik). Barang yang dapat didaur ulang juga menjadi terkontaminasi ketika barang tidak dibersihkan dengan benar (misalnya, sisa makanan masih menempel pada barang-barang tersebut ketika memasuki aliran daur ulang) atau melalui dispersi aditif seperti ftalat. Kontaminasi sering menyebabkan seluruh kumpulan barang daur ulang dikirim ke tempat pembuangan akhir dan tidak didaur ulang. Kontaminasi dari bahan yang tidak dapat didaur ulang juga dapat menyebabkan kerusakan pada mesin yang digunakan dalam proses daur ulang.
- **Pasar yang fluktuatif.** Permintaan barang daur ulang dapat berubah secara tidak terduga, mengakibatkan fluktuasi harga. Dalam beberapa kasus, penurunan harga material yang mendadak dapat membuat fasilitas daur ulang yang beroperasi tidak berkelanjutan. Dalam kasus tersebut, barang daur ulang mungkin akan berakhir di tempat pembuangan akhir.
- **Biaya operasi yang tinggi.** Operasi daur ulang dapat melibatkan biaya tinggi untuk tenaga kerja dan transportasi material. Di lokasi yang biayanya tinggi, mendaur ulang bahan bernilai rendah sering kali tidak menguntungkan.
- **Pendanaan untuk penanaman modal.** Seperti halnya proyek infrastruktur, membangun fasilitas daur ulang biasanya memerlukan pembiayaan eksternal. Untuk informasi selengkapnya tentang pembiayaan proyek sektor sampah, termasuk penggunaan skema tanggung jawab produsen yang diperluas guna mengimbangi biaya daur ulang, lihat bagian [Pertimbangan Ekonomi](#).
- **Kurangnya fasilitas pemrosesan.** Infrastruktur dapat menjadi penghalang utama untuk menerapkan program daur ulang. Banyak kota tidak dilengkapi dengan fasilitas pemulihan bahan (MRF), atau mungkin ada kekurangan industri atau pasar untuk mengubah bahan daur ulang menjadi produk.
- **Kurangnya teknologi yang sesuai.** Beberapa barang tidak dapat didaur ulang tanpa teknologi canggih (misalnya, plastik sekali pakai). Jika barang



ini memasuki aliran material daur ulang, barang dapat tersangkut di mesin dan merusak peralatan penyortiran. Barang-barang ini sering berakhir di tempat pembuangan sampah atau sebagai sampah laut.

- **Masalah lingkungan dan kesehatan.** Transportasi dan pemrosesan bahan yang dapat didaur ulang dapat menyebabkan peningkatan polusi udara. Daur ulang juga dapat meningkatkan penggunaan air untuk memastikan barang tidak terkontaminasi. Beberapa bahan akan sangat berbahaya jika tidak ditangani dengan benar (misalnya, baterai lithium-ion dapat meledak dan menyebabkan kebakaran). Dampak lingkungan ini perlu dipertimbangkan terhadap keuntungan lingkungan dari daur ulang.
- **Penyertaan sektor informal.** Tidak selalu mudah untuk menggabungkan sektor informal karena sering kali hal ini akan menggantikan perantara yang telah lama berkecimpung dalam bisnis daur ulang. Kota juga memiliki anggaran yang terbatas dan mungkin tidak dapat memasukkan sektor informal ke dalam daftar gaji mereka. Lihat bagian [Daur Ulang Sektor Informal](#) untuk informasi tentang keterlibatan dengan sektor informal.

Praktik Terbaik

Bagian ini mengidentifikasi praktik terbaik dalam perencanaan dan penerapan program daur ulang, termasuk merencanakan, mengumpulkan, memisahkan, memproses, menyortir, dan menjual bahan yang dapat didaur ulang untuk diproduksi kembali.

Perencanaan Strategi

Banyak kota merasa terbantu dengan membuat rencana atau program daur ulang formal; misalnya, lihat [Platform Pengetahuan Sampah Kota: Kota-Kota](#) [CCAC Tidak bertanggung(a)]. Rencana daur ulang biasanya akan menetapkan cara kota memenuhi tujuan daur ulang mereka melalui adopsi dan implementasi berbagai kebijakan, program, dan proyek. Meskipun ada biaya di muka untuk membuat program daur ulang, kota berpotensi menghemat uang secara keseluruhan dengan mengurangi biaya pengumpulan dan pengangkutan bahan; dan mengurangi kebutuhan atas tempat pembuangan akhir atau fasilitas pembakaran baru yang lebih besar. Langkah-langkah untuk membuat rencana daur ulang formal yaitu:

1. **Memahami aliran daur ulang.** Rencana daur ulang perlu didasarkan pada jenis bahan yang dihasilkan dan dikumpulkan, dan oleh karena itu akan bergantung pada karakteristik sampah, seperti yang dijelaskan di bagian [Karakterisasi Sampah](#).
2. **Melakukan riset pasar.** Kota-kota merasa perlu untuk mengumpulkan dan menganalisis data mengenai ukuran pasar setempat untuk bahan yang dapat didaur ulang. Pertimbangan utama termasuk seberapa jauh lokasi fasilitas daur ulang atau pabrik ulang terdekat, pihak yang akan menanggung biaya pengangkutan material ke fasilitas tersebut, dan volatilitas harga pasar untuk material yang berbeda.
3. **Menerapkan kebijakan pendukung.** Kebijakan lokal, seperti aturan pemisahan wajib, dapat membantu mendorong upaya daur ulang. Kebijakan ini juga dapat membantu mengurangi

Pertanyaan untuk Pengambil Keputusan

- Apa tujuan kota dalam membuat program daur ulang? Apakah untuk mengalihkan sampah dari tempat pembuangan akhir, mencegah sampah laut, atau mendorong pertumbuhan ekonomi?
- Bagaimana kota dapat memastikan aliran barang daur ulang berkualitas tinggi yang bersih dengan sedikit kontaminasi?
- Peran apa yang dapat dimainkan sektor informal dalam memisahkan dan memproses barang daur ulang?
- Apakah ada mitra sektor swasta yang dapat dilibatkan kota (misalnya, perusahaan yang memiliki tanggung jawab sosial perusahaan atau target tanggung jawab produsen yang diperluas)?
- Apa saja metode terbaik untuk berkomunikasi dengan pemangku kepentingan tentang upaya daur ulang?
- Apa pasar untuk bahan daur ulang? Bagaimana kota akan beradaptasi dengan penurunan harga bahan?
- Apakah ada infrastruktur yang dapat digunakan untuk memfasilitasi daur ulang (misalnya, ruang tidak terpakai yang dapat diadaptasi agar berfungsi sebagai fasilitas daur ulang)?
- Apakah tersedia tenaga kerja yang memadai untuk mengoperasikan fasilitas daur ulang dengan cara yang hemat biaya?





INTI MASALAH



Kebijakan Sampah Padat Nasional Brasil

Untuk informasi selengkapnya, lihat ***Undang-Undang No. 12305 – Kebijakan Brasil tentang Sampah Padat*** (Brasil NR 2010).

Pemerintah Brasil mengesahkan undang-undang pada Agustus 2010 untuk menetapkan Kebijakan Nasional Brasil tentang Sampah Padat. Undang-undang ini bertujuan untuk lebih mengintegrasikan dan melibatkan pekerja sektor informal dalam proses daur ulang, serta untuk memberikan insentif bagi lembaga setempat untuk mengembangkan organisasi bagi pekerja sektor informal. Melalui pembuatan rencana sampah padat, Brasil bertujuan untuk menutup dan memulihkan lokasi pembuangan, yang juga akan memberikan manfaat sosial dan ekonomi bagi pekerja sektor informal. Undang-undang mewajibkan layanan pengelolaan sampah untuk memprioritaskan perekrutan, pengorganisasian, dan fungsionalitas pekerja sektor informal.

risiko kontaminasi aliran daur ulang. Untuk informasi selengkapnya tentang kebijakan yang dapat diberlakukan kota guna mempromosikan pemilahan aliran sampah, lihat bagian [Pemisahan, Pengumpulan, dan Pengangkutan](#).

- Melibatkan pemangku kepentingan.** Komunikasi dan penjangkauan adalah komponen penting dari program daur ulang yang efektif, karena hal ini membantu meningkatkan partisipasi masyarakat dalam memisahkan barang daur ulang pada tingkat rumah tangga, mengurangi risiko kontaminasi dalam aliran daur ulang, dan dapat membantu mendorong tingkat daur ulang. Untuk informasi selengkapnya tentang strategi pelibatan pemangku kepentingan, lihat bagian [Keterlibatan Pemangku Kepentingan](#). Lihat Contoh 11.3 untuk studi kasus tentang melibatkan pendaur ulang independen.

Untuk informasi selengkapnya tentang membuat program daur ulang, lihat panduan UN-Habitat (2011), [Recycling and Disposal of Municipal Solid Waste in Low and Middle-Income Countries](#).

Mengumpulkan dan Memisahkan ✓

Bahan daur ulang dapat dikumpulkan dan dipisahkan oleh penghasil, pengumpul, atau melalui tempat sampah komunal khusus (lihat bagian [Pemisahan, Pengumpulan, dan Pemindahan](#)). Bahan daur ulang yang dipisahkan oleh penghasil cenderung memiliki kualitas yang lebih tinggi daripada barang daur ulang yang dipisahkan dari sampah campuran; namun, pemisahan di rumah atau bisnis membutuhkan usaha yang rajin dari pihak penghasil. Maka, komunikasi dan penjangkauan merupakan faktor penting dalam keberhasilan program pengumpulan daur ulang, terutama jika sebuah kota mencoba mendorong penghasil untuk memisahkan barang daur ulang. Lihat bagian [Keterlibatan Pemangku Kepentingan](#) untuk informasi selengkapnya tentang strategi pelibatan pemangku kepentingan.

Tempat sampah komunal digunakan di berbagai kota. Kota-kota menganggap penjangkauan dan memberikan instruksi yang jelas mengenai apa yang dapat didaur ulang dan di tempat sampah mana adalah hal yang penting dan membantu menghindari kontaminasi. Lihat bagian [Pemisahan, Pengumpulan, dan Pemindahan](#) untuk informasi selengkapnya tentang tempat sampah umum.



Pemisahan barang daur ulang sering dilakukan oleh pekerja sektor informal di luar rumah, di stasiun transfer, dan di tempat pembuangan. Memasukkan pekerja sektor informal ke dalam proses pengumpulan formal akan memberi mereka keuntungan pekerjaan sambil memanfaatkan pengalaman mereka. Untuk informasi mendetail tentang pengumpulan dan pemisahan, dan memasukkan pekerja sektor informal, lihat bagian [Pemisahan, Pengumpulan, dan Pemindahan](#).

Memproses dan Menyortir ✓

Setelah pengumpulan dan pemisahan, bahan daur ulang diangkut ke fasilitas pemrosesan. Di fasilitas ini, barang daur ulang disortir menurut jenis materialnya, dibersihkan dari kontaminan, dan disiapkan untuk diangkut ke fasilitas penggilingan untuk memecah material atau ke fasilitas manufaktur jika tidak memerlukan pemrosesan lebih lanjut.

MRF dirancang khusus untuk menyortir dan memulihkan bahan yang dapat didaur ulang. Alat ini dapat ditempatkan di fasilitas transfer atau lokasi tersendiri. MRF menggunakan kombinasi teknologi untuk menyortir barang daur ulang. Teknologi umum termasuk layar silinder berputar yang memisahkan bahan menurut ukuran, magnet di atas untuk mengumpulkan barang-barang yang mengandung besi atau baja, dan ban berjalan yang memindahkan bahan secara perlahan melewati tim pekerja yang menyingkirkan barang yang dapat didaur ulang. Meskipun MRF berteknologi tinggi tidak umum di negara berkembang, banyak kota menggunakan fasilitas skala kecil untuk mengoordinasikan pemisahan bahan daur ulang dengan menggunakan solusi berteknologi rendah, seperti penyortiran dengan tangan (lihat Tampilan 11.1).

Beberapa MRF yang memproses daur ulang menggunakan perantara yang membeli barang daur ulang dari pekerja sektor informal dan memilah, membersihkan, dan mengemasnya sebelum dikirim ke fasilitas. Pekerja sektor informal sering kali memiliki perjanjian untuk menjual barang daur ulang kepada tengkulak dengan imbalan barang atau jasa (misalnya, perantara yang meminjamkan kereta kepada pekerja).

Contoh 11.1. Pemilahan Barang Daur Ulang dengan Tangan di Fasilitas di Pune, India



Paparan debu dan kontaminan lainnya menjadi masalah bagi pekerja di MRF dan fasilitas daur ulang lainnya, sehingga kota menganggap adanya ventilasi yang baik di fasilitas dan menyediakan peralatan perlindungan pribadi (misalnya, masker debu, sarung tangan) untuk pekerja adalah hal yang penting.

Menjual Bahan untuk Remanufaktur ✓

Setelah semua pemrosesan yang diperlukan selesai, barang daur ulang dibuat menjadi produk baru di pabrik daur ulang atau fasilitas lain, seperti pabrik kertas atau fasilitas pembuatan botol. Meskipun kota biasanya tidak memproduksi ulang produk, kota dapat berperan dalam membantu memastikan bahwa kualitas bahan memenuhi standar pabrik produksi ulang. Contoh 11.2 memberikan contoh cara beberapa kota menggunakan bank sampah untuk mengoordinasi upaya penjualan barang daur ulang.



CONTOH 11.2 STUDI KASUS



Memanfaatkan Bank Sampah untuk Memproses Daur Ulang di Indonesia

Di Indonesia, banyak kota telah mengadopsi model “bank sampah” untuk mengatur upaya daur ulang mereka. Bank sampah adalah fasilitas pemrosesan sampah skala kecil yang terdesentralisasi, di mana penduduk setempat dapat membawa bahan daur ulang mereka dan menerima pembayaran berdasarkan nilai pasar harian bahan tersebut. Penduduk yang memilih untuk berpartisipasi biasanya akan diberikan “buku tabungan” yang digunakan untuk mencatat “setoran”. Para peserta dapat menyimpan penghasilannya di bank atau menguangkannya.

Staf bank sampah – yang biasanya penduduk setempat – akan menerima, memisahkan, dan menggabungkan bahan daur ulang untuk dijual ke pendaur ulang. Di beberapa bank sampah, staf menggunakan peralatan pemrosesan untuk mengubah bahan daur ulang menjadi produk baru. Misalnya, di salah satu bank sampah di Jakarta, staf mengoperasikan alat pencacah untuk mengubah botol plastik menjadi serpihan yang kemudian dijual ke pendaur ulang dengan harga lebih tinggi daripada botol utuh (lihat foto di atas). Banyak bank sampah juga mempekerjakan staf yang mengubah bahan daur ulang menjadi kerajinan untuk dijual.

Model bank sampah di Indonesia semakin populer dalam beberapa tahun terakhir, terutama sebagai tanggapan atas meningkatnya kesadaran akan manfaat peningkatan tingkat daur ulang demi mencegah sampah laut. Pada 2018, lebih dari 2.800 bank sampah lokal telah beroperasi di negara ini. Banyak dari bank-bank ini didukung oleh perusahaan swasta, seperti Unilever.

Untuk informasi lebih lanjut, lihat [situs web Program Lingkungan Indonesia Unilever](#) (Unilever, Tidak Bertanggung).





CONTOH 11.3 STUDI KASUS



Pendaur Ulang Independen di Kota Ho Chi Minh, Vietnam

Pengumpul sampah independen memainkan peran penting dalam sistem pengelolaan sampah padat Kota Ho Chi Minh dengan mengumpulkan barang-barang daur ulang dari lingkungan rumah tangga yang tidak dapat dijangkau dengan mudah. Pekerjaan mereka mengurangi jumlah barang daur ulang di tempat pembuangan dan mengurangi biaya pengumpulan sampah pemerintah kota. Terlepas dari manfaat lingkungan dan ekonomi ini, para pengumpul sampah independen masih kekurangan peralatan penunjang kesehatan kerja yang diperlukan.

Badan Pembangunan Internasional Amerika Serikat bermitra dengan Environnement et Développement du Tiers-Monde untuk memperkuat sistem pengelolaan sampah padat Ho Chi Minh dengan mendukung para pengumpul sampah independen. Mereka memberikan pelatihan kepada koperasi pengumpul yang ada dan menciptakan jaringan koperasi agar dapat lebih efektif mengadvokasi upah yang lebih tinggi, peralatan kesehatan pelindung, akses asuransi kesehatan, dan penerimaan kota dari sepeda roda tiga bermotor yang digunakan dalam pengumpulan.

Sejak program dimulai, jaringan koperasi telah mengadvokasi 1.561 pengumpul sampah independen. Program ini juga telah melihat peningkatan (dari 0 menjadi 22 persen) perempuan dalam peran kepemimpinan koperasi, dalam perawatan kesehatan (815 pekerja memperoleh akses yang lebih baik), dan alat pelindung kerja (1.200 pekerja mendapatkan peralatan); dan kegiatan peningkatan kesadaran (8.700 anggota masyarakat berpartisipasi). Selain itu, upah bulanan pengumpul independen meningkat sekitar 65 persen melalui kenaikan biaya 1 USD yang dibayarkan oleh rumah tangga.

Untuk mempelajari selengkapnya, lihat [*case study on Reducing Mismatched Plastic Waste Through Healthier Waste Entrepreneurs*](#) dari United States Agency for International Development (USAID 2019b).



Daur Ulang Sektor Informal

Sektor daur ulang informal ada di sebagian besar kota di negara berkembang. Sektor ini terdiri dari individu, kelompok, dan usaha kecil yang melakukan pengumpulan periferan dan penjualan bahan daur ulang dan yang dapat digunakan kembali. Sektor ini dapat mengisi celah ketika pilihan pembuangan, pengumpulan, atau pemisahan tidak memadai. Pekerja sektor informal seringkali beroperasi dalam kondisi yang tidak aman, tanpa tunjangan pekerjaan yang didapatkan oleh pihak yang bekerja di pekerjaan formal, dan mengalami kesenjangan pendapatan. Seluruh keluarga, termasuk anak kecil, dapat berpartisipasi dalam kegiatan daur ulang dan bergantung pada pekerjaan ini sebagai satu-satunya sumber pendapatan. Pekerja sektor informal seringkali terpinggirkan oleh masyarakat dan disebut dengan istilah yang tidak menyenangkan, termasuk "pemulung," "tukang sampah," dan "pengambil sampah."

Bagaimana Cara Kerja Sektor Daur Ulang Informal?

Pekerja daur ulang informal memperoleh penghasilan dengan menjual barang daur ulang yang mereka kumpulkan ke jaringan penyalur dan industri (Wilson et al. 2009, Aparcana 2017). Dalam beberapa kasus, pekerja dapat menjual kepada pekerja sektor informal lainnya yang menggunakan kembali bahan tersebut untuk menjadi bagian dari proses atau produk lain (misalnya, bagian yang dipungut untuk memperbaiki peralatan). Daur ulang oleh pekerja sektor informal terjadi di beberapa lokasi:

- **Rumah Tangga.** Pekerja sektor informal mungkin memiliki rute reguler dalam mengumpulkan atau membeli barang daur ulang (misalnya, kertas, logam, pakaian) dari penduduk. Praktik ini lebih umum terjadi di mana pengumpulan oleh otoritas setempat dilakukan secara tidak teratur; sektor informal berperan sebagai pengumpul sampah.
- **Tempat pengumpulan komunitas dan stasiun transfer.** Dengan tidak adanya program daur ulang formal, tempat pengumpulan sampah masyarakat dan stasiun transfer merupakan sumber bahan yang kaya bagi pekerja daur ulang informal.
- **Tempat pembuangan sampah.** Pekerja sektor daur ulang informal biasanya mengambil bahan langsung dari tempat pembuangan sampah. Tidak seperti tempat pembuangan sampah akhir, tempat

pembuangan sampah di negara berkembang sering kali tidak memiliki pagar atau dinding untuk mencegah orang masuk.

Risiko Apa yang Dihadapi Pekerja Sektor Informal?

Pekerja sektor daur ulang informal menghadapi berbagai risiko yang berdampak pada kesehatan, kesejahteraan, dan mata pencaharian. Risiko ini termasuk kondisi kerja berbahaya yang dapat menyebabkan cedera fisik, serta paparan racun dan bahan lain yang dapat menyebabkan penyakit kronis. Selain itu, pekerja sektor informal sering dieksploitasi karena kemauan mereka untuk bekerja dengan upah rendah, dan hal ini memperburuk kerentanan sosial ekonomi mereka yang sudah terjadi. Risiko termasuk:

- **Kondisi kerja yang berbahaya.** Pekerja sektor daur ulang informal jarang memiliki alat pelindung diri seperti sarung tangan, masker, atau alas kaki yang layak. Pekerja dapat terpapar benda tajam seperti logam dan kaca, sampah berbahaya, atau bahkan sampah medis. Bekerja di tempat pembuangan sampah sangat berbahaya jika sampah tidak dipadatkan dengan benar dan dapat bergeser yang menyebabkan runtuhnya lereng, mirip dengan longsoran sampah. Ada beberapa dokumentasi mengenai insiden pekerja sektor informal yang tewas dalam kelongsoran sampah. Pekerja sektor informal sering berada di dekat peralatan besar (misalnya, ekskavator dan bulldoser), dan berisiko cedera ketika operator mesin tersebut tidak melihat mereka (Gambar 11.4).

Contoh 11.4. Pekerja Sektor Informal yang Berada Dekat dengan Excavator di Addis Ababa, Ethiopia



- **Kebakaran.** Kebakaran spontan dapat terjadi di tempat pembuangan sampah karena adanya metana dari bahan organik yang membusuk. Sering kali, sampah dibakar oleh anggota sektor daur ulang informal untuk memulihkan barang daur ulang bernilai tinggi seperti logam. Kebakaran dikaitkan dengan kesehatan manusia dan dampak lingkungan.
- **Dampak kesehatan.** Selain bahaya fisik langsung dari kondisi kerja yang berbahaya dan kebakaran, pekerja sektor informal juga terpapar vektor penyakit (misalnya, hewan pengerat, serangga), patogen kesehatan manusia, dan polutan. Polusi udara, seperti emisi partikulat dari pembakaran sampah terbuka dan kebakaran tempat pembuangan, akan memengaruhi kesehatan pekerja dan penduduk sekitar.
- **Eksplotasi.** Pekerja sektor informal tidak memiliki perlindungan yang didapatkan pekerja sektor formal dari peraturan dan perundang-undangan, dan sering dieksploitasi oleh tengkulak yang membeli barang daur ulang dari mereka.
- **Variasi harga.** Pasar untuk daur ulang tidak stabil. Perubahan harga berkontribusi pada kerentanan pekerja, banyak yang telah menghadapi kondisi kemiskinan ekstrem.
- **Keuntungan ekonomi.** Sektor daur ulang informal mengubah sampah menjadi komoditas yang dapat diperdagangkan, membentuk jaringan perdagangan dan bisnis baru, dan menciptakan lapangan kerja.
- **Keuntungan sosial.** Paparan pengumpul sampah informal terhadap bahaya berkurang bila mereka diintegrasikan ke dalam sistem formal. Angka penyerapan tenaga kerja lokal juga meningkat dengan membawa mereka ke sektor formal. Di beberapa tempat, pekerja sektor informal menerima tunjangan pendidikan dan pelatihan sebagai bagian dari pengintegrasian mereka ke dalam sistem daur ulang formal.

Praktik Terbaik

Ada sejumlah praktik terbaik dalam mengintegrasikan sektor daur ulang informal dan organisasi afiliasi ke dalam sistem pengelolaan sampah formal, termasuk:

- **Mengumpulkan informasi.** Kota dapat mengumpulkan informasi tentang demografi, sumber daya, organisasi, dan praktik pekerja sektor informal untuk membantu menginformasikan keputusan tentang cara terbaik untuk terlibat dengan orang-orang tersebut.
- **Melakukan penjangkauan inklusif.** Merupakan praktik yang baik untuk mengajak dan melibatkan pekerja daur ulang informal dalam perencanaan dan kegiatan pengelolaan sampah padat. Keterlibatan ini dapat membantu mengidentifikasi solusi, menghasilkan penerimaan, dan idealnya akan menggabungkan pekerja sektor daur ulang informal ke dalam angkatan kerja formal untuk memperbaiki dan meningkatkan kehidupan mereka. Selain itu, di banyak kota, sektor informal akan membawa jaringan pengumpul, penyortir, pengangkut, perantara, pengolah yang lengkap dan tersusun, dan dalam beberapa kasus, juga pasar akhir untuk daur ulang. Kota-kota yang secara proaktif terlibat dengan sektor informal dapat secara kolaboratif mengembangkan struktur untuk bekerja sama memformalkan kegiatan daur ulang, seraya meminimalkan gangguan pada jaringan yang ada sebelumnya. Dasar-dasar pelibatan pemangku kepentingan dijelaskan di bagian [Keterlibatan Pemangku Kepentingan](#).
- **Membuat kebijakan.** Kebijakan dapat dikembangkan dan diimplementasikan di tingkat lokal dan nasional untuk mengintegrasikan sektor informal. Brasil dan India telah menerapkan

Apa Keuntungan Menggabungkan Sektor Daur Ulang Informal?

Selain mengurangi risiko yang dihadapi pekerja sektor informal (lihat bagian sebelumnya), kota dapat memperoleh manfaat dari menggabungkan para pekerja ini. Membawa pekerja sektor informal ke pekerjaan formal akan memanfaatkan pengalaman mereka, meningkatkan kondisi kerja, dan meningkatkan statistik ketenagakerjaan kota. Keuntungan utama meliputi:

- **Keuntungan teknologi.** Pekerja sektor informal sering kali memperkenalkan teknologi yang baru dan inovatif, seperti mengembangkan aplikasi telepon untuk pengambilan barang daur ulang sesuai permintaan.
- **Keuntungan lingkungan.** Pekerja sektor informal mencapai tingkat pemulihan yang tinggi karena pengumpulan sangat penting untuk penghidupan mereka. Tingkat pemulihan yang bertambah ini menjauhkan sampah dari perairan dan habitat kritis lainnya.





INTI MASALAH



Memasukkan Sektor Informal dalam Kegiatan Pengelolaan Sampah Padat di Dakar, Senegal

Untuk informasi selengkapnya, lihat *Women in Informal Employment: Globalizing & Organizing* (WIEGO 2019).

Tempat pembuangan sampah Mbeubeuss di Dakar adalah tempat pembuangan sampah terbuka paling besar di Afrika Barat dan memiliki ribuan pengumpul sampah informal (ILO 2019). Bokk Diom, asosiasi pekerja sektor informal di Mbeubeuss, telah berupaya meningkatkan keanggotaan mereka sejak 2018. Selain itu, organisasi tersebut juga membentuk Biro Perempuan Bokk Diom yang telah meningkatkan partisipasi perempuan hingga 65,6 persen dari total keanggotaan (WIEGO 2019). Selanjutnya, kelompok tersebut memfokuskan sesi pelatihan mereka pada keselamatan dan dampak lingkungan.

Faktor kunci keberhasilan Bokk Diom adalah hubungan mereka dengan pejabat publik negara bagian, nasional, dan kota, yang mengarah pada interaksi reguler antara pekerja sektor informal dan pembuat keputusan. Kelompok ini juga telah menjalin kemitraan dengan organisasi nasional seperti Zero Waste Senegal.

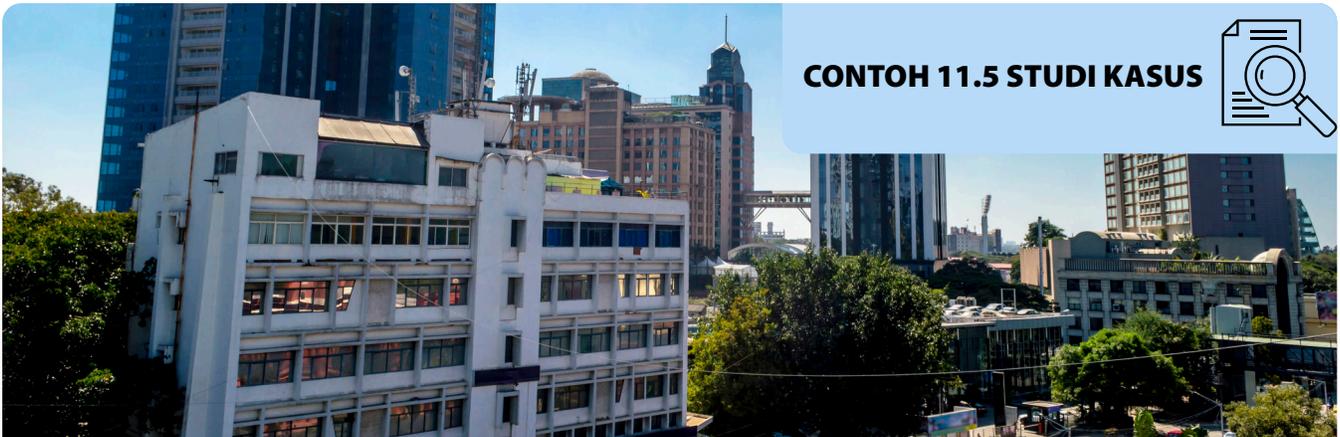
kebijakan nasional yang mewajibkan lembaga pemerintah setempat untuk memasukkan sektor informal dalam kegiatan pengumpulan dan daur ulang sampah mereka.

- **Tawarkan pelatihan.** Anggota sektor daur ulang informal mungkin memerlukan pelatihan agar berhasil berintegrasi di sektor pengelolaan sampah formal. Misalnya, mereka dapat mengambil manfaat dari pelatihan kesehatan dan keselamatan untuk meningkatkan perilaku di tempat kerja, seperti mengetahui apa yang harus dilakukan jika bersentuhan dengan sampah medis. Hidup di pinggiran masyarakat, anggota sektor informal mungkin tidak merasa diberdayakan untuk bernegosiasi dengan penghasil sampah, instansi pemerintah, atau tengkulak yang membeli daur ulang mereka. Maka, pelatihan sangat penting untuk meningkatkan kekuatan negosiasi mereka.
- **Libatkan koperasi.** Pekerja sektor informal di beberapa kota telah membentuk koperasi dan mengadakan kontrak dengan pemerintah daerah untuk mengumpulkan sampah. Di India, SWaCH, koperasi yang sepenuhnya dimiliki pekerja, melakukan pengumpulan dari rumah ke rumah di bawah kontrak dengan Perusahaan Kota Pune.
- **Libatkan lembaga swadaya masyarakat (LSM).** Karena sektor daur ulang informal seringkali tidak

siap untuk mengatur kondisi kerja yang lebih baik, LSM sering memainkan peran utama dalam membantu mereka. LSM mendampingi sektor kerja informal dalam mengembangkan usaha mikro dan bernegosiasi dengan pemerintah daerah untuk pekerjaan dan kontrak. Perempuan dalam Pekerjaan Informal: Globalizing and Organizing dan The Global Alliance of Waste Pickers adalah dua organisasi semacam itu.

- **Mengidentifikasi pengusaha.** Di beberapa daerah, sektor daur ulang informal dimasukkan ke dalam sektor pengelolaan sampah formal melalui cara-cara inovatif dan kewirausahaan (lihat, misalnya, Contoh 11.5). Pengusaha memulai bisnis daur ulang dengan mengembangkan portal online yang mudah digunakan dan aplikasi telepon untuk pengambilan barang daur ulang berdasarkan permintaan oleh pekerja sektor informal. Salah satu contohnya adalah Kabadiwala, layanan penjemputan online, yang saat ini beroperasi di lima wilayah India.
- **Pertimbangkan pekerjaan pemerintah.** Banyak kota di negara berkembang mengupayakan cakupan pengumpulan sampah yang komprehensif. Beberapa kota berupaya mencapai cakupan yang lebih tinggi dengan meningkatkan tenaga kerja, termasuk mengintegrasikan anggota sektor daur ulang informal.




CONTOH 11.5 STUDI KASUS


Memasukkan Pekerja Sektor Informal dalam Kegiatan Pengelolaan Sampah Padat di Bangalore, India

Dalam beberapa tahun terakhir, Kota Bangalore telah berfokus pada perencanaan tingkat mikro untuk pengumpulan dan pengolahan sampah guna mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi. Memasukkan pekerja sektor informal ke dalam sistem pengelolaan sampah padat telah menjadi komponen utama dari upaya ini. Saat ini, lebih dari 15.000 pekerja sektor informal menangani sampah di kota. Para pekerja ini menyediakan tenaga kerja terampil yang secara signifikan mengurangi biaya pengelolaan sampah kota.

Sejak tahun 2016, kota ini telah meresmikan hubungan mereka dengan sektor informal. Kota ini menyediakan kartu identitas bagi pekerja sektor informal, menawarkan kursus sertifikasi, dan telah membentuk nota kesepahaman dengan kelompok pekerja sektor informal. Satu manfaat tambahan dari bekerja dengan sektor informal adalah, kota telah mengurangi ketergantungan mereka pada kontraktor tradisional, yang terkadang memberikan harga yang terlalu mahal untuk layanan dan sulit untuk diatur.

Kelompok pekerja sektor informal biasanya berbasis di stasiun transfer. Pekerja di beberapa pusat ini menyediakan pengumpulan dari pintu ke pintu, dan kemudian menerima bantuan keuangan dari kota.

Pekerja sektor informal di Bangalore telah menemukan cara inovatif untuk mengintegrasikan solusi teknologi ke dalam pekerjaan mereka. Beberapa telah mengembangkan aplikasi telepon untuk memantau kapan tempat sampah pelanggan mereka telah dikosongkan, berapa banyak sampah yang dikumpulkan, dan seberapa baik sampah dipisahkan (persyaratan di India). Tinjauan ini memungkinkan pekerja sektor informal untuk menilai kinerja pelanggan mereka; peringkat yang lebih tinggi dapat memberikan biaya layanan pengumpulan yang lebih rendah.

Untuk mempelajari selengkapnya tentang kegiatan ini, lihat Chengappa (2013) *studi kasus dalam mengorganisasikan sektor informal di Bengaluru dan situs web Hasiru Dala* (Hasiru Dala 2015).



12 PENGELOLAAN TEMPAT PEMBUANGAN





Referensi Utama

-  [Closing Dumpsites Knowledge Base \(ISWA 2017a\)](#)
-  [Waste Atlas \(Database of Global Waste Management Sites\) \(D-WASTE 2020\)](#)
-  [Improving Solid Waste Disposal in San Cristobal Municipality, Dominican Republic \(U.S. EPA 2018c\)](#)
-  [Municipal Solid Waste Knowledge Platform \[CCAC Tidak Bertanggal\(a\)\]](#)
-  [A Roadmap for Closing Waste Dumpsites: The World's Most Polluted Places \(ISWA 2016\)](#)
-  [Training Module: Closing an Open Dumpsite and Shifting from Open Dumping to Controlled Dumping and to Sanitary Land Filling \(UNEP 2005b\)](#)
-  [Municipal Solid Waste Management in Developing Countries \(Coursera 2019\)](#)
-  [Closure and Rehabilitation of Open Dumps \(CCAC 2014\)](#)
-  [Waste Collection: A Report \(Kogler, 2007\)](#)

Bagian 12

Pengelolaan Tempat Pembuangan Sampah

Tempat pembuangan sampah terbuka akan menimbulkan risiko yang signifikan terhadap kesehatan masyarakat dan lingkungan. Transisi dari tempat pembuangan sampah terbuka ke sanitary landfill (yang dijelaskan di bagian Sanitary Landfill) harus menjadi tujuan akhir bagi sebagian besar kota dan pusat kota. Namun, transisi biasanya rumit dan mahal, dan membutuhkan perencanaan jangka panjang yang ekstensif. Transisi bertahap yang berfokus pada peningkatan operasi di tempat pembuangan sampah yang sudah ada menggunakan teknik berbiaya rendah sambil mengembangkan sanitary landfill, dan kemudian menutupnya dan beralih ke sanitary landfill, adalah praktik terbaik di sebagian besar situasi.

Bagian ini menjelaskan beberapa manfaat utama dari pengelolaan tempat pembuangan sampah terbuka dan memberikan gambaran umum tentang praktik terbaik untuk memulai transisi ke sanitary landfill.

Mengapa Fokus ke Tempat Pembuangan Sampah Terbuka?

Tanpa tindakan pengelolaan yang tepat, tempat pembuangan terbuka dapat menyebabkan berbagai dampak lingkungan dan kesehatan, termasuk beberapa hal berikut (lihat Contoh 12.1):

- **Polusi udara.** Tempat pembuangan terbuka memancarkan metana, prekursor ozon di permukaan tanah. Kebakaran di tempat pembuangan terbuka akan melepaskan partikel dan dioksin ke udara. Selain berdampak pada kesehatan manusia, emisi ini juga berkontribusi pada perubahan iklim global dan regional [untuk informasi selengkapnya, lihat [situs web Inisiatif Limbah Kota Koalisi Iklim dan Udara Bersih](#) (CCAC Tidak Bertanggung (e))].



POIN UTAMA 🔑

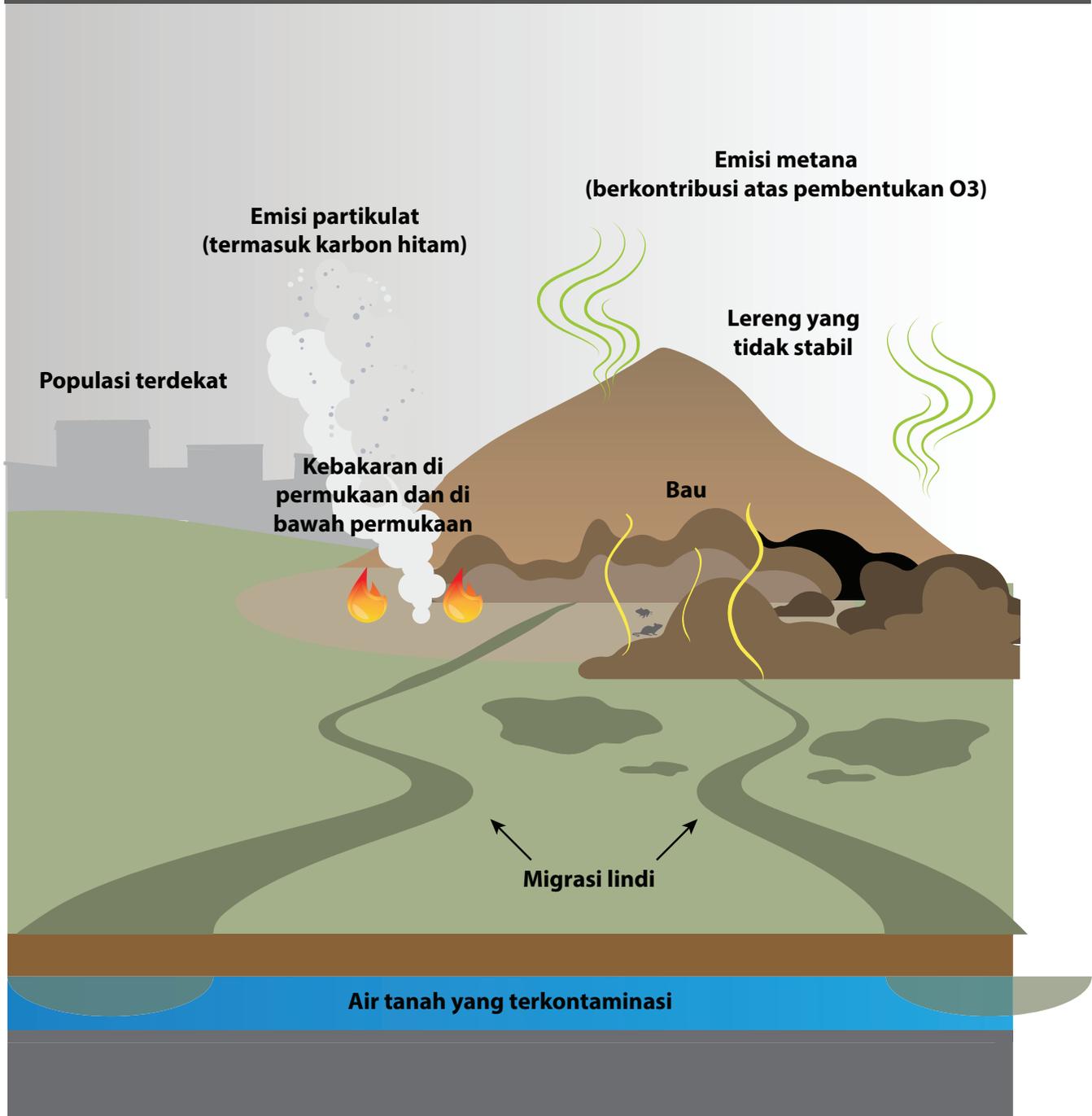
Tempat Pembuangan Sampah Terbuka, Tempat Pembuangan Akhir Terkendali, dan Sanitary Landfill

Untuk informasi selengkapnya tentang membedakan antara tempat sampah terbuka dengan tempat pembuangan akhir, lihat Tabel 2-1 di [Global Methane Initiative International Best Practices Guide for Landfill Gas Energy Projects](#) (GMI 2012).

- **Tempat pembuangan sampah terbuka** adalah sistem yang tidak terkendali yang tidak dibuat dengan desain teknis.
- **Tempat pembuangan terkendali** adalah tempat pembuangan yang tidak dibuat dengan desain teknis, tetapi beberapa praktik pengelolaan dan infrastruktur telah ada (misalnya, pengumpulan lindi dan aplikasi penutup tanah).
- **Sanitary landfill** dibedakan dari tempat pembuangan karena tempat pembuangan akhir adalah desain rekayasa, terdiri dari berbagai sistem untuk mengendalikan dampak pembuangan tanah terhadap kesehatan, keselamatan, dan lingkungan manusia.



Contoh 12.1. Dampak Tempat Pembuangan Sampah Terbuka terhadap Kesehatan dan Lingkungan



- **Risiko kebakaran.** Tempat pembuangan terbuka memiliki risiko kebakaran mendadak yang lebih tinggi (baik di permukaan maupun di bawah permukaan) karena lebih banyak sampah yang terpapar oksigen. Di beberapa lokasi, pendaur ulang informal membakar sampah untuk memulihkan logam, yang meningkatkan kemungkinan kebakaran di permukaan.
- **Pencemaran air tanah dan air permukaan.** Air hujan yang bersentuhan dengan sampah di tempat pembuangan terbuka dengan cepat tersaring di sampah dan mengeluarkan bahan kimia yang kemudian merembes ke tanah dan sumber air.
- **Menyebarkan penyakit.** Tempat pembuangan terbuka dapat menarik serangga, hama, dan pembawa penyakit potensial lainnya yang dapat menginfeksi pekerja dan populasi di sekitarnya.
- **Bau.** Bau busuk dari sampah yang membusuk di tempat pembuangan terbuka dapat memengaruhi estetika area di sekitar lokasi, menurunkan nilai properti dan kualitas hidup.
- **Kelongsoran lereng.** Tempat pembuangan terbuka biasanya memiliki permukaan yang tidak stabil, yang dapat mengakibatkan kelongsoran; hal seperti itu dapat berdampak secara fisik pada pekerja dan rumah di sekitarnya, dan berpotensi mengakibatkan korban jiwa.
- **Minimalkan pencucian.** Pemadatan dan perataan tanah berkala (setiap dua bulan seringkali memadai) membantu meminimalkan pencucian melalui tanah. Praktik ini menyebabkan air hujan mengalir ke saluran drainase, bukan meresap ke dalam tanah. Tenaga kerja manual atau alat berat dapat digunakan (menyewa alat berat seringkali merupakan pilihan yang paling murah) (USAID 2018).
- **Terapkan praktik yang melindungi kesehatan manusia.** Melindungi kesehatan sektor informal dan pekerja lainnya dengan memberikan pelatihan kebersihan, sabun, dan air. Untuk meminimalkan risiko cedera fisik akibat benda tajam di tempat pembuangan, pekerja harus dilengkapi dengan pakaian pelindung, alas kaki, dan peralatan (USAID 2018).
- **Lakukan pemantauan secara berkala.** Secara teratur menguji air tanah untuk kontaminan, termasuk bakteri, logam berat, dan bahan kimia organik beracun (USAID 2018).
- **Hentikan pembuangan di lokasi yang tidak stabil.** Terus membuang sampah di lokasi yang secara fisik tidak stabil dapat meningkatkan risiko kelongsoran sampah. Kota dapat menggunakan ekskavator dan peralatan lain untuk memahat permukaan kerja di lokasi untuk membuat lereng lebih bertingkat sehingga lebih stabil (U.S. EPA 2017a).
- **Pasang pagar.** Pagar dapat membantu mencegah sampah berpindah ke luar lokasi dalam kondisi berangin. Pagar juga dapat membantu mengatur orang yang memiliki akses ke lokasi, hal ini dapat membantu mengurangi risiko kebakaran yang tidak disengaja dan paparan zat berbahaya.

Praktik Terbaik

Bagian ini menjelaskan praktik terbaik untuk memulai transisi ke sanitary landfill, termasuk meningkatkan operasi di tempat pembuangan terbuka, mengubah tempat pembuangan terbuka menjadi tempat pembuangan terkendali, dan menutup tempat pembuangan sampah.

Meningkatkan Operasi di Tempat Sampah Terbuka ✓

Peningkatan sederhana dapat dilakukan dengan sedikit investasi modal dan biaya berkelanjutan yang minimal untuk mengurangi dampak lingkungan dan kesehatan dari tempat sampah terbuka. Contoh termasuk:

- **Terapkan pelindung harian.** Menerapkan bahan penutup harian (misalnya, kotoran atau kompos) dapat mengurangi ancaman kesehatan dan penyakit langsung yang ditimbulkan oleh sampah yang terbuka (GMI 2012).
- **Bangun drainase.** Membangun saluran air di sekeliling tempat pembuangan sampah untuk menampung limpasan dan air lindi (USAID 2018).

Mengubah Tempat Pembuangan Sampah Terbuka menjadi Tempat Pembuangan Terkendali ✓

Selain menerapkan perbaikan awal berbiaya rendah di tempat pembuangan terbuka, banyak kota telah meningkatkan tempat pembuangan terbuka dengan mengubahnya menjadi tempat pembuangan terkendali. Perubahan ini biasanya melibatkan langkah-langkah berikut:

- **Melakukan penilaian lokasi.** Penilaian lokasi akan membantu menentukan apakah lokasi tempat pembuangan terbuka yang ada sudah cocok untuk diubah menjadi tempat pembuangan terkendali atau untuk penutupan akhir. Tempat pembuangan alternatif diperlukan jika perubahan tidak praktis (Coursera 2019).





INTI MASALAH



Menutup Tempat Pembuangan Sampah Terbuka di Oman

Untuk informasi selengkapnya, lihat [halaman web be'ah di Oman](#) (be'ah 2017a).

Hingga belakangan ini, sampah Oman disimpan ke dalam sebaran campuran di 317 tempat pembuangan terbuka dan tempat pembuangan sampah yang tidak terkendali, yang menimbulkan bahaya lingkungan dan kesehatan masyarakat bagi mereka yang tinggal di dekat tempat pembuangan sampah.

Pada tahun 2009, pemerintah mengeluarkan dekrit kerajaan untuk mendukung revitalisasi infrastruktur pengelolaan sampah padat Oman. Dalam waktu kurang dari lima tahun, otoritas pengelolaan sampah negara itu berhasil menutup sekitar 90 persen tempat pembuangan sampah di Oman, mengikuti proses yang sistematis.

Penutupan tempat pembuangan sampah diprioritaskan menggunakan kriteria analisis risiko lingkungan dan kesehatan masyarakat. Tempat pembuangan sampah dengan potensi terbesar atas kontaminasi berkelanjutan, pembakaran terbuka, atau masalah keamanan didorong ke urutan teratas daftar penutupan untuk meminimalkan dampak buruknya. Prioritas juga mempertimbangkan waktu penutupan dan biaya yang dibutuhkan.

- **Mempersiapkan lokasi yang ada.** Mengubah tempat pembuangan terbuka menjadi tempat pembuangan terkendali melibatkan beberapa langkah, termasuk meratakan dan memadatkan sampah yang ada serta membangun saluran/parit drainase, di antara kegiatan persiapan lainnya (Coursera 2019). Prosedur operasional meliputi pembatasan area wilayah kerja; menutupi sampah yang terbuka dengan tanah, pasir, atau tanah liat; dan memasang penghalang sampah (U.S. EPA 2002a). Dalam kasus yang jarang terjadi ketika ada sedikit sampah di tempat pembuangan, sampah dapat disingkirkan untuk sementara waktu ketika lapisan baru dan sistem pengumpulan lindi dipasang [UNEP 2005(b)]. Hal ini juga merupakan praktik terbaik untuk kegiatan persiapan untuk memperhitungkan daur ulang di tempat pada masa mendatang oleh pekerja sektor informal. Banyak kota telah menghentikan kegiatan daur ulang di tempat pembuangan limbah dan sebaliknya meminta pekerja sektor informal melakukan kegiatan daur ulang di tempat yang lebih formal di luar lokasi.
 - **Pemantauan fasilitas secara teratur** untuk volume dan komposisi sampah, produksi gas metana, kondisi air permukaan dan air tanah, dan kondisi sistem drainase adalah praktik terbaik (USAID 2018). Jika tempat pembuangan yang terkendali tidak dipantau dengan cermat, mungkin masih memiliki masalah yang perlu ditangani, seperti kelongsoran lereng yang terjadi saat sampah mengendap. Contoh 12.2 menyajikan studi kasus proyek rehabilitasi tempat pembuangan sampah terkendali di Delhi Timur, India.
 - **Penyegelan dan penutupan tempat pembuangan sampah secara bertahap** karena kapasitas untuk menerima sampah telah habis (USAID 2018).
 - **Mempertahankan pemantauan terjadwal** sampai pengambilan sampel menunjukkan bahwa hal ini tidak lagi diperlukan – setidaknya 10 tahun tetapi mungkin 30 tahun atau lebih (USAID 2018).
- Menutup Tempat Pembuangan Akhir** ✓
Menutup tempat pembuangan sampah terbuka tidak hanya berarti meninggalkannya. Produk sampingan dekomposisi diproduksi lama setelah penutupan; maka, perencanaan dan pemeliharaan jangka panjang diperlukan untuk meminimalkan risiko kota pascapenutupan (Coursera 2019). Praktik terbaik untuk menutup tempat pembuangan terbuka dan terkendali meliputi:
- **Melakukan sosialisasi.** Kota-kota merasa perlu mengidentifikasi peran dan tanggung jawab pihak yang terkena dampak penutupan, seperti operator, penduduk, dan pemangku kepentingan lainnya.





POIN UTAMA



Menutup Kampanye Tempat Pembuangan Sampah

Asosiasi Sampah Padat Internasional telah membentuk kampanye untuk menutup 50 tempat pembuangan sampah terbesar di dunia. *IISWA website* (ISWA 2017b) mencakup berbagai sumber daya untuk membantu kota dalam merencanakan proyek penutupan tempat pembuangan sampah.

Terlibat dalam diskusi dengan kelompok-kelompok ini dapat membantu otoritas setempat dan pengambil keputusan mengumpulkan informasi tentang hambatan potensial dan mendapatkan dukungan. Misalnya, disarankan untuk menjangkau pekerja sektor informal yang bergantung pada akses ke bahan-bahan di tempat pembuangan terbuka untuk mata pencaharian mereka; mereka dapat secara resmi dimasukkan dalam rencana untuk menutup tempat pembuangan sampah dan dipekerjakan sebagai pekerja di fasilitas baru yang direncanakan. Untuk informasi selengkapnya tentang strategi pelibatan pemangku kepentingan, lihat bagian [Keterlibatan Pemangku Kepentingan](#).

- **Mengembangkan rencana penutupan.** Rencana penutupan menjelaskan kegiatan yang harus dilakukan selama penutupan lokasi. Elemen rencana dapat mencakup stabilisasi lereng curam untuk mencegah bahaya erosi, penerapan sistem pengelolaan lindi dan gas, dan desain penutup akhir. Rencana tersebut juga harus mempertimbangkan langkah-langkah untuk mencegah pembuangan ilegal pada masa depan, akses tidak sah di lokasi tertutup, relokasi pemukiman informal (jika ada), dan pemasangan sumur pemantauan (Kursus 2019).

Pengeluaran modal untuk penutupan antara lain meliputi biaya bahan penutup akhir, drainase, lindi dan sistem pengelolaan gas, dan relokasi pemukiman informal. Biaya operasional umumnya mencakup kebutuhan peralatan dan tenaga kerja (Coursera 2019).

- **Mengembangkan rencana pengelolaan pasca-penutupan.** Tempat pembuangan akan terus menghasilkan lindi dan gas lama setelah tempat tersebut berhenti menerima sampah. Selain itu, penutup akhir situs dapat terkikis seiring waktu karena curah hujan dan paparan elemen. Rencana pascapenutupan yang dirancang dengan baik

memungkinkan pemeliharaan dan pemantauan situs yang berkelanjutan selama setidaknya 10 tahun (Coursera 2019).

- **Mempertimbangkan penggunaan kedua dari tempat pembuangan sampah tertutup.** Tempat pembuangan sampah yang tertutup dengan baik nantinya dapat digunakan untuk tujuan lain, seperti area rekreasi atau ruang hijau publik, atau untuk tujuan konstruksi. Penting untuk memastikan bahwa risiko emisi metana dan kontaminasi lindi telah dihilangkan sebelum ruang tersebut digunakan untuk umum.
- **Bersiap untuk kegiatan remediasi dan pembersihan, jika diperlukan.** Masalah seperti lindi, selip dan paparan sampah, kebakaran, dan ledakan sering kali diakibatkan oleh prosedur penutupan dan pasca-penutupan yang tidak tepat atau tidak memadai. Solusi mungkin mencakup penggalian tanah atau teknologi pembersihan yang lebih agresif (Coursera 2019).

Pertanyaan untuk Pengambil Keputusan

- Langkah rendah biaya apa yang dapat segera diambil kota untuk mengurangi dampak kesehatan dan lingkungan dari pembuangan terbuka?
- Haruskah tempat pembuangan sampah ditutup atau diubah? Jika ditutup, apakah lokasi akan diperbaiki?
- Jika tempat pembuangan sampah akan diperbaiki, pedoman apa yang harus diikuti kota untuk meminimalkan dampak terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat?
- Standar apa yang dapat dicapai di tempat pembuangan sampah?
- Haruskah kota menawarkan fasilitas pemindahan sampah secara permanen atau sementara di lokasi tertutup?




CONTOH 12.2 STUDI KASUS


Rehabilitasi Tempat Pembuangan Sampah di Delhi Timur, India

Tempat pembuangan sampah Ghazipur di Delhi Timur dibuka pada tahun 1984. Dimulai pada awal 2000-an, situs ini mulai mencapai kapasitas desain maksimum. Namun, karena tidak adanya tempat pembuangan pengganti, sampah terus dibuang di lokasi tersebut.

Pada tanggal 1 September 2017, sebagian sampah mengalami longsor. Sampah dari tempat pembuangan sampah meluncur 110 meter melintasi area yang berdekatan, menewaskan dua orang dan melukai lima lainnya. Insiden ini mendorong urgensi baru untuk meningkatkan operasi dan manajemen di tempat pembuangan akhir.

Dalam menanggapi hal ini, Perusahaan Kota Delhi Timur (East Delhi Municipal Corporation) bekerja sama dengan Climate and Clean Air Coalition Municipal Solid Waste Initiative dan Lembaga Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat untuk melakukan penilaian secara detail terhadap struktur tempat pembuangan akhir dan praktik operasional yang mengakibatkan kelongsoran. Kajian tersebut memberikan rekomendasi untuk (1) mengurangi risiko kelongsoran pada masa depan, (2) mengurangi risiko kebakaran tempat pembuangan akhir, dan (3) memperkirakan kapasitas tambahan di tempat pembuangan akhir sampai alternatif siap.

Untuk mempelajari lebih lanjut tentang kegiatan ini, lihat laporan Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat **tentang program rehabilitasi tempat pembuangan akhir Ghazipur** (U.S. EPA 2017a).



13 SANITARY LANDFILLS





Referensi Utama

-  [Global Methane Initiative: Biogas Tools and Resources](#) (GMI 2020)
-  [Municipal Solid Waste Knowledge Platform](#) [CCAC Tidak Bertanggal(a)]
-  [Sector Environmental Guideline Solid Waste](#) (USAID 2018)
-  [International Guidelines for Landfill Evaluation](#) (ISWA 2011)
-  [Landfill Operational Guidelines, 2nd Edition](#) (ISWA 2010)
-  [Improving Solid Waste Disposal in San Cristobal Municipality, Dominican Republic](#) (U.S. EPA 2017b)
-  [Sanitary Landfill Design and Siting Criteria](#) (Cointreau 2004)
-  [International Best Practices Guide for Landfill Gas Energy Projects](#) (GMI 2012)
-  [Waste Atlas \(Database of Global Waste Management Sites\)](#) (D-WASTE 2020)
-  [Government of India Municipal Solid Waste Management Manual - Chapter 4.5: Municipal Sanitary Landfills](#) (CPHEEO 2016)

Bagian 13

Sanitary Landfill

Sanitary landfill dirancang untuk mengontrol dan mengurangi potensi kontaminasi permukaan dan air tanah, mengurangi ancaman terhadap pekerja sanitasi, mengurangi emisi polutan udara, dan memungkinkan pengumpulan gas tempat pembuangan akhir (LFG) sebagai sumber energi potensial.

Bagian ini memberikan informasi dasar tentang fitur utama sanitary landfill; dan praktik terbaik untuk perencanaan, penempatan, perancangan, dan pengoperasiannya.

Apa itu Sanitary Landfill?

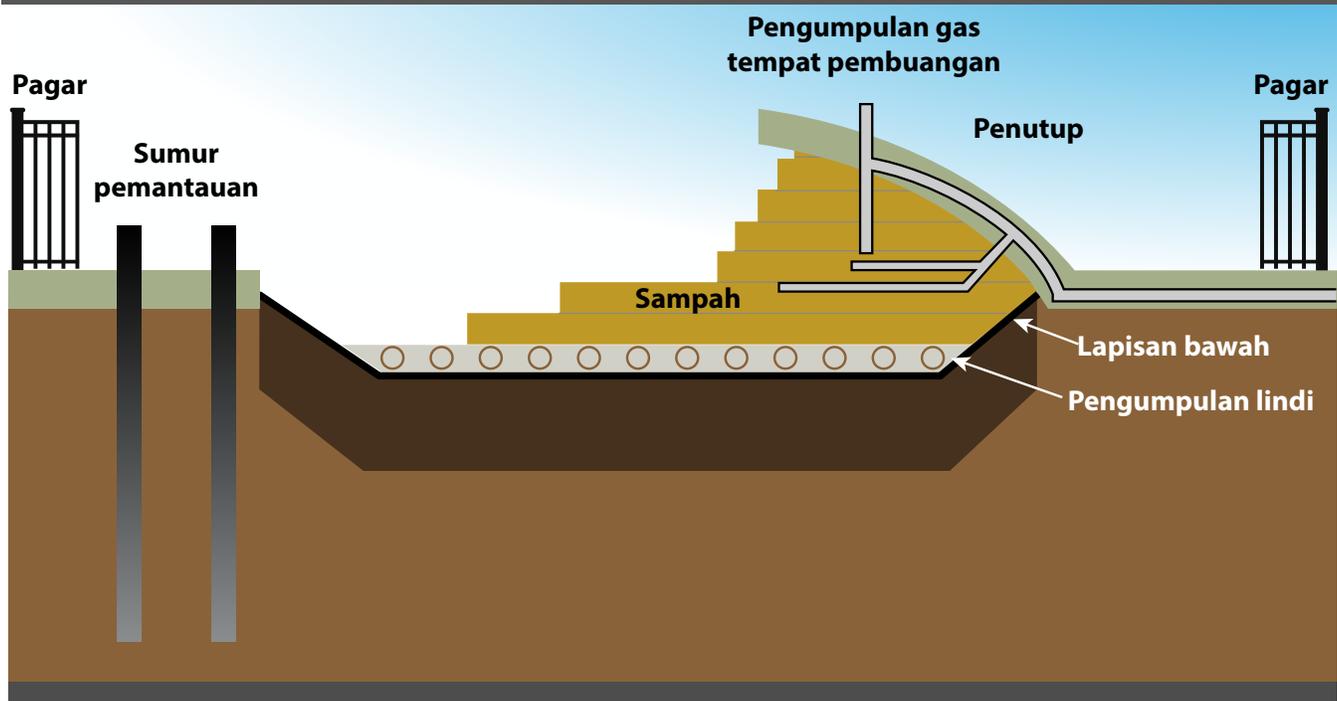
Sanitary landfill modern adalah tempat pembuangan, tempat semua praktik berikut diterapkan secara sistematis (Gambar 13.1):

- Penggunaan liner dan sistem pengumpulan lindi dan gas untuk mengendalikan atau mencegah dampak lingkungan yang merugikan dan dampak selanjutnya terhadap kesehatan dan keselamatan masyarakat.

- Pembuangan sampah ke permukaan kerja yang ditargetkan dan ditetapkan dengan jelas.
- Pemadatan sampah untuk melestarikan sumber daya lahan.
- Penerapan material penutup setiap hari untuk mengendalikan risiko bahaya dari sampah yang terbuka.
- Desain dan operasi tempat pembuangan akhir untuk mengontrol dan meminimalkan pemukiman manusia di dalam dan dekat tempat pembuangan akhir.
- Pemantauan air tanah untuk mendeteksi potensi kebocoran pada liner.

Pendekatan yang mantap dalam jangka panjang adalah dengan menerapkan semua praktik ini secara sistematis. Namun, menerapkan semua praktik ini mungkin akan menantang secara teknologi dan ekonomi di beberapa negara berkembang. Maka, tujuan jangka pendek adalah untuk menerapkan praktik ini sebanyak mungkin dan semaksimal mungkin dalam kondisi saat

Contoh 13.1. Penampang dari Sanitary Landfill yang Khas, Dirancang, Dibangun, dan Dipelihara dengan Benar





POIN UTAMA

Menangani Sampah Khusus

Beberapa bahan berdensitas rendah (misalnya, selaput plastik dan busa) memerlukan penanganan dan pemrosesan yang terampil di tempat pembuangan akhir untuk mencapai pemadatan yang tepat dan meminimalkan sampah. Sampah berbahaya mungkin memerlukan penanganan khusus karena toksisitas, korosifitas, atau sifat berbahaya lainnya (Savage et al. 1998). Untuk informasi selengkapnya tentang menangani sampah khusus, lihat [bagian Karakterisasi Sampah](#).

ini. Tujuan terpenting adalah pencegahan dampak negatif terhadap kesehatan masyarakat dan lingkungan (Savage et al. 1998).

Praktik Terbaik

Bagian ini menyoroti praktik terbaik untuk semua aspek sanitary landfill, termasuk cara mempertimbangkan komposisi sampah, biaya penimbunan, penempatan, desain, pengoperasian dan pengelolaan lokasi, serta penutupan dan pascapenutupan.

Komposisi Sampah

Komposisi (jenis dan kuantitas) sampah padat yang tertimbun di tempat pembuangan merupakan penentu penting dari jenis, jumlah, dan karakteristik produk sampingan yang dikeluarkan ke udara dan tanah. Emisi ini terjadi sebagai konsekuensi dari proses yang terjadi di dalam tempat pembuangan akhir. Merancang sanitary landfill untuk menangani jumlah dan jenis sampah yang akan dibuang di lokasi pembuangan merupakan pendekatan yang sudah kokoh (Savage et al. 1998).

Kota-kota menganggap penting untuk mempertimbangkan variabel terkait sampah berikut ketika merencanakan sanitary landfill:

- Apakah suatu kota memiliki **data kualitas** tentang kuantitas dan komposisi sampah yang akan dibuang ke tempat pembuangan akhir, yang berbeda dengan komposisi keseluruhan sampah yang dihasilkan oleh penduduk yang dilayani kota tersebut. Selama proses perencanaan, kota menentukan laju aliran sampah padat ke tempat pembuangan, dan mengidentifikasi serta mengevaluasi semua faktor yang mempengaruhi aliran dari waktu ke waktu

(tingkat saat ini dan masa depan) karena tempat pembuangan akhir akan beroperasi selama beberapa tahun. Bagian [Karakterisasi Sampah](#) membahas praktik terbaik untuk karakterisasi aliran sampah secara lebih mendetail.

- **Program pengalihan** sampah saat ini dan mendatang (misalnya, untuk sampah organik atau yang dapat didaur ulang), dan dampaknya terhadap jumlah dan jenis sampah yang dibuang di lokasi.
- Apakah aliran sampah mungkin termasuk **sampah berbahaya** atau sampah yang mungkin menimbulkan risiko spesifik saat dibuang, yang harus diperlakukan secara terpisah (mis., sampah medis). Sampah ini harus dianggap “tidak dapat diterima” di sanitary landfill.

Biaya Tempat Pembuangan Akhir

Penting untuk memahami biaya untuk merancang, membangun, mengoperasikan, dan memantau sanitary landfill sejak awal selama tahap operasional, penutupan, dan pascapenutupan. Tanpa pemahaman yang jelas dari biaya ini dan bagaimana biaya tersebut akan dibayarkan, kota menghadapi risiko harus membatalkan proyek tempat pembuangan akhir sebelum proyek itu selesai (misalnya, karena pembiayaan yang tidak mencukupi) atau menutup tempat pembuangan akhir setelah dibangun (misalnya, jika operasi terbukti terlalu mahal). Kota juga perlu mencadangkan pendanaan yang cukup untuk menutupi biaya pemeliharaan dan pemantauan tempat pembuangan akhir setelah ditutup; pemeliharaan pasca-penutupan yang tidak memadai dapat mengakibatkan lokasi tersebut gagal menampung sampah dan produk sampingan terkait.





POIN UTAMA



Faktor yang Perlu Dipertimbangkan Saat Menentukan Biaya Tempat Pembuangan Akhir

- Karakteristik dan jumlah sampah yang akan dibuang
- Kepadatan sampah di tempat dan rasio bahan penutup terhadap sampah padat
- Ketersediaan tanah yang cocok untuk digunakan sebagai bahan penutup dan pelapis
- Pembelian dan penyiapan lokasi, yang dapat mencakup relokasi orang dan bisnis
- Kekasaran medan dan kemudahan akses ke lokasi
- Konstruksi tempat pembuangan akhir bertahap
- Persyaratan peraturan
- Persyaratan infrastruktur pengumpulan dan pemanfaatan LFG
- Persyaratan sistem pengolahan lindi
- Rencana pemeliharaan dan pemantauan pasca penutupan

Tantangan dari Memperkirakan Biaya Tempat Pembuangan Akhir

Kelangkaan dari data yang dapat diandalkan tentang biaya tempat pembuangan akhir merupakan tantangan utama di banyak kota. Dengan demikian, melakukan upaya pengumpulan data yang terorganisir merupakan langkah pertama yang penting dalam estimasi biaya yang akurat. Singkatnya, proses ini melibatkan pencatatan semua biaya yang berlaku (misalnya, elemen biaya seperti persiapan lokasi), memperkirakan besarnya biaya untuk setiap elemen, dan menghitung total biaya pada skala. Bagian 18.8 dalam [Guidance for Landfilling Waste in Developing Countries](#) (Savage et al. 1998) menyertakan lembar kerja tentang perkiraan biaya tahunan. Meskipun model menggunakan data historis Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat dari Amerika Serikat, metode estimasi biaya berguna untuk perencanaan umum.

Salah satu metode untuk memperkirakan biaya tempat pembuangan akhir adalah untuk memeriksa operasi tempat pembuangan akhir masa lalu serta saat ini di yurisdiksi lain di dekat daerah pembuangan yang diusulkan, dan untuk mendapatkan atau memperkirakan biaya. Penting untuk memperhitungkan baik biaya modal maupun biaya operasional.

Penggunaan Program Pengalihan

Dalam beberapa kasus, memanfaatkan program

pengalihan sampah dapat membantu mengurangi biaya pembangunan dan pengoperasian tempat pembuangan akhir. Misalnya, banyak kota telah menggunakan program pengalihan sampah untuk mengurangi volume sampah yang harus dibuang, sehingga memungkinkan mereka membangun tempat pembuangan akhir yang lebih kecil dengan biaya lebih rendah atau membangun tempat pembuangan akhir yang akan bertahan lama. Secara umum, biaya yang lebih tinggi atas pembuatan tempat pembuangan akhir dapat membuat program pengalihan lebih hemat biaya. Misalnya, program daur ulang yang mungkin terlalu mahal untuk diterapkan mungkin menjadi lebih ekonomis jika biaya pembuatan tempat pembuangan akhir tinggi. Untuk informasi selengkapnya tentang pengelolaan sampah sebelum mencapai tempat pembuangan akhir, lihat bagian [Pengelolaan Sampah Organik](#) dan [Daur Ulang](#).

Opsi untuk Pemulihan Biaya

Kota dapat memulihkan biaya pengoperasian tempat pembuangan akhir dengan mengumpulkan “biaya tip”. Biaya tip umumnya dikenakan sesuai dengan berat atau volume sampah serta jenis sampah. Informasi selengkapnya tentang perkiraan biaya dan opsi pemulihan dapat ditemukan di bagian [Pertimbangan Ekonomi](#).

Kota juga dapat menggunakan proyek pemulihan dan pemanfaatan LFG untuk mengimbangi biaya operasi tempat pembuangan akhir. Dalam proyek ini, LFG



Contoh 13.2. Karakteristik Geologi yang Ideal untuk Penempatan Tempat Pembuangan Akhir

Stabilitas geologis. Daerah rawan bahaya geologis, seperti zona seismik aktif, zona patahan, banjir, dan longsor, dihindari.

Lapisan kedap air di dasar tempat pembuangan akhir. Permeabilitas menggambarkan tingkat di mana air melewati tanah atau substrat lain (misalnya, menempatkan tempat pembuangan akhir di daerah dengan tanah liat - di mana air tidak dapat mengalir - akan memberikan perlindungan yang ideal).

Jarak dari badan air permukaan. Menempatkan tempat pembuangan akhir jauh dari badan air permukaan (misalnya, lebih dari 1.000 meter) meminimalkan potensi banjir di tempat pembuangan akhir dan kontaminasi badan air.

Konduktivitas hidrolis yang rendah pada akuifer pertama yang terletak di bawah tempat pembuangan akhir untuk meminimalkan potensi kontaminan berpindah ke akuifer yang berbeda.

Akuifer terdekat di bawah dasar tempat pembuangan akhir mendalam dan tidak digunakan untuk tujuan minum.

Lapisan tak jenuh di bawah dasar tempat pembuangan akhir mengandung baik udara maupun air di antara tanah dan batuan (misalnya, lebih dari 30 meter).

dikumpulkan dan digunakan guna menghasilkan listrik untuk pembakaran langsung (misalnya, dalam boiler di dalam atau di luar lokasi) atau untuk penggunaan lain (misalnya, bahan bakar transportasi). Penggunaan LFG ini mengurangi kebutuhan kota untuk membeli sumber energi lain. Untuk informasi lebih lanjut tentang praktik terbaik untuk proyek energi LFG, lihat [Panduan Praktik Terbaik Internasional untuk Proyek Energi Gas Tempat Pembuangan Akhir](#) dari Global Methane Initiative (GMI) (GMI 2012). Inisiatif juga telah mengembangkan beberapa [alat untuk pemodelan LFG](#) (GMI Tidak bertanggungjawab) di negara berkembang tertentu.

Pemilihan Lokasi

Beberapa faktor penting untuk dipertimbangkan ketika memilih lokasi untuk tempat pembuangan akhir, termasuk faktor geologis dan non-geologis.

Elemen geologis dan hidrologis

Informasi geologi dan hidrologi dapat digunakan untuk memilih daerah yang lebih cocok untuk pengembangan tempat pembuangan akhir, serta untuk membantu dalam merancang tempat pembuangan akhir guna meminimalkan potensi pencemaran lingkungan. Contoh 13.2 menyajikan karakteristik geologi dan hidrologi yang ideal untuk penempatan tempat pembuangan akhir.

Pertimbangan non-geologis

Pertimbangan demografi dan politik. Kota harus mempertimbangkan faktor demografi dan politik, seperti batas, kepemilikan properti dan hak penggunaan, reaksi potensial dari penduduk lokal, dan potensi dampak terhadap populasi yang terpinggirkan.

Potensi kapasitas tempat pembuangan akhir.

Sanitary landfill biasanya dirancang untuk menampung

pembuangan sampah selama bertahun-tahun. Kota biasanya menghitung volume (atau kapasitas) tempat pembuangan akhir yang diinginkan berdasarkan jumlah sampah yang dihasilkan per orang per tahun, ukuran populasi, populasi yang diantisipasi dan pertumbuhan ekonomi, proses pengolahan sampah alternatif, serta jumlah tahun operasi yang diharapkan dari tempat pembuangan akhir (U.S. EPA 2002a). Informasi selengkapnya tentang memperkirakan sampah masa depan dapat ditemukan di bagian [Karakterisasi Sampah](#).

Jarak pemindahan. Semakin jauh lokasi tempat pembuangan akhir dari tempat sampah dihasilkan dan dikumpulkan, semakin tinggi biaya pengangkutan limbah. Jika tempat pembuangan akhir jauh dari area pengumpulan, kota-kota telah mendirikan stasiun transfer yang membantu untuk mengumpulkan sampah dari kendaraan pengumpul ke dalam sistem pemindahan massal. Informasi selengkapnya tentang stasiun transfer dan perencanaan rute dapat ditemukan di bagian [Pemisahan, Pengumpulan, dan Pengangkutan](#).

Pertanyaan untuk Pengambil Keputusan

- Area geografis apa yang harus dijadikan lokasi dan untuk berapa lama?
- Kriteria pemilihan lokasi apa yang akan digunakan?
- Apa pandangan warga dan organisasi yang berkepentingan dengan lokasi tempat?
- Bagaimana pandangan ini akan diperhitungkan dalam proses pengambilan keputusan?





INTI MASALAH



Menghasilkan Listrik dari LFG di Sao Paulo, Brasil

Untuk mempelajari selengkapnya tentang kegiatan ini, lihat studi kasus terperinci di [Panduan Praktik Terbaik Internasional GMI untuk Proyek Energi Gas Tempat Pembuangan Akhir](#) (GMI 2012).

São Paulo, Brasil, menghasilkan sekitar 15.000 metrik ton sampah padat setiap hari. Sebagian besar sampah ini dibuang di Tempat Pembuangan Akhir São João milik kota dari tahun 1992 hingga 2008. Pada saat penutupannya, fasilitas tersebut memiliki sekitar 24 megagram sampah dan tapak seluas 70 hektar.

Pada tahun 2006, São Paulo memulai rencana untuk membangun proyek energi LFG untuk menangkap dan menggunakan LFG dalam jumlah besar yang dihasilkan di tempat pembuangan akhir. Proyek ini selesai pada tahun 2008. Pembangkit ini membakar LFG dalam 16 mesin, masing-masing berkapasitas 1,54 megawatt, dan memiliki total kapasitas produksi listrik 22,4 megawatt. Tiga suar digunakan untuk membakar LFG yang tidak digunakan untuk menghasilkan listrik.

Persiapan Lokasi ✓

Secara fisik mempersiapkan lahan untuk pembangunan sanitary landfill dapat melibatkan kegiatan-kegiatan berikut (Savage et al. 1998):

- **Pembersihan dan pemindahan tanaman.** Sebaiknya menyingkirkan pohon, semak belukar, tanaman, batu, dan bahan lain yang dapat menghambat pengoperasian peralatan atau menghambat kinerja tempat pembuangan akhir, termasuk sistem akar apa pun yang dapat memengaruhi daya tahan jangka panjang sistem pelapis.
- **Persiapan drainase, pengendalian erosi dan sedimentasi, serta akses lokasi.** Kota biasanya membangun jalan, parit, dan fitur-fitur fisik lainnya untuk memungkinkan drainase, pengendalian erosi dan sedimentasi, serta akses lokasi. Fitur-fitur ini diperlukan selama kegiatan persiapan lokasi dan berpotensi sebagai bagian dari desain tempat pembuangan akhir permanen.
- **Penggalian tanah dan penimbunan.** Sebagian besar lokasi tempat pembuangan akhir memerlukan penggalian material tanah dalam jumlah besar untuk persiapan tempat pembuangan akhir. Bahan yang digali dapat digunakan dalam operasi berikutnya (yakni, sebagai bahan penutup).

- **Membuat penyangga.** Penyangga adalah area bidang tanah di luar batas dari sampah padat. Membuat zona penyangga yang cukup besar meningkatkan penerimaan publik terhadap tempat pembuangan akhir dan pengoperasiannya.

Desain Tempat Pembuangan Akhir ✓

Di atas segalanya, merupakan praktik terbaik untuk merancang tempat pembuangan akhir guna melindungi kesehatan manusia dan lingkungan. Kriteria desain khusus memperhitungkan persyaratan nasional atau regional, tetapi terdapat beberapa fitur desain umum:

- **Lapisan bawah.** Lapisan digunakan untuk mencegah lindi memasuki air tanah dengan menjaga cairan berada di dalam area tempat pembuangan akhir. Lapisan terbuat dari bahan yang relatif kedap air seperti tanah yang dipadatkan atau tanah liat, bahan sintetis, atau gabungan tanah liat dan bahan sintetis. Tanah liat yang dipadatkan dengan baik paling sering digunakan karena sifatnya yang kedap air dan ketersediaannya secara umum (Savage et al. 1998).
- **Pengumpulan dan pengolahan lindi.** Di tempat pembuangan akhir yang dilapisi dengan benar, lindi terakumulasi di dalam tempat pembuangan akhir. Penting untuk menjaga jumlah lindi di dalam tempat pembuangan akhir seminimal mungkin





POIN UTAMA

Langkah Utama dalam Mengumpulkan dan Menangani Air Lindi

1. Mengidentifikasi dan memilih jenis lapisan yang akan digunakan (misalnya, lapisan tanah atau tanah liat yang kedap air)
2. Mempersiapkan rencana penilaian untuk lokasi, termasuk lokasi saluran dan pipa untuk pengumpulan dan pembuangan lindi
3. Merancang fasilitas untuk pembuangan, pengumpulan, dan penyimpanan lindi
4. Memilih dan merancang sistem pengolahan lindi (Savage et al. 1998).

karena tekanan air dapat mendorong lindi melalui lapisan permeabel atau melalui ketidaksempurnaan lapisan. Oleh karena itu, tempat pembuangan akhir yang dirancang dengan baik menyertakan peralatan untuk mengumpulkan dan mengalihkan lindi dari tempat pembuangan akhir dan mengolahnya. Pipa berlubang, misalnya, dapat dipasang untuk menampung lindi dan mengalihkannya untuk diolah. Alternatif pengolahan meliputi (1) pembuangan ke sistem pengolahan air sampah, (2) penguapan lindi yang disimpan di kolam penguapan, (3) resirkulasi atau daur ulang lindi melalui lingkungan tempat pembuangan akhir (yang dapat meningkatkan produksi dan laju pengumpulan LFG), dan (4) pengolahan di tempat (Savage et al. 1998, U.S. EPA 2002a).

- **Penutup.** Sanitary landfill yang khas memiliki dua bentuk penutup: (1) penutup harian ditempatkan di atas sampah di permukaan kerja pada penutupan operasi setiap hari; dan (2) penutup akhir, atau tutup, yang merupakan bahan yang ditempatkan di atas tempat pembuangan akhir yang telah selesai. Penutup biasanya mencakup bahan alami dan sintetis seperti lumpur, kompos, ban robek, dan membran geosintetik.
- **Pengumpulan LFG dan pemulihan energi.** Pengumpulan LFG dan pemulihan energi merupakan aspek penting dari operasi sanitary landfill. LFG dihasilkan sebagai produk sampingan dari dekomposisi jenis sampah tertentu.

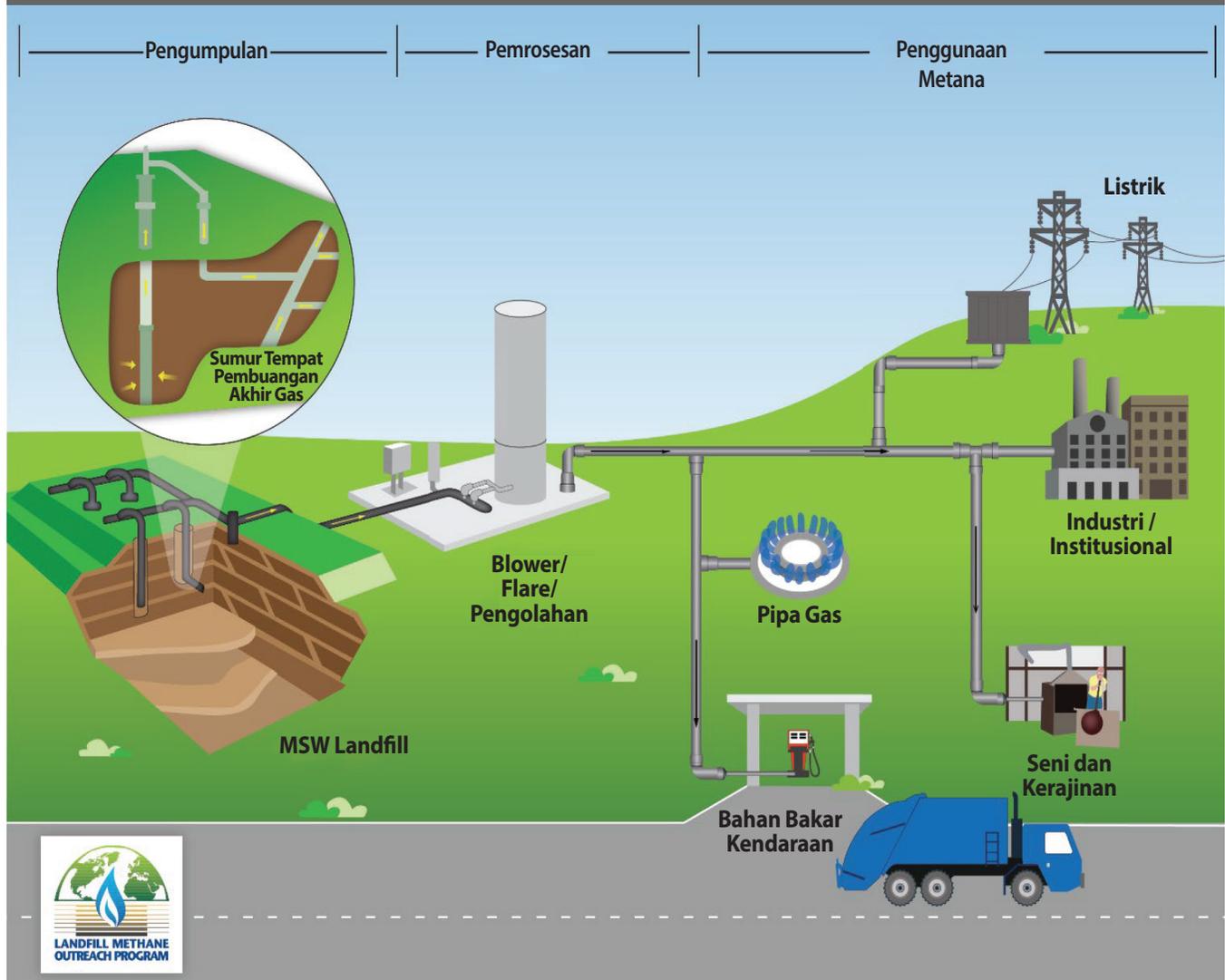
Seperti yang diilustrasikan dalam Contoh 13.3, sistem pengumpulan LFG dapat membantu mengumpulkan, memindahkan, dan membakar atau menggunakan gas ini secara produktif. Pembakaran gas membantu mengurangi risiko kebakaran spontan dan mengurangi emisi metana. Proyek energi LFG dapat dirancang untuk memanfaatkan gas yang terkumpul untuk menghasilkan listrik atau untuk penggunaan produktif lainnya. Panduan [Praktik Terbaik Internasional GMI untuk Proyek Energi Gas Tempat Pembuangan Akhir](#) (GMI 2012) menyertakan informasi

Pertanyaan untuk Pengambil Keputusan

- Apakah departemen pengelolaan sampah kota memiliki keterampilan untuk merancang lokasi? Jika tidak, dapatkan keterampilan ini diperoleh dari bagian lain kota atau dari sektor swasta
- Standar apa yang akan diikuti kota ini?
- Bagaimana pekerja sektor informal akan terpengaruh, dan bagaimana kota akan mengurangi dampak ini?
- Bagaimana fasilitas akan mengumpulkan dan menggunakan LFG? Apakah ada fasilitas terdekat yang akan menggunakan LFG yang ditangkap?



Contoh 13.3. Ilustrasi dari Pengumpulan dan Pengolahan LFG untuk Menghasilkan Metana guna Berbagai Penggunaan (U.S. EPA 2019c)



tambahan tentang cara mengimplementasikan proyek energi LFG. Inisiatif Limbah Kota Koalisi Iklim dan Udara Bersih menawarkan Alat Penyaringan Proyek LFG (CCAC Tidak Bertanggung (b)) untuk membantu kota mengevaluasi kelayakan potensi proyek energi LFG.

- Pemantauan air tanah.** Pemantauan diperlukan untuk menentukan kualitas air tanah di suatu fasilitas dan untuk menentukan apakah telah terjadi pelepasan kontaminan melalui bagian dasar dari tempat pembuangan akhir. Sistem pemantauan air tanah terdiri dari sumur yang ditempatkan pada lokasi dan kedalaman yang sesuai untuk mengambil sampel air yang mewakili kualitas air tanah (U.S. EPA 1995).
- Akses lokasi.** Membangun pagar di sekitar lokasi dapat secara ketat mengontrol akses ke tempat pembuangan akhir dan mencegah cedera, pengambilan sampah yang tidak sah, dan pembuangan ilegal (U.S. EPA 2002a). Penting untuk mempertimbangkan bagaimana membatasi akses ke lokasi yang dapat berdampak pada mata pencaharian individu yang mencari nafkah dengan memulihkan dan menjual bahan yang dapat didaur ulang. Banyak kota mengurangi dampak ini dengan mengintegrasikan pekerja sektor informal ke dalam operasi pengumpulan atau pembuangan formal (misalnya, membantu mereka mengatur koperasi dan menawarkan akses terstruktur di gerbang tempat pembuangan akhir).

Operasi Tempat Pembuangan Akhir ✓

Banyak kota merasa terbantu dengan menyewa pengelola tempat pembuangan akhir yang terlatih untuk mengoperasikan dan mengelola lokasi dengan benar. Sebelum sampah apa pun dibuang ke tempat pembuangan akhir, pengelola mengembangkan rencana untuk menjadi panduan operasional di lokasi. Rencana tersebut biasanya merinci, secara rinci, lokasi tempat di mana sampah akan ditempatkan, bagaimana tempat itu akan dioperasikan, seberapa sering dan di mana penutup tanah akan digunakan, serta bagaimana masalah lingkungan (misalnya, hewan, sampah, kebakaran, gas, lindi) akan ditangani. Pertimbangan operasional utama lainnya termasuk pemadatan sampah, penerapan penutup harian, pengolahan lindi serta pemantauan lindi dan kualitas air, pengelolaan dan pemantauan emisi dan gas TPA, serta penerapan penutup akhir (Munawar dan Fellner 2013).

Operasi Penutupan dan Pasca Penutupan ✓

Ketika tempat pembuangan akhir mencapai kapasitas maksimum, operasi pengisian berhenti, dan lokasi "ditutup" dengan sistem penutup akhir. Periode waktu di mana tempat pembuangan akhir selanjutnya dijaga dan dipantau disebut sebagai "periode pasca penutupan." Kegiatan-kegiatan yang tercantum di bawah ini secara luas dikategorikan ke dalam fase penutupan dan pasca-penutupan.

Penutupan tempat pembuangan akhir melibatkan kegiatan berikut:

- Penghentian pengiriman sampah untuk dibuang dengan cara dikubur di tempat pembuangan akhir
- Persiapan lokasi untuk menerima sistem penutup akhir atau tutup
- Pemasangan sistem penutup akhir
- Pemeriksaan ulang sistem pengelolaan lindi untuk menilai kinerja
- Ketentuan untuk pengumpulan dan pengendalian gas
- Peningkatan atau perbaikan sistem drainase, fitur pengendalian erosi, akses jalan, dll.
- Pemulihan daerah sekeliling yang terganggu
- Pembatasan hukum untuk melarang penggunaan kembali area tempat pembuangan akhir yang tertutup untuk jenis kegiatan tertentu.

Kegiatan pasca penutupan di tempat pembuangan akhir meliputi pemeliharaan sistem penutup,

pengelolaan lindi, pengelolaan gas, pengendalian erosi dan sedimentasi, pengelolaan air permukaan, serta akses dan keamanan lokasi. Selain itu, kegiatan pasca penutupan juga harus mencakup pemantauan lingkungan dan ketentuan khusus untuk penggunaan lokasi di masa mendatang.

Pemeliharaan penutupan dan pasca penutupan adalah kegiatan penting dalam siklus hidup sebuah tempat pembuangan akhir karena kegiatan tersebut memenuhi persyaratan untuk pengelolaan lingkungan dari fasilitas. Umumnya, pemeliharaan pasca penutupan harus dilanjutkan hingga sampah padat stabil ke tingkat di mana tidak lagi berbahaya bagi kesehatan dan keselamatan publik atau kualitas lingkungan. Proses stabilisasi ini dapat berlangsung beberapa dekade.

Studi yang dikutip dalam studi kasus di bawah ini (Contoh 13.4) adalah sumber daya yang berharga untuk memahami praktik terbaik yang terkait dengan mengubah tempat pembuangan sampah menjadi sanitary landfill.

Pertanyaan untuk Pengambil Keputusan

- Apakah ada personel yang cukup terampil untuk mengoperasikan lokasi tempat pembuangan akhir yang baru? Pelatihan apa yang mereka butuhkan, dan dari mana pelatihan itu berasal?
- Haruskah kota mengontrakkan operasi ke sektor swasta?
- Apakah ada cukup uang yang dialokasikan untuk operasi agar dapat dilakukan dengan benar?
- Apakah ada sumber pendapatan tambahan yang dapat membantu mengimbangi biaya operasi (misalnya, biaya tip)?





CONTOH 13.4 STUDI KASUS



Mengembangkan Peta Jalan untuk Transisi ke Tempat Pembuangan Akhir dengan Rekayasa Sanitasi di San Cristobal, Republik Dominika

San Cristobal adalah kota berpenduduk sekitar 250.000 jiwa yang terletak 30 kilometer dari Santo Domingo di Republik Dominika. Sejak tahun 2014, tempat pembuangan utama kota telah menjadi tempat pembuangan semi-terkontrol yang menerima antara 210 dan 270 metrik ton sampah setiap hari. Akses ke lokasi tidak terkontrol, mengakibatkan pemulungan yang tidak aman dan kebakaran yang berbahaya. Selain itu, lokasi tersebut tidak memiliki sistem pelapis, pemantauan air tanah, atau penutup tanah. Karena kondisi lokasi yang tidak aman, serta dampak terkait pada kesehatan dan estetika, kota menerima banyak keluhan dari warganya.

Sebagai tanggapan, pemerintah kota telah mulai bekerja dengan Kementerian Lingkungan Hidup dan Sumber Daya Alam, Badan Pembangunan Internasional Amerika Serikat, dan Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat guna mengembangkan rencana untuk meningkatkan dan akhirnya menutup tempat pembuangan sampah saat ini, dan beralih ke sanitary engineered landfill.

Antara tahun 2017 dan 2018, kota dan mitranya melakukan beberapa penilaian lapangan untuk mengumpulkan data tentang praktik pengelolaan sampah saat ini dan bertemu dengan para pemangku kepentingan. Berdasarkan upaya pengumpulan informasi ini, mitra kota menyiapkan rekomendasi untuk meningkatkan operasi lokasi saat ini (misalnya, dengan menetapkan permukaan kerja yang tepat), mengubah lokasi menjadi tempat pembuangan akhir yang direkayasa (misalnya, dengan merancang pengolahan lindi dan sistem pengumpulan LFG), serta mengontrak dengan sektor swasta. Rekomendasi tersebut disampaikan kepada pemangku kepentingan pada Agustus 2018.

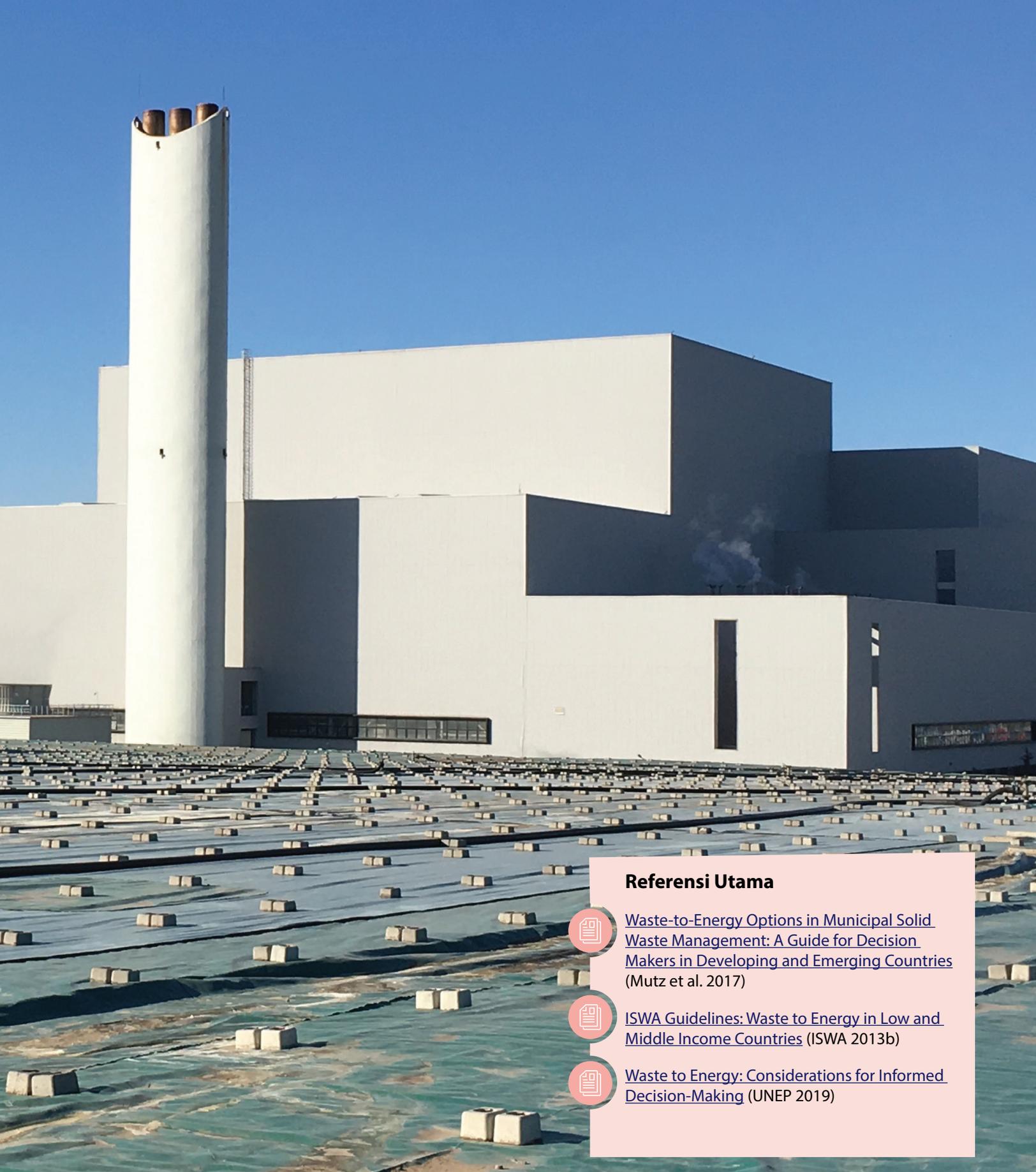
Rekomendasi terakhir ada dalam laporan ***Meningkatkan Pembuangan Sampah Padat di Kota San Cristobal, Republik Dominika*** (U.S. EPA 2018c).



Halaman ini sengaja dikosongkan.

14 PEMULIHAN ENERGI





Referensi Utama

-  [Waste-to-Energy Options in Municipal Solid Waste Management: A Guide for Decision Makers in Developing and Emerging Countries \(Mutz et al. 2017\)](#)
-  [ISWA Guidelines: Waste to Energy in Low and Middle Income Countries \(ISWA 2013b\)](#)
-  [Waste to Energy: Considerations for Informed Decision-Making \(UNEP 2019\)](#)

Bagian 14

Pemulihan Energi

Sekitar 15 persen dari semua sampah yang diolah secara global dibakar dengan pemulihan energi (UNEP 2019). Mayoritas fasilitas pemulihan energi saat ini berlokasi di negara maju, tetapi banyak negara berkembang tertarik dengan strategi pengelolaan sampah padat ini karena potensinya untuk menghilangkan sampah dalam jumlah besar yang tidak dapat didaur ulang. Selain itu, fasilitas ini dapat menghasilkan sumber energi alternatif dan menjaga ruang tempat pembuangan akhir. Namun demikian, ada banyak tantangan yang terkait dengan pengembangan dan keberhasilan pengoperasian proyek pemulihan energi, dan kota-kota didorong untuk mempertimbangkan dengan cermat apakah pemulihan energi merupakan pilihan yang tepat untuk situasi dan kebutuhan khusus mereka.

Bagian ini berfokus pada proses pemulihan energi yang melibatkan pengubahan bahan yang tidak dapat didaur ulang menjadi panas, listrik, atau bahan bakar yang dapat digunakan. Secara khusus, ini membahas teknologi pemulihan energi yang berbeda, dan faktor penting untuk dipertimbangkan ketika menentukan apakah akan memasukkan pemulihan energi sebagai bagian dari sistem pengelolaan sampah padat. Bagian ini tidak membahas proyek biogas yang menghasilkan energi dari pencernaan anaerobik (AD) sampah organik, atau proyek gas tempat pembuangan akhir (LFG). Topik-topik ini masing-masing dibahas di bagian Pengelolaan Sampah Organik dan Sanitary Landfill.

Mengapa Mempertimbangkan Pemulihan Energi?

Proyek pemulihan energi dapat membantu membuang bahan limbah yang tidak dapat didaur ulang, sekaligus menyediakan sumber energi yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pemanasan dan pendinginan distrik. Selain itu, proyek pemulihan energi dapat membantu mengurangi volume sampah yang dikirim ke tempat pembuangan, keuntungan yang sangat menarik di lokasi yang memiliki kapasitas lokasi pembuangan atau tempat pembuangan akhir terbatas. Proyek sampah-ke-energi (WtE) (atau "sampah

dari energi") juga dapat meningkatkan kesehatan dan keselamatan masyarakat dengan membuang sampah dari tempat pembuangan terbuka (UNEP 2019). Oleh karena itu, memiliki kerangka peraturan dan lingkungan (misalnya, teknologi pengendalian emisi) untuk memastikan bahwa proyek WtE tidak memperburuk masalah kualitas udara lokal sangat penting untuk keberhasilan proyek dalam mencapai tujuan lingkungan dan kesehatan.

Jenis Pemulihan Energi

Pemulihan energi, atau WtE, adalah proses mengubah bahan yang tidak dapat didaur ulang menjadi panas, listrik, atau bahan bakar yang dapat digunakan. Konversi ini dapat dilakukan melalui berbagai proses, antara lain (Mutz et al. 2017):

- **Pembakaran.** Pembakaran atau insinerasi adalah pembakaran sampah padat di fasilitas khusus untuk menghasilkan panas, uap, atau listrik. Pembakaran memerlukan pengelolaan emisi gas buang (misalnya, partikulat dan gas) dengan hati-hati dan pembuangan yang aman atau penggunaan abu padat yang bermanfaat untuk mengurangi dampak lingkungan dari proses tersebut. Abu pembakaran biasanya ditimbun (U.S. EPA 2016d).
- **Pemrosesan bersamaan.** Pemrosesan bersamaan menggunakan sampah sebagai pengganti bahan bakar fosil dalam proses industri, seperti pembuatan semen. Bahan bakar yang berasal dari limbah diperlukan untuk pemrosesan bersamaan guna memastikan pembakaran yang terkendali. Bahan bakar yang berasal dari sampah umumnya terdiri dari sampah yang relatif homogen dan dicapai melalui serangkaian langkah pra-pemrosesan, yang membutuhkan modal tambahan. Pemrosesan bersamaan membantu mengurangi emisi karbon dioksida dengan menggunakan bahan bakar biomassa dan bahan bakar campuran, dan juga dapat menjadi pilihan pengelolaan yang layak untuk plastik yang tidak dapat didaur ulang (Hinkel dan Blume 2018).





INTI MASALAH



Kemitraan Pemerintah Swasta di Tiongkok

Untuk informasi selengkapnya, lihat [Pembangunan Perkotaan Berkelanjutan di Republik Rakyat Cina: Pengolahan Sampah Padat Kota: Studi Kasus Kemitraan Pemerintah-Swasta \(PPPs\) di Wenzhou](#) (ADB 2010).

Kota Wenzhou, Cina, menghadapi semakin banyaknya sampah rumah tangga setiap tahun. Secara historis, sampah rumah tangga di daerah tersebut masuk ke dua tempat pembuangan akhir. Pada tahun 2002, kota bermitra dengan kontraktor swasta lokal untuk membangun dan mengoperasikan pabrik pembakaran selama dua tahun. Pada akhir dari dua tahun tersebut, pemerintah akan memiliki dan mengoperasikan pabrik tanpa kompensasi apapun kepada investor swasta. Pembangkit besar ini mampu menjual 7 juta kilowatt listrik per tahun. Pabrik juga menerima biaya layanan dari pemerintah kota Wenzhou untuk pembuangan sampah padat.

Tantangan

WtE dapat menjadi solusi untuk mengurangi sampah dan menyediakan pasokan energi alternatif. Namun, hanya ada sedikit proyek WtE yang berhasil di negara berkembang; tantangan yang dihadapi kota untuk setiap jenis teknologi pemulihan energi termasuk (Mutz et al. 2017):

- Investasi modal yang besar untuk membangun dan mengoperasikan fasilitas.** Biaya operasional termasuk biaya operasi tetap (misalnya, gaji) dan biaya operasi variabel (misalnya, pemeliharaan, penggunaan utilitas, sistem emisi). Meskipun fasilitas WtE dapat dibuat layak secara ekonomi dengan biaya tip, penjualan dari listrik, dan penjualan dari produk sampingan lainnya (misalnya, logam yang dipulihkan), dibutuhkan waktu bertahun-tahun untuk sebuah fasilitas menjadi menguntungkan. Sering kali, pendapatan dari produksi energi tidak menutupi biaya operasional fasilitas, sehingga kota harus mampu dan mau mencari jenis pembiayaan tambahan, seperti kemitraan publik-swasta (KPS). Selain itu, harga listrik dapat berfluktuasi, yang berarti pemulihan energi dari sampah padat mungkin bukan pilihan yang paling kompetitif.
- Pengelolaan emisi dan sampah padat.** Fasilitas WtE menghasilkan produk sampah yang perlu ditangani serta dibuang dengan tepat, termasuk abu dasar dan abu terbang. Beberapa dari produk sampah ini dapat dikurangi dengan menggunakan teknologi kontrol serta pemantauan untuk emisi udara dan air, melakukan penahanan serta pembuangan abu dan sampah lainnya yang tepat, mengendalikan kebisingan dari mesin dan kendaraan pengangkut, serta menangani dan menyimpan sampah berbahaya dengan benar. Penting agar kota memiliki mekanisme pemantauan dan kepatuhan udara yang memadai untuk memastikan bahwa fasilitas WtE memenuhi standar peraturan dan emisi.
- Persyaratan bahan baku tertentu.** WtE membutuhkan bahan baku dengan ambang batas kandungan kalori tertentu yang mungkin tidak dapat dicapai untuk kota atau pusat kota yang tidak memisahkan aliran sampah. Sampah campuran dapat memiliki kadar air yang terlalu banyak atau nilai kalori yang terlalu sedikit, dan peraturan beberapa negara melarang pembakaran sampah berkalori rendah. Selain itu, kondisi iklim dapat membuat bahan baku yang tepat sulit diperoleh. Misalnya, di Karibia, kandungan



sampah organik basah yang tinggi dan lingkungan yang keras menyebabkan korosi yang cepat pada peralatan pemulihan energi (IDB 2016). Di banyak kota, proyek WtE dapat bersaing dengan upaya daur ulang untuk bahan yang dapat didaur ulang dengan nilai kalori tinggi.

- **Pendidikan dan pelatihan staf.** Staf yang berpengalaman dan terampil diperlukan untuk mengimplementasikan dan mengoperasikan fasilitas. Memastikan fasilitas mempekerjakan staf yang berkualifikasi dan semua staf menerima pelatihan merupakan hal yang menguntungkan bagi kota.
- **Komitmen jangka panjang yang saling bertentangan.** Membangun dan mengoperasikan fasilitas WtE membutuhkan komitmen jangka panjang dari kota. Komitmen ini dapat bertentangan dengan prioritas lokal lainnya, seperti pengurangan emisi gas rumah kaca dan target pengurangan timbulan sampah secara keseluruhan (karena penurunan tingkat timbulan sampah berarti lebih sedikit bahan baku untuk fasilitas tersebut)

Digestasi AD dan pemulihan LFG adalah dua cara lain untuk memulihkan energi dari sampah. Bagian [Pengelolaan Sampah Organik](#) dan [Sanitary Landfill](#) masing-masing memberikan informasi lebih lanjut tentang AD dan pemulihan LFG.

Waktu Mempertimbangkan WtE

Pemulihan energi dapat menjadi bagian yang tak terpisahkan dari sistem pengelolaan sampah padat yang berfungsi. Namun, menurut hierarki pengelolaan sampah padat yang dijelaskan di bagian [Pendekatan](#), praktik terbaik adalah menerapkan strategi pengurangan sumber dan daur ulang sebelum mempertimbangkan pemulihan energi sebagai opsi (U.S. EPA 2019a), atau menerapkan ketiga strategi secara bersamaan. Selain itu, karena potensi risiko yang terkait dengan teknologi pemulihan energi (khususnya yang tidak menyertakan peralatan pengendalian emisi), proyek ini merupakan pilihan yang layak hanya di kota-kota dengan sistem pengelolaan sampah padat yang berfungsi dan efisien, serta protokol pengelolaan lingkungan yang berlaku.



Pertanyaan untuk Pengambil Keputusan

- Apakah sistem pengelolaan sampah padat yang efisien sudah ada?
- Apa undang-undang lingkungan yang ada untuk melindungi dari polusi yang disebabkan oleh WtE? Apakah semua teknologi tercakup dalam undang-undang? Apakah mekanisme pemantauan sudah ada?
- Bagaimana kota dapat memastikan aliran sampah berkualitas tinggi yang sesuai untuk pembakaran?
- Bagaimana kota melatih staf untuk memastikan mereka memiliki keterampilan untuk mengoperasikan fasilitas?
- Apakah pengguna akhir untuk listrik atau panas telah diidentifikasi dan ditemui?
- Apakah semua biaya proyek telah dipertimbangkan dan metode pendanaan alternatif telah diidentifikasi? Apakah ada keamanan bagi investor?



Halaman ini sengaja dikosongkan.

Bibliografi

- ABRELPE. 2020. Lixo Fora D'Água. Brazilian Association of Public Cleansing and Waste Management Companies. <http://lixoforadagua.com.br/>. Diakses pada 1 Mei 2020.
- ABRELPE. Tidak bertanggal. Santos: Setting the Scene of the Local Waste Management System. Brazilian Association of Public Cleansing and Waste Management Companies. <http://lixoforadagua.com.br/wp-content/uploads/RELATO%CC%81RIO%20-%20ENG%20Santos.pdf>. Diakses pada 19 Mei 2020.
- ABRELPE dan CCAC. 2017. Handbook on Communication and Engagement for Solid Waste Management. Brazilian Association of Public Cleansing and Waste Management Companies and Climate and Clean Air Coalition. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/communication-and-engagement-solid-waste-management-handbook>. Diakses pada 7 November 2019.
- Abt Associates, SCS Engineers, U.S. EPA, dan CCAC. 2017. Landfill Gas Project Screening Tool. Versi 2. Juni. Abt Associates, SCS Engineers, United States Environmental Protection Agency, and Climate and Clean Air Initiative. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/landfill-gas-project-screening-tool-version-2>. Diakses pada 7 November 2019.
- ADB. 2010. Sustainable Urban Development in the People's Republic of China: Municipal Solid Waste Treatment: Case Study of Public-Private Partnerships (PPPs) in Wenzhou. Asian Development Bank. <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/27864/urbandev-prc-nov2010-waste.pdf>. Diakses pada 30 Januari 2020.
- ADB. 2013. Materials Recovery Facility Toolkit. Asian Development Bank. <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/30220/materials-recovery-facility-tool-kit.pdf>. Diakses pada 27 April 2020.
- ADB dan Australian Government Aid Program. 2011. Toward Sustainable Municipal Organic Waste Management in South Asia. A Guidebook for Policy Makers and Practitioners. Asian Development Bank and the Australian Government Aid Program. Mandaluyong City. <https://www.adb.org/publications/toward-sustainable-municipal-organic-waste-management-south-asia>. Diakses pada 7 November 2019.
- Akenji, L. 2012. Applying EPR in Developing Countries. IGES Rio +20 Issue Brief Vol.3. https://iges.or.jp/en/publication_documents/pub/issue/en/2561/rio_issue_brief_vol3_EPR_mar2012.pdf. Diakses pada 30 Januari 2020.
- Allen, C. 2012. La Pintana, Chile: Prioritizing the Recovery of Vegetable Waste. Case Study, Global Alliance for Incinerator Alternatives. Global Alliance for Incinerator Alternatives. <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/ZW-La-Pintana.pdf>. Diakses pada 7 November 2019.
- Aluminum Association. 2019. Aluminum Recycling. Economically & Environmentally Sustainable. The Aluminum Association. <https://aluminum.org/advocacy/top-issues/aluminum-recycling>. Diakses pada 7 November 2019.
- Aparcana. 2017. Approaches to formalization of the informal waste sector into municipal solid waste management systems in low- and middle-income countries: Review of barriers and success factors. Waste Management 61. 10.1016/j.wasman.2016.12.028.
- Basel Convention. 2020. Plastic Waste Overview. <http://www.basel.int/Implementation/Plasticwastes/Overview/tabid/6068/Default.aspx>. Diakses pada 1 Mei 2020.



- BBC News. 2002. Bangladesh Bans Polythene. BBC News. 1 Januari. http://news.bbc.co.uk/2/hi/south_asia/1737593.stm. Diakses pada 7 November 2019.
- be'ah. 2017a. Electronic Services. <https://beah.om/>. Diakses pada 28 Oktober 2019.
- be'ah. 2017b. Sustainability. <https://www.beah.om/Other/Sustainability>. Diakses pada 19 Mei 2020.
- Brazilian NR. 2010. Law No. 12305 – Brazilian Policy on Solid Waste. Brasilia: Ministry of the Environment in Brazil. 2 Agustus. <http://www.braziannr.com/brazilian-environmental-legislation/law-no-12305-brazilian-national-policy-solid-waste/>. Diakses pada 7 November 2019.
- C40 Cities. 2016a. C40 Good Practice Guides: Dhaka – Composting Project. 15 Februari. https://www.c40.org/case_studies/c40-good-practice-guides-dhaka-composting-project. Diakses pada 7 November 2019.
- C40 Cities. 2016b. Good Practice Guide: Sustainable Solid Waste Systems. http://c40-production-images.s3.amazonaws.com/good_practice_briefings/images/9_C40_GPG_SWS.original.pdf?1456789082. Diakses pada 7 November 2019.
- C40 Cities. 2017. Explainer: How to Finance Urban Infrastructure? <https://www.c40cff.org/knowledge-library/explainer-how-to-finance-urban-infrastructure>. Diakses pada 28 Januari 2020.
- C40 Cities. 2018. Case Study: Electric Urban Cleaning Vehicles to Drive Down City's GHG Emissions, Save Costs, and Improve Citizens' Health. 3 Desember. https://www.c40.com/case_studies/electric-urban-cleaning-vehicles-to-drive-down-city-s-ghg-emissions-save-costs-and-improve-citizens-health. Diakses pada 7 November 2019.
- Cascadia Consulting Group. 2003. Guidelines for Waste Characterization Studies in the State of Washington. Washington State Department of Ecology. Publikasi No. 15-07-040. <https://fortress.wa.gov/ecy/publications/documents/1507040.pdf>. Diakses pada 7 November 2019.
- Cascadia Consulting Group. 2012. City of San Diego Waste Characterization Study: Study Design. 2 November. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/waste-characterisation-study-san-diego>. Diakses pada 7 November 2019.
- Cascadia Consulting Group. 2018. 2015–2016 Washington Statewide Waste Characterization Study. State of Washington Department of Ecology. Publikasi 16-07-032. Diterbitkan 16 Oktober – Diperbarui Januari 2018. <https://fortress.wa.gov/ecy/publications/documents/1607032.pdf>. Diakses pada 7 November 2019.
- CCAC. 2014. Closure and Rehabilitation of Open Dumps. Webinar, 13 November. Climate and Clean Air Coalition Municipal Solid Waste Initiative. <https://www.waste.ccacoalition.org/seminar/closure-and-rehabilitation-open-dumps>. Diakses pada 4 Februari 2020.
- CCAC. 2015. Workplan for Addis Ababa. Climate and Clean Air Coalition. https://www.waste.ccacoalition.org/sites/default/files/files/ccac_workplan_addis_final_2-25-2015.pdf. Diakses pada 3 Februari 2020.
- CCAC. 2018a. Anaerobic Digestion Project Screening Tool (AD_PST). Versi 1. Juli. Developed by Abt Associates for the United States Environmental Protection Agency and Climate and Clean Air Coalition Municipal Solid Waste Initiative. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/anaerobic-digester-project-screening-tool>. Diakses pada 7 November 2019.
- CCAC. 2018b. Financing Readiness Questionnaire. Climate and Clean Air Coalition Municipal Solid Waste Initiative. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/financing-readiness-questionnaire>. Diakses pada 7 November 2019.



- CCAC. 2018c. Policy Report: High-Level Pre-Feasibility Study and Implementation Plan for an Organic Waste Treatment Project in the Municipality of Quito. Climate and Clean Air Coalition. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/high-level-pre-feasibility-study-and-implementation-plan-organic-waste-treatment-project>. Diakses pada 19 Mei 2020.
- CCAC. 2018d. Using Internal Revenue Streams and External Financing for Solid Waste Management Projects. Climate and Clean Air Coalition Municipal Solid Waste Initiative. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/using-internal-revenue-streams-and-external-financing-solid-waste-management-projects>. Diakses pada 7 November 2019.
- CCAC. 2020. City MSW Rapid Assessment Data Collection Tool: ENGLISH. Climate and Clean Air Coalition Municipal Solid Waste Initiative Platform. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/city-msw-rapid-assessment-data-collection-tool-english>. Diakses pada 19 Mei 2020.
- CCAC. Tidak bertanggung(a). Municipal Solid Waste Knowledge Platform. Cities. Climate and Clean Air Coalition Municipal Solid Waste Initiative. <https://www.waste.ccacoalition.org/participant>. Diakses pada 28 Oktober 2019.
- CCAC. Tidak bertanggung(b). Municipal Solid Waste Knowledge Platform. Tools. Climate and Clean Air Coalition Municipal Solid Waste Initiative. <https://www.waste.ccacoalition.org/tool>. Diakses pada 28 Oktober 2019.
- CCAC. Tidak bertanggung(c). Raising Awareness About Solid Waste Management. <http://www.waste.ccacoalition.org/file/1909/download?token=IE-unsJJ>. Diakses pada 27 April 2020.
- CCAC. Tidak bertanggung(d). The Manure Knowledge Kiosk. Climate and Clean Air Coalition. <http://www.manurekiosk.org/>. Diakses pada 11 November 2019.
- CCAC. Tidak bertanggung(e). Waste. Mitigating Short-Lived Climate Pollutants from the Municipal Solid Waste Sector. Climate and Clean Air Coalition. <https://www.ccacoalition.org/en/initiatives/waste>. Diakses pada 22 Mei 2020.
- CCAC dan ISWA. 2016a. Strategy for Organic Waste Diversion – Collection, Treatment, Recycling and Their Challenges and Opportunities for the City of Sao Paulo, Brazil. Climate and Clean Air Coalition and International Solid Waste Association. <https://www.ccacoalition.org/en/resources/strategy-organic-waste-diversion-collection-treatment-recycling-and-their-challenges-and>. Diakses pada 7 November 2019.
- CCAC dan ISWA. 2016b. Technical Guidance on the Operation of Organic Waste Management Treatment Plants. Climate and Clean Air Coalition and International Solid Waste Association. <https://www.ccacoalition.org/en/resources/technical-guidance-operation-organic-waste-treatment-plants>. Diakses pada 7 November 2019.
- CCAC dan U.S. EPA. 2018. Best Practices for Waste Characterisation. Webinar. Climate and Clean Air Coalition and United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. 28 Maret. <https://www.ccacoalition.org/en/event/webinar-best-practices-waste-characterisation-studies>. Diakses pada 7 November 2019.
- CEC. 2016. Environmentally Sound Management of Spent Lead-Acid Batteries in North America. Commission for Environmental Cooperation. Januari. <http://www3.cec.org/islandora/en/item/11665-environmentally-sound-management-spent-lead-acid-batteries-in-north-america-en.pdf>. Diakses pada 11 November 2019.
- CECC. 2020. Situs web Center of Excellence for Circular Economy and Climate Change. <https://centercecc.org/>. Diakses pada 19 Mei 2020.
- CGF. 2018. Consumer Goods Forum's Waste Booklet. <https://www.theconsumergoodsforum.com/wp-content/uploads/2017/10/Environmental-Sustainability-Food-Waste-Booklet-2018.pdf>. Diakses pada 7 Februari 2020.



- CGF. 2020. Food Waste: A Global Commitment to Halving Food Waste by 2025. Consumer Goods Forum. <https://www.theconsumergoodsforum.com/initiatives/environmental-sustainability/key-projects/food-solid-waste/>. Diakses pada 28 Januari 2020.
- Chengappa, C. 2013. Organizing Informal Waste Pickers: A Case Study of Bengaluru, India. Perempuan dalam Pekerjaan Informal: Globalizing and Organizing (WIEGO), Cambridge, MA. Maret. <https://www.wiego.org/resources/organizing-informal-waste-pickers-case-study-bengaluru-india>. Diakses pada 7 November 2019.
- Ciudad Saludable. Tidak bertanggal. Situs web Ciudad Saludable. <http://www.ciudadsaludable.org/>. Diakses pada 3 Februari 2020.
- Cointreau, S. 2004. Sanitary Landfill Design and Siting Criteria. Panduan diterbitkan pada Mei 1996 oleh Bank Dunia sebagai Catatan Infrastruktur Perkotaan, diperbarui November 2004. <http://documents.worldbank.org/curated/en/461871468139209227/Sanitary-landfill-design-and-siting-criteria>. Diakses pada 7 November 2019.
- Coursera. 2019. Municipal Solid Waste Management in Developing Countries. Online course. <https://www.coursera.org/learn/solid-waste-management>. Diakses pada 28 Oktober 2019.
- CPHEEO. 2016. Municipal Solid Waste Management Manual. Central Public Health and Environmental Engineering Organisation. <http://cpheeo.gov.in/upload/uploadfiles/files/Part2.pdf>. Diakses pada 27 April 2020.
- Dias, S.M. 2011. Overview of Legal Framework for Inclusion of Informal Recyclers in Brazil. Perempuan dalam Pekerjaan Informal: Globalizing and Organizing. Mei. http://www.inclusivcities.org/wp-content/uploads/2012/07/Dias_WIEGO_PB6.pdf. Diakses pada 7 November 2019.
- D-WASTE. 2020. Waste Atlas. <http://www.atlas.d-waste.com/>. Diakses pada 31 Januari 2020.
- Eunomia. Tidak bertanggal. Plastics in the Marine Environment: Where Do They Come From? Where Do They Go? <http://www.eunomia.co.uk/wp-content/uploads/2016/05/Eunomia-Marine-Litter-MED.jpg>. Diakses pada 22 Oktober 2019.
- FAO. 2013. Toolkit: Reducing the Food Wastage Footprint. Food Wastage Footprint Project. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/i3342e/i3342e.pdf>. Diakses pada 7 November 2019.
- FAO. 2020. Food Loss Analysis Reports and Fact Sheets. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/food-loss-reduction/resources/faofoodlossanalysisreports/en/>. Diakses pada 31 Januari 2020.
- Farvacque-Vitkovic, C. dan M. Kopanyi. 2014. Municipal Finances: A Handbook for Local Governments. The World Bank, Washington, DC. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/18725>. Diakses pada 7 November 2019.
- Flanagan, K., K. Robertson, dan C. Hanson. 2019. Reducing Food Loss and Waste: Setting a Global Action Agenda. World Resources Institute and The Rockefeller Foundation. https://wriorg.s3.amazonaws.com/s3fs-public/reducing-food-loss-waste-global-action-agenda_0.pdf. Diakses pada 7 November 2019.
- Gerdes, P. dan E. Gunsilius. 2010. The Waste Experts: Enabling Conditions for Informal Sector Integration in Solid Waste Management. Lessons Learned from Brazil, Egypt and India. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn/Deutschland. <https://www.giz.de/en/downloads/gtz2010-waste-experts-conditions-is-integration.pdf>. Diakses pada 7 November 2019.
- GIZ. 2012. Economic Instruments in Solid Waste Management: Case Study – Maputo, Mozambique. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. <https://www.giz.de/en/downloads/giz2012-en-economic-instruments-mozambique.pdf>. Diakses pada 28 Januari 2020.
- Global Alliance of Waste Pickers. Tidak bertanggal. Global Alliance of Waste Pickers. <https://globalrec.org/>. Diakses pada 3 Februari 2020.



- GMI. 2012. International Best Practices Guide for Landfill Gas Energy Projects. Global Methane Initiative, United States Environmental Protection Agency, and International Solid Waste Association. https://www.globalmethane.org/documents/toolsres_lfg_IBPGcomplete.pdf. Diakses pada 7 November 2019.
- GMI. 2020. Biogas Sector Tools and Resources. Global Methane Initiative. https://www.globalmethane.org/tools-resources/resources_filtered.aspx?s=biogas. Diakses pada 31 Januari 2020.
- GMI. Tidak bertanggal(a). Biogas. Featured Tools and Resources. Global Methane Initiative. https://www.globalmethane.org/tools-resources/resources_filtered.aspx?s=biogas. Diakses pada 28 Oktober 2019.
- GMI. Tidak bertanggal(b). Municipal Solid Waste. Plans and Actions. Global Methane Initiative. <https://www.globalmethane.org/sectors/technicalgroup.aspx?s=msw>. Diakses pada 4 November 2019.
- GMI. Tidak bertanggal(c). Naucalpan de Juarez, Mexico – Improving Waste Management Practices and Reducing Methane Emissions. Global Methane Initiative. <https://www.globalmethane.org/challenge/naucalpan.html>. Diakses pada 4 November 2019.
- GMI. Tidak bertanggal(d). Tools and Resources Archive. Global Methane Initiative. <https://www.globalmethane.org/tools-resources/archive/index.aspx>. Diakses pada 28 Oktober 2019.
- GMI. Tidak bertanggal(e). Tools and Resources. Featured Tools and Resources. Global Methane Initiative. https://www.globalmethane.org/tools-resources/resources_filtered.aspx. Diakses pada 19 Mei 2020.
- Gómez-Brandón, M., M. Fernández-Delgado Juárez, J. Domínguez, dan H. Insam. 2013. Animal manures: Recycling and management technologies. In *Biomass Now: Cultivation and Utilization*. pp. 237-272. <https://www.intechopen.com/books/biomass-now-cultivation-and-utilization/animal-manures-recycling-and-management-technologies>. Diakses pada 4 Februari 2020.
- Government of India. 2016. Solid Waste Management Rules 2016. Ministry of Environment, Forest, and Climate Change, New Delhi, India. <https://kspcb.gov.in/SWM-Rules-2016.pdf>. Diakses pada 7 November 2019.
- Hasiru Dala. 2015. Situs web Hasiru Dala. <https://hasirudala.in/krishna-2/>. Diakses pada 7 November 2019.
- Hinkel, M. dan S. Blume. 2018. The Role of Pre- and Co-Processing in Sustainable Waste Management. Presented at the ISWA World Conference in Kuala Lumpur, Malaysia. https://www.iswa.org/media/publications/knowledge-base/login-and-registration/kb_account/5206/?tx_iswaknowledgebase_filter%5Bcategories%5D=all&tx_iswaknowledgebase_filter%5Bmaincategories%5D=0%2C1&tx_iswaknowledgebase_searchbox%5Bsearchphrase%5D=co-processing&tx_iswaknowledgebase_list%5Bpage%5D=1&tx_iswaknowledgebase_list%5Bsorting%5D=crdate&cHash=0ae6b4bfd0304b4e85ac8a4bbed012b. Diakses pada 28 Januari 2019.
- Hinshaw, D. 2015. How Plastic Bags Are Clogging Accra, Exacerbating Deadly Floods. News Ghana. 23 Juni. <https://www.newsghana.com.gh/how-plastic-bags-are-clogging-accra-exacerbating-deadly-floods/>. Diakses pada 7 November 2019.
- IAEA. 2008. Guidelines for Sustainable Manure Management in Asian Livestock Production Systems. Mei. International Atomic Energy Agency. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TE_1582_web.pdf. Diakses pada 11 November 2019.
- IDB. 2016. Solid Waste Management in the Caribbean: Proceedings from the Caribbean Solid Waste Conference. April. Inter-American Development Bank. <https://pdfs.semanticscholar.org/7617/f0c0a0cca771a39bb6510232d980953975a9.pdf>. Diakses pada 28 Januari 2020.



- IFC. 2013. Public-Private Partnership Stories. West Bank & Gaza: Solid Waste Management. International Finance Corporation, Washington, DC. November. https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/e9b7ed6a-c842-473a-b35b-9365b99699a0/PPPStories_WestBankGaza_SolidWasteManagement.pdf?MOD=AJPERES&CVID=IHIBKti. Diakses pada 19 Mei 2020.
- IGES. 2019. Challenges and an Implementation Framework for Sustainable Municipal Organic Waste Management Using Biogas Technology in Emerging Asian Countries. Institute for Global Environmental Strategies. <https://www.iges.or.jp/en/pub/challenges-and-implementation-framework-sustainable-municipal-organic-waste-management-using>. Diakses pada 1 Mei 2020.
- IGES dan UNEP. 2017. Planning and Implementation of Integrated Solid Waste Management Strategies at the Local Level: The Case of Cebu City. Institute for Global Environmental Strategies and United Nations Environmental Programme. https://www.iges.or.jp/en/publication_documents/pub/training/en/6039/CCET+Cebu+Case+Study_PrintingVer0718_2.pdf. Diakses pada 1 Mei 2020.
- IGES dan UNEP. 2018. Participatory Waste Management Approach for Climate Change Mitigation: The Case of Battambang City. Institute for Global Environmental Strategies and United Nations Environmental Programme. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/case-study-battambang-cambodia-ccet>. Diakses pada 4 Februari 2020.
- IGES dan UNEP. 2020. Strategies to Reduce Marine Plastic Pollution from Land-Based Sources in Low and Middle-Income Countries. Institute for Global Environmental Strategies and United Nations Environmental Programme. <https://www.iges.or.jp/en/pub/strategies-reduce-marine-plastic-pollution-land-based-sources-low-and-middle-income-countries>. Diakses pada 1 Mei 2020.
- ILO. 2019. A First Step Towards Improving Working Conditions of Waste Pickers in Senegal. International Labour Organization. https://www.ilo.org/global/topics/cooperatives/news/WCMS_721510/lang-en/index.htm. Diakses pada 3 Februari 2020.
- ISO. 2020. Recycling. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/ics/13.030.50/x/>. Diakses pada 27 April 2020.
- ISWA. 2010. Landfill Operational Guidelines. Edisi ke-2. International Solid Waste Association Working Group on Landfill. January. http://www.iswa.org/index.php?eID=tx_iswaknowledgebase_download&documentUid=1449. Diakses pada 7 November 2019.
- ISWA. 2011. International Guidelines for Landfill Evaluation. International Solid Waste Association Working Group on Landfill. September. http://www.iswa.org/index.php?eID=tx_iswaknowledgebase_download&documentUid=2136. Diakses pada 7 November 2019.
- ISWA. 2013a. Food Waste as a Global Issue – from the Perspective of Municipal Solid Waste Management. Key Issue Paper. Juli. International Solid Waste Association Working Group on the Biological Treatment of Waste. https://www.iswa.org/index.php?eID=tx_bee4memberships_download&fileUid=185. Diakses pada 7 November 2019.
- ISWA. 2013b. ISWA Guidelines: Waste to Energy in Low and Middle Income Countries. Agustus. International Solid Waste Association Working Group on Energy Recovery. http://www.iswa.org/index.php?eID=tx_iswaknowledgebase_download&documentUid=3252. Diakses pada 7 November 2019.
- ISWA. 2015. Wasted Health: The Tragic Case of Dumpsites. Juni. International Solid Waste Association Scientific and Technical Committee Work Program 2014–2015. https://www.iswa.org/fileadmin/galleries/Task_Forces/THE_TRAGIC_CASE_OF_DUMPSITES.pdf Accessed April 29, 2020.
- ISWA. 2016. A Roadmap for Closing Waste Dumpsites: The World's Most Polluted Places. International Solid Waste Association. https://www.iswa.org/fileadmin/galleries/About%20ISWA/ISWA_Roadmap_Report.pdf. Diakses pada 7 November 2019.



- ISWA. 2017a. Closing Dumpsites Knowledge Base. International Solid Waste Association. <http://closingdumpsites.iswa.org/get-support/knowledge-base/>. Diakses pada 28 Oktober 2019.
- ISWA. 2017b. Let's Close the World's Biggest Dumpsites! International Solid Waste Association. <http://closingdumpsites.iswa.org/>. Diakses pada 28 Oktober 2019.
- ISWA. 2017c. Primer for Cities for Accessing Financing for Municipal Solid Waste Projects. International Solid Waste Association. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/primer-cities-accessing-financing-municipal-solid-waste-projects>. Diakses pada 7 November 2019.
- ISWA. 2019. Landfill Operational Guidelines. International Solid Waste Association. https://www.iswa.org/index.php?eID=tx_iswaknowledgebase_download&documentUid=5237. Diakses pada 27 April 2020.
- Jakobsen, L.G. 2012. Waste Characterization in Rural Areas in Developing Countries with a Case Study in Sundarban, West Bengal, India. Juni. Bachelor Thesis, DTU Environment. <http://www.innoaid.org/wp-content/uploads/2014/09/Line-Geest-Jakobsen-s091672-Waste-Characterization-in-Rural-Areas-in-Developing-Countries-with-a-Case-Study-in-Sundarban-West-Bengal-India.pdf>. Diakses pada 7 November 2019.
- JICA. 2012. Data Collection Survey on Solid Waste Management Sector in the Central American and Caribbean Region. Japan International Cooperation Agency. http://open_jicareport.jica.go.jp/pdf/12091898.pdf. Diakses pada 11 November 2019.
- Johannessen, L.M. dan G. Boyer. 1999. Observations of Solid Waste Landfills in Developing Countries: Africa, Asia, dan Latin America. World Bank Group. <https://pdfs.semanticscholar.org/55c1/847025be7a9162f87ee3df9e30fabeb5dc08.pdf>. Diakses pada 11 November 2019.
- Karthik, D. 2018. QR Code to Track Trichy's Waste Collection. Time of India. 2 September. <https://timesofindia.indiatimes.com/city/trichy/qr-code-to-track-trichys-waste-collection/articleshow/65640238.cms>. Diakses pada 7 November 2019.
- Kaza, S., L. Yao, P. Bhada-Tata, dan F. Van Woerden. 2018. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. World Bank Group, Washington, DC. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>. Diakses pada 7 November 2019.
- Kogler, T. 2007. Waste Collection: A Report. International Solid Waste Association. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/waste-collection>. Diakses pada 7 November 2019.
- Kojima, M., A. Yoshida, dan S. Sasaki. 2009. Difficulties in applying extended producer responsibility policies in developing countries: Case studies in e-waste recycling in China and Thailand. *Journal of Material Cycles and Waste Management* 11:263–269.
- Komakech, A., N. Banadda, J. Kinobe, L. Kasisira, C. Sundberg, G. Gebresenbet, dan B. Vinneras. 2014. Characterization of municipal solid waste in Kampala, Uganda. *Journal of the Air & Waste Management Association* 64:340–348. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10962247.2013.861373>. Diakses pada 4 Februari 2020.
- Malomo, G., A. Madugu, dan S. Bolu. 2013. Sustainable animal manure management strategies and practices. In *Agricultural Waste and Residues*. pp. 119–137. <https://www.intechopen.com/books/agricultural-waste-and-residues/sustainable-animal-manure-management-strategies-and-practices>. Diakses pada 4 Februari 2020.
- Matthews, E., C. Amann, S. Bringezu, M. Fischer-Kowalski, W. Huttler, R. Kleijn, Y. Moriguchi, C. Ottke, E. Rodenburg, D. Rogich, H. Schandl, H. Schütz, E. Van der Voet, dan H. Weisz. 2000. The Weight of Nations: Material Outflows from Industrial Economies. World Resources Institute, Washington, DC. http://pdf.wri.org/weight_of_nations.pdf. Diakses pada 7 November 2019.



- Munawar, E. dan J. Fellner. 2013. Guidelines for Design and Operation of Municipal Solid Waste Landfills in Tropical Climates. Februari. International Solid Waste Association. http://www.iswa.org/index.php?eID=tx_iswaknowledgebase_download&documentUid=3159. Diakses pada 7 November 2019.
- Mutz, D., D. Hengevoss, C. Hugl, dan T. Gross. 2017. Waste-to-Energy Options in Municipal Solid Waste Management. A Guide for Decision Makers in Developing and Emerging Countries. Mei. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn. https://www.giz.de/en/downloads/GIZ_WasteToEnergy_Guidelines_2017.pdf. Diakses pada 7 November 2019.
- Njoku, N., J. Lamond, G. Everett, dan P. Manu. 2015. An Overview of Municipal Solid Waste Management in Developing and Developed Economies: Analysis of Practices and Contributions to Urban Flooding in Sub-Saharan Africa. Presented at the 12th International Post-Graduate Research Conference at Salford, UK. https://www.researchgate.net/publication/279868600_An_Overview_of_Municipal_Solid_Waste_Management_in_Developing_and_Developed_Economies_Analysis_of_Practices_and_Contributions_to_Urban_Flooding_in_Sub-Saharan_Africa. Diakses pada 11 November 2019.
- NOAA. 2019. Sources. National Oceanic and Atmospheric Administration Marine Debris Program, Office of Response and Restoration. Direvisi pada 6 November 2019. <https://marinedebris.noaa.gov/types-and-sources/sources>. Diakses pada 7 November 2019.
- Ocean Conservancy. 2019. Fighting for Trash Free Seas: Ending the Flow of Trash at the Source. <https://oceanconservancy.org/trash-free-seas/>. Diakses pada 22 Oktober 2019.
- Ocean Conservancy dan Trash Free Seas Alliance. 2019. Plastics Policy Playbook: Strategies for a Plastic-Free Ocean. <https://oceanconservancy.org/wp-content/uploads/2019/10/Plastics-Policy-Playbook-10.17.19.pdf>. Diakses pada 31 Januari 2020.
- OECD LEED Programme. 2014. Chile's Pathway to Green Growth: Measuring Progress at Local Level. Organization for Economic Co-operation and Development Local Economic and Employment Development Programme. https://www.oecd.org/cfe/leed/Green_growth_Chile_Final2014.pdf. Diakses pada 7 November 2019.
- O'Leary, P. dan P. Walsh. 1991. Example Sanitary Landfill Design Illustration. Reprinted from Waste Age correspondence course articles. University of Wisconsin–Madison Solid and Hazardous Waste Education Center.
- Pehlken, A. dan E. Essadiqi. 2005. Scrap Tire Recycling in Canada. Agustus. CANMET Materials Technology Laboratory. <https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/mineralsmetals/pdf/mms-smm/busi-indu/rad-rad/pdf/scr-tir-rec-peh-eng.pdf>. Diakses pada 11 November 2019.
- PETCO. 2020. Situs web PETCO. <https://petco.co.za/>. Diakses pada 28 Januari 2020.
- PPP Knowledge Lab. 2019. What is a PPP: Defining "Public-Private Partnership." The World Bank Group. <https://pppknowledgelab.org/guide/sections/3-what-is-a-ppp-defining-public-private-partnership>. Diakses pada 7 November 2019.
- Reciclo Organicos. 2020. Reciclo Organicos Program. <https://www.reciclorganicos.com/>. Diakses pada 1 Mei 2020.
- Richards, E. dan D. Haynes. 2014. Solid waste management in Pacific Island countries and territories. In *Municipal Solid Waste Management in Asia and the Pacific Islands*, edited by A. Pariatamby and M. Tanaka. Springer, Singapore. pp. 255–279. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-4451-73-4_13. Diakses pada 11 November 2019.
- Savage, G.M., L.F. Diaz, C.G. Golueke, dan C. Martone. 1998. Guidance for Landfilling Waste in Economically Developing Countries. EPA-600/R-09-040. April. United States Environmental Protection Agency. <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=91017GP2.txt>. Diakses pada 7 November 2019.



- Shuster, K.A. 1974. A Five Stage Improvement Process for Solid Waste Collection Systems. United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/9100RVVR.PDF?Dockey=9100RVVR.PDF>. Diakses pada 7 November 2019.
- Skoll. 2006. Ciudad Saludable. Skoll Awardee Profile: Organization Overview. Skoll. <http://skoll.org/organization/ciudad-saludable/>. Diakses pada 3 Februari 2020.
- Tchobanoglous, G. dan F. Kreith. 2002. Handbook of Solid Waste Management. Edisi Kedua. McGraw-Hill, New York. <https://sanitarac.pro/wp-content/uploads/2017/07/Solid-Waste-Management.pdf>. Diakses pada 7 November 2019.
- TERI. 2020a. Composting and Anaerobic Digestion: Promising Technologies for Organic Waste Management. The Energy and Resources Institute. <https://www.teriin.org/sites/default/files/files/white-paper-composting-anaerobic-digestion.pdf>. Diakses pada 1 Mei 2020.
- TERI. 2020b. Waste. The Energy and Resources Institute. <https://www.teriin.org/waste>. Diakses pada 1 Mei 2020.
- UNEP. 2005a. Solid Waste Management. United Nations Environment Programme and CalRecovery Inc. https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/sandec/E-Learning/Moocs/Solid_Waste/W2/Solid_waste_management_UNEP_2005.pdf. Diakses pada 7 November 2019.
- UNEP. 2005b. Training Module: Closing an Open Dumpsite and Shifting from Open Dumping to Controlled Dumping and to Sanitary Land Filling. United Nations Environment Programme. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8444/SPC_Training_Module_1.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Diakses pada 7 November 2019.
- UNEP. 2009a. Developing Integrated Solid Waste Management Plan, Training Manual; Volume 1: Waste Characterization and Quantification with Projections for Future. United Nations Environment Programme. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7502/ISWMPan_Vol1.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Diakses pada 7 November 2019.
- UNEP. 2009b. Developing Integrated Solid Waste Management Plan, Training Manual; Volume 2: Assessment of Current Waste Management System and Gaps Therein. United Nations Environment Programme. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7609/ISWMPan_Vol2.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Diakses pada 7 November 2019.
- UNEP. 2009c. Developing Integrated Solid Waste Management Plan, Training Manual; Volume 4: ISWM Plan. United Nations Environment Programme. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7770/ISWMPan_Vol4.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Diakses pada 7 November 2019.
- UNEP. 2011. Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Used and Waste Pneumatic Tyres. Oktober. United Nations Environment Programme. https://www.etrma.org/wp-content/uploads/2019/09/2011-10-31_technical-guidelines-on-esm-of-used-tyres_adopted-at-cop10_advance.pdf. Diakses pada 11 November 2019.
- UNEP. 2013. Revised Guideline on Environmentally Sound Material Recovery and Recycling of End-of-Life Computing Equipment. <http://www.basel.int/Portals/4/download.aspx?d=UNEP-CHW.11-INF-13-Rev.1.English.pdf>. Diakses pada 11 November 2019.
- UNEP. 2015. Practical Sourcebook on Mercury Waste Storage and Disposal. United Nations Environment Programme. November. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/9839/-Practical_Sourcebook_on_Mercury_Waste_Storage_and_Disposal-2015Sourcebook_Mercury_FINAL_web.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Diakses pada 21 Mei 2020.
- UNEP. 2018a. Disaster Waste Management Policy/Strategy Nepal. United Nations Environment Programme. November. <https://www.unenvironment.org/ietc/resources/policy-and-strategy/disaster-waste-management-policystrategy-nepal>. Diakses pada 19 Mei 2020.



- UNEP. 2018b. Single-Use Plastics: A Roadmap for Sustainability. United Nations Environment Programme. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25496/singleUsePlastic_sustainability.pdf. Diakses pada 28 Januari 2020.
- UNEP. 2018c. Waste Management Outlook for Latin American and the Caribbean. United Nations Environment Programme. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26448/Residuos_LAC_EN.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Diakses pada 31 Januari 2020.
- UNEP. 2019. Waste-to-Energy: Considerations for Informed Decision-Making. United Nations Environment Programme. <http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/28413/WTEfull.pdf?sequence=E2%80%A6>. Diakses pada 7 November 2019.
- UNEP. Tidak bertanggung(a). Global Partnership on Marine Litter. United Nations Environment Programme. <https://www.unenvironment.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/addressing-land-based-pollution/global-partnership-marine>. Diakses pada 22 Oktober 2019.
- UNEP. Tidak bertanggung(b). Lead Acid Batteries. United Nations Environment Programme. <https://www.unenvironment.org/sw/node/8126>. Diakses pada 11 November 2019.
- UNEP. Tidak bertanggung(c). The Caribbean Environment Programme and Cartagena Convention Secretariat. Protecting our Caribbean Sea and Sustaining Our Future. United Nations Environment Programme. <https://www.unenvironment.org/cep/>. Diakses pada 22 Oktober 2019.
- UNEP. Tidak bertanggung(d). Training Manual for the Preparation of Used Lead Acid Batteries National Management Plans. Basel Convention Training Manual. United Nations Environment Programme. https://www.minzp.sk/files/oblasti/odpady-a-obaly/medzinarodne-dohovory/publikacie-bazilejskeho-dohovoru/12-Lead-acid_Batteries_Training.pdf. Diakses pada 11 November 2019.
- UNEP dan ISWA. 2015. Global Waste Management Outlook. United Nations Environment Programme and International Solid Waste Association. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/9672/-Global_Waste_Management_Outlook-2015Global_Waste_Management_Outlook.pdf.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Diakses pada 7 November 2019.
- UN-Habitat. 2010. Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries. <https://www.ccacoalition.org/en/resources/collection-municipal-solid-waste-developing-countries>. Diakses pada 7 November 2019.
- UN-Habitat. 2011. Recycling and Disposal of Municipal Solid Waste in Low and Middle-Income Countries. Perspectives for Municipal Managers and Environment Agencies. UN-Habitat, Kenya. <http://mirror.unhabitat.org/downloads/docs/Recycling%20and%20disposal%20of%20solid%20waste%20in%20low%20and%20middle-income%20countries.pdf>. Diakses pada 7 November 2019.
- Unilever Indonesia. Tidak bertanggung. Environment Programme. <https://www.unilever.co.id/en/about/unilever-indonesia-foundation/environment-programme.html>. Diakses pada 28 Oktober 2019.
- University of Texas at Arlington. 2015. Mission. Organized Research Center of Excellence – Solid Waste Institute for Sustainability. <https://www.uta.edu/swis/index.html>. Diakses pada 19 Mei 2020.
- USAID. 2015. Sector Environmental Guidelines Healthcare Waste. United States Agency for International Development. Pembaruan Parsial 2015. <https://www.usaid.gov/environmental-procedures/sectoral-environmental-social-best-practices/seg-healthcare-waste/pdf>. Diakses pada 11 November 2019.
- USAID. 2018. Sector Environmental Guideline: Solid Waste. United States Agency for International Development. Full Technical Update December. https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1860/SectorEnvironmentalGuidelines_SolidWaste_2018.pdf. Diakses pada 7 November 2019.



- USAID. 2019a. Global Development Alliances. Diperbarui pada 12 April. United States Agency for International Development. <https://www.usaid.gov/gda>. Diakses pada 7 November 2019.
- USAID. 2019b. Reducing Mismanaged Plastic Waste through Healthier Waste Entrepreneurs. Juni. United States Agency for International Development. <https://www.usaid.gov/gda>. Diakses pada 21 Mei 2019.
- USAID. 2019c. Sector Environmental Guidelines: Healthcare Waste. Full Technical Update. United States Agency for International Development. November. https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1864/FINAL_HCW_SEG_508_12.02.19.pdf. Diakses pada 21 Mei 2020.
- USAID. Tidak bertanggung. Environmental Guidelines for the USAID Latin America and Caribbean Bureau. United States Agency for International Development. <https://usaidgems.org/sectorGuidelinesLAC.htm>. Diakses pada 11 November 2019.
- U.S. DOE. 2019. Waste-to-Energy from Municipal Solid Wastes. Agustus. United States Department of Energy. <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2019/08/f66/BETO--Waste-to-Energy-Report-August--2019.pdf>. Diakses pada 28 Januari 2020.
- U.S. EPA. 1995. Decision-Maker's Guide to Solid Waste Management, Volume II. EPA530-R-95-023. Agustus. United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/10000VWJ.PDF?Dockey=10000VWJ.PDF>. Diakses pada 7 November 2019.
- U.S. EPA. 2002a. Solid Waste Management: A Local Challenge with Global Impacts. EPA530-F-02-026. Mei. United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=10000KWD.txt>. Diakses pada 7 November 2019.
- U.S. EPA. 2002b. Waste Transfer Stations: A Manual for Decision-Making. EPA530-R-02-002. Juni. United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. <https://www.epa.gov/landfills/waste-transfer-stations-manual-decision-making>. Diakses pada 7 November 2019.
- U.S. EPA. 2009. Sustainable Materials Management: The Road Ahead. EPA530-R-09-009. Juni. United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/vision2.pdf>. Diakses pada 7 November 2019.
- U.S. EPA. 2010. Scrap Tires: Handbook on Recycling Applications and Management for the U.S. and Mexico. EPA530-R-10-010. Desember. United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P100ACUU.PDF?Dockey=P100ACUU.PDF>. Diakses pada 11 November 2019.
- U.S. EPA. 2011. International Environmental Finance Tools. United States Environmental Protection Agency. <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=P100B9IY.TXT>. Diakses pada 7 Februari 2020.
- U.S. EPA. 2015. Best Management Practices for Optimizing Waste Collection Routes. Memorandum, 12 Februari, dari Sandra Mazo-Nix dan Dana Murray, SCS Engineers, kepada Zaidoun ElQasem. Prepared for the Climate & Clean Air Coalition's Waste Initiative, Amman, Jordan. United States Environmental Protection Agency. <https://www.wasteccacoalition.org/document/best-management-practices-optimizing-waste-collection-routes>. Diakses pada 7 November 2019.
- U.S. EPA. 2016a. Environmental Factoids. United States Environmental Protection Agency. <https://archive.epa.gov/epawaste/conserve/smm/wastewise/web/html/factoid.html>. Diakses pada 3 Februari 2020.
- U.S. EPA. 2016b. Frequent Questions about Anaerobic Digestion. Terakhir diperbarui pada 3 Oktober 2016. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/anaerobic-digestion/frequent-questions-about-anaerobic-digestion>. Diakses pada 7 November 2019.



- U.S. EPA. 2016c. OrganEcs – Cost Estimating Tool for Managing Source-Separated Organic Waste – Version 2.1. Prepared for the Climate and Clean Air Coalition Municipal Solid Waste Initiative. United States Environmental Protection Agency. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/organecs-cost-estimating-tool-managing-source-separated-organic-waste-version-21>. Diakses pada 7 November 2019.
- U.S. EPA. 2016d. Wastes - Non-Hazardous Waste - Municipal Solid Waste. Terakhir Diperbarui pada 26 Maret 2016. United States Environmental Protection Agency. <https://archive.epa.gov/epawaste/nonhaz/municipal/web/html/basic.html>. Diakses pada 28 Januari 2020.
- U.S. EPA. 2016e. Wastes – Resource Conservation – Common Wastes & Materials – Scrap Tires. Tire-Derived Fuel. Terakhir diperbarui pada 22 Februari 2016. United States Environmental Protection Agency. <https://archive.epa.gov/epawaste/consERVE/materials/tires/web/html/tdf.html>. Diakses pada 7 November 2019.
- U.S. EPA. 2017a. Ghazipur Landfill Rehabilitation Report. United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. <https://www.ccacoalition.org/en/resources/ghazipur-landfill-rehabilitation-report>. Diakses pada 7 November 2019.
- U.S. EPA. 2017b. Improving Solid Waste Disposal in San Cristobal Municipality, Dominican Republic. United States Environmental Protection Agency. https://response.epa.gov/sites/14055/files/CAFTA-DRSanCristobal_ENGLISH_2018-09-28.pdf. Diakses pada 31 Januari 2020.
- U.S. EPA. 2017c. Managing and Transforming Waste Streams: A Tool for Communities. U.S. Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/transforming-waste-tool/managing-and-transforming-waste-streams-tool>. Diakses pada 7 November 2019.
- U.S. EPA. 2017d. Public Participation Guide. United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. <https://www.epa.gov/international-cooperation/public-participation-guide>. Diakses pada 7 November 2019.
- U.S. EPA. 2017e. Rio De Janeiro, Brazil: Mitigating Methane and Black Carbon from the Municipal Solid Waste Sector. Case Study. Prepared for the Climate and Clean Air Coalition. United States Environmental Protection Agency. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/case-study-rio-de-janeiro-brazil-ccac-waste-initiative>. Diakses pada 7 November 2019.
- U.S. EPA. 2017f. Sustainable Materials Management: Non-Hazardous Materials and Waste Management Hierarchy. Diperbarui pada 10 Agustus 2017. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/smm/sustainable-materials-management-non-hazardous-materials-and-waste-management-hierarchy>. Diakses pada 7 November 2019.
- U.S. EPA. 2018a. Basic Information about Anaerobic Digestion (AD). Diperbarui pada 5 September 2018. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/anaerobic-digestion/basic-information-about-anaerobic-digestion-ad#HowADworks>. Diakses pada 7 November 2019.
- U.S. EPA. 2018b. Coalition Partners Assist Naucalpan, Mexico in Analyzing Waste Stream. Results to Inform Development of New Biogas Project. United States Environmental Protection Agency Climate & Clean Air Coalition. <https://ccacoalition.org/en/news/coalition-partners-assist-naucalpan-mexico-analyzing-waste-stream>. Diakses pada 7 November 2019.
- U.S. EPA. 2018c. Improving Solid Waste Disposal in San Cristobal Municipality, Dominican Republic. U.S. Environmental Protection Agency. https://response.epa.gov/sites/14055/files/CAFTA-DRSanCristobal_ENGLISH_2018-09-28.pdf. Diakses pada 28 Januari 2020.
- U.S. EPA. 2018d. Municipal Solid Waste Landfills. Diperbarui pada 13 September 2018. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/landfills/municipal-solid-waste-landfills>. Diakses pada 7 November 2019.



- U.S. EPA. 2018e. Sustainable Materials Management Options for Construction and Demolition Debris. EPA/601/R-18/001. United States Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH. November. https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?dirEntryId=342507&Lab=NRMRL&subject=Health%20Research&showCriteria=0&searchAll=Waste%20Management%20or%20Nitrogen%20Management%20or%20Contaminated%20Sites%20or%20Ground%20Water%20or%20Materials%20Manage. Diakses pada 11 November 2019.
- U.S. EPA. 2018f. Waste Characterization Best Practices Guidance. Draft. Prepared by Abt Associates and SCS Engineers for the United States Environmental Protection Agency Climate & Clean Air Coalition's Municipal Solid Waste Initiative.
- U.S. EPA. 2019a. Energy Recovery from the Combustion of Municipal Solid Waste (MSW). Diperbarui pada 22 Oktober 2019. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/smm/energy-recovery-combustion-municipal-solid-waste-msw>. Diakses pada 7 November 2019.
- U.S. EPA. 2019b. Household Hazardous Waste (HHW). Diperbarui pada 2 Mei 2019. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/hw/household-hazardous-waste-hhw>. Diakses pada 11 November 2019.
- U.S. EPA. 2019c. Landfill Gas Basics. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/lmop/basic-information-about-landfill-gas>. Diakses pada 31 Januari 2020.
- U.S. EPA. 2020a. Situs web Anaerobic Digestion (AD). United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/anaerobic-digestion>. Diakses pada 31 Januari 2020.
- U.S. EPA. 2020b. Hazardous Waste Generators. Diperbarui pada 22 Mei 2020. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/hwgenerators>. Diakses pada 16 Juni 2020.
- U.S. EPA. 2020c. Managing Your Hazardous Waste: A Guide for Small Businesses. Diperbarui pada 18 Februari 2020. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/hwgenerators/managing-your-hazardous-waste-guide-small-businesses>. Diakses pada 16 Juni 2020.
- WBA/C40. 2018. Global Food Waste Management: An Implementation Guide for Cities. Full Report. World Biogas Association and C40 Cities. <http://www.worldbiogasassociation.org/wp-content/uploads/2018/05/Global-Food-Waste-Management-Full-report-pdf.pdf>. Diakses pada 7 November 2019.
- WEF. 2019. A New Circular Vision for Electronics. World Economic Forum. http://www3.weforum.org/docs/WEF_A_New_Circular_Vision_for_Electronics.pdf. Diakses pada 3 Februari 2020.
- WHO. 2014. Safe Management of Wastes from Health-Care Activities. World Health Organization. https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/wastemanag/en/. Diakses pada 11 November 2019.
- WHO. 2017. Recycling Used Lead-Acid Batteries: Health Considerations. World Health Organization. <https://www.who.int/ipcs/publications/ulab/en/>. Diakses pada 11 November 2019.
- WIEGO. 2019. Annual Report. April 2018–Maret 2019. Perempuan dalam Pekerjaan Informal: Globalizing and Organizing (WIEGO). Maret. <https://www.wiego.org/wiego-annual-reports>. Diakses pada 3 Februari 2020.
- WIEGO. 2020. Perempuan dalam Pekerjaan Informal: Globalizing & Organizing. <https://www.wiego.org/>. Diakses pada 3 Februari 2020.
- Wilson, D.C., C.A. Velis, dan L. Rodic. 2013. Integrated sustainable waste management in developing countries. Waste and Resource Management 166 (WR2):52–68. <https://www.icevirtuallibrary.com/doi/pdf/10.1680/warm.12.00005>. Diakses pada 7 November 2019.



- Wilson, D.C., A.O. Araba, K. Chinwah, dan C.R. Cheeseman. 2009. Building recycling rates through the informal sector. *Waste Management* 29, no. 2 (29 Februari 2009):629–635. 10.1016/j.wasman.2008.06.016.
- World Bank. 2014. Results-Based Financing for Municipal Solid Waste. The World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/237191468330923040/pdf/918610v20WP0FM0BEOCATALOGED0BYOWED0.pdf>. Diakses pada 28 Januari 2020.
- World Bank. 2016. Sustainable Financing and Policy Models for Municipal Composting. The World Bank, Washington, DC. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/sustainable-financing-and-policy-models-municipal-composting>. Diakses pada 4 Februari 2020.
- World Bank. 2019a. Municipal Solid Waste (MSW) PPPs. Public-Private-Partnership Legal Resource Center. The World Bank. Diperbarui pada 11 Juli 2019. <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/sector/solid-waste>. Diakses pada 7 November 2019.
- World Bank. 2019b. What A Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Tackling Increasing Plastic Waste. The World Bank. http://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/tackling_increasing_plastic_waste.html. Diakses pada 28 Oktober 2019.
- World Bank Blog. 2019. Lessons from the West Bank's First PPP: Fragile State + Open Mind. 13 Maret. <https://blogs.worldbank.org/ppps/lessons-west-bank-s-first-ppp-fragile-state-open-mind>. Diakses pada 19 Mei 2020.
- Yagasa, R. dan P. Gamaralalage. 2019. Ecology Note – Towards a Clean and Beautiful Capital City. Institute for Global Environmental Strategies. <https://www.iges.or.jp/en/pub/ecology-note-towards-clean-green-and-beautiful/en>. Diakses pada 27 April 2020.



Lampiran A

Ringkasan Sumber Daya Utama

Sumber Daya	Organisasi	Tahun	Bagian-Bagian yang Relevan
A New Circular Vision for Electronics	World Economic Forum	2019	Recycling
A Roadmap for Closing Waste Dumpsites: The World's Most Polluted Places	International Solid Waste Associations (ISWA)	2016	Dumpsite Management
Anaerobic Digester (AD) Project Screening Tool	United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA) and Climate and Clean Air Coalition (CCAC)	2018	Organic Waste Management
Best Management Practices for Optimizing Waste Collection Routes	U.S. EPA dan CCAC	2015	Separation, Collection, and Transportation
Best Practices for Waste Characterization	U.S. EPA dan CCAC	2018	Characterization
Climate and Clean Air Coalition Municipal Solid Waste Knowledge Platform	CCAC	Tidak bertanggung	Organic Waste Management; Dumpsite Management; Sanitary Landfills
Closing Dumpsites Knowledge Base	ISWA	2017	Dumpsite Management
Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries	UN-Habitat	2011	Separation, Collection, and Transportation
Consumer Goods Forum: Food Waste	The Consumer Goods Forum	2020	Prevention and Minimization
Decision-Maker's Guide to Solid Waste Management, Volume II	U.S. EPA	1995	Stakeholder Engagement; Planning Systems
Developing Integrated Solid Waste Management Plan, Training Manual; Volume 1: Waste Characterization and Quantification with Projections for Future	United Nations Environment Programme (UNEP)	2009	Characterization
Developing Integrated Solid Waste Management Plan, Volume 2: Assessment of Current Waste Management System and Gaps Therein	UNEP	2009	Planning Systems
Developing Integrated Solid Waste Management Plan, Training Manual; Volume 4: Integrated Solid Waste Management Plan	UNEP	2009	Planning Systems
Explainer: How to finance urban infrastructure?	C40 Cities	2017	Economic Considerations
Fighting for Trash Free Seas: Ending the Flow of Trash at the Source	Ocean Conservancy	2019	Marine Litter



Sumber Daya	Organisasi	Tahun	Bagian-Bagian yang Relevan
Financing Readiness Questionnaire	U.S. EPA dan CCAC	2018	Economic Considerations
Food Loss Analysis Reports and Fact Sheets	Food and Agriculture Organization of the United Nations	2020	Prevention and Minimization
Food Waste as a Global Issue – From the Perspective of Municipal Solid Waste Management	ISWA	2013	Prevention and Minimization
Global Alliance of Waste Pickers	Global Alliance of Waste Pickers	Tidak bertanggung	Informal Sector Recycling
Global Waste Management Outlook	UNEP dan ISWA	2015	Understanding the Need for Solid Waste Management
Global Development Alliances	United States Agency for International Development	2019a	Economic Considerations
Global Food Waste Management: An Implementation Guide for Cities	World Biogas Association dan C40 Cities	2018	Organic Waste Management
Global Methane Initiative: Biogas Tools and Resources	Global Methane Initiative	2020	Organic Waste Management; Sanitary Landfills
Global Partnership on Marine Litter	UNEP	Tidak bertanggung	Marine Litter
Global Waste Management Outlook	UNEP	2015	Planning Systems
Government of India Municipal Solid Waste Management Manual - Bab 4.5: Municipal Sanitary Landfills	Central Public Health and Environmental Engineering Organisation	2016	Sanitary Landfills
Handbook on Communication and Engagement for Solid Waste Management	Brazilian Association of Public Cleansing and Waste Management Companies dan CCAC	2017	Stakeholder Engagement
Improving Solid Waste Disposal in San Cristobal Municipality, Dominican Republic	U.S. EPA	2018	Planning Systems; Dumpsite Management; Sanitary Landfills
International Best Practices Guide for Landfill Gas Energy Projects	Global Methane Initiative	2012	Sanitary Landfills
International Environmental Finance Tools	U.S. EPA	2011	Economic Considerations
International Guidelines for Landfill Evaluation	ISWA	2011	Sanitary Landfills
ISWA Guidelines: Waste to Energy in Low and Middle Income Countries	ISWA	2013	Energy Recovery
ISO Standards for Recycling	International Organization for Standardization	2020	Recycling
Landfill Operational Guidelines. Edisi ke-2	ISWA	2010	Sanitary Landfills
Managing and Transforming Waste Streams: A Tool for Communities	U.S. EPA	2017	Prevention and Minimization



Sumber Daya	Organisasi	Tahun	Bagian-Bagian yang Relevan
Materials Recovery Facility Toolkit	Asian Development Bank	2013	Recycling
Municipal Finances: A Handbook for Local Governments	Farvacque-Vitkovic dan Kopanyi	2014	Economic Considerations
Municipal Solid Waste (MSW) PPPs	Bank Dunia	2019	Economic Considerations
OrganEcs –Cost Estimating Tool for Managing Source-Separated Organic Waste	U.S. EPA	2016	Organic Waste Management
Overview of Legal Framework for Inclusion of Informal Recyclers in Brazil	Dias	2011	Recycling
Plastics Policy Playbook: Strategies for a Plastic-Free Ocean	Ocean Conservancy	2019	Prevention and Minimization; Informal Sector Recycling; Economic Considerations
Primer for Cities for Accessing Financing for Municipal Solid Waste Projects	ISWA	2017	Economic Considerations
Public Participation Guide	U.S. EPA	2017	Stakeholder Engagement
Recycling and Disposal of Municipal Solid Waste in Low and Middle-Income Countries	UN-Habitat	2011	Recycling
Reducing Food Loss and Waste: Setting a Global Action Agenda	Flanagan et al.	2019	Organic Waste Management
Results-based Financing for Municipal Solid Waste	Bank Dunia	2014	Economic Considerations
Sanitary Landfill Design and Siting Criteria	Cointreau	2004	Sanitary Landfills
Sector Environmental Guideline Solid Waste	USAID	2018	Approaches; Sanitary Landfills
Solid Waste Management	UNEP	2005	Understanding the Need for Solid Waste Management
Sources: Marine Debris	National Oceanic and Atmospheric Administration	2019	Marine Litter
Sustainable Financing and Policy Models for Municipal Composting	Bank Dunia	2016	Economic Considerations; Organic Waste Management
Sustainable Materials Management: Non-Hazardous Materials and Waste Management Hierarchy	U.S. EPA	2017	Approaches
Sustainable Materials Management: The Road Ahead	U.S. EPA	2009	Understanding the Need for Solid Waste Management
Technical Guidance on the Operation of Organic Waste Management Treatment Plants	CCAC dan ISWA	2016	Organic Waste Management
The Waste Experts: Enabling Conditions for Informal Sector Integration in Solid Waste Management	Gerdes dan Günsilius	2010	Informal Sector Recycling
The Weight of Nations: Material Outflows from Industrial Economies	Matthews et al.	2000	Understanding the Need for Solid Waste Management



Sumber Daya	Organisasi	Tahun	Bagian-Bagian yang Relevan
Toolkit: Reducing the Food Wastage Footprint	Food and Agriculture Organization of the United Nations	2013	Prevention and Minimization
Toward Sustainable Municipal Organic Waste Management in South Asia	Asian Development Bank and the Australian Government Aid Program	2011	Organic Waste Management
Training Module: Closing an Open Dumpsite and Shifting from Open Dumping to Controlled Dumping and to Sanitary Land Filling	UNEP	2005	Dumpsite Management
Training: Municipal Solid Waste Management in Developing Countries	Coursera	2019	Dumpsite Management
U.S. EPA Anaerobic Digestion Web Site	U.S. EPA	2020	Organic Waste Management
Using Internal Revenue Streams and External Financing for Solid Waste Management Projects	U.S. EPA dan CCAC	2018	Economic Considerations
Waste Atlas (Database of Global Waste Management Sites)	D-WASTE	2020	Dumpsite Management; Sanitary Landfills
Waste Collection: A Report	Kogler	2007	Separation, Collection, and Transportation
Waste to Energy: Considerations for Informed Decision-Making	UNEP	2019	Energy Recovery
Waste Transfer Stations: A Manual for Decision-Making	U.S. EPA	2002	Separation, Collection, and Transportation
Waste-to-Energy Options in Municipal Solid Waste Management: A Guide for Decision Makers in Developing and Emerging Countries	Mutz et al.	2017	Energy Recovery
Webinar: Closure and Rehabilitation of Open Dumps	CCAC	2014	Dumpsite Management
What A Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050	Kaza et al.	2018	Understanding the Need for Solid Waste Management ; Recycling
What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Tackling Increasing Plastic Waste	Bank Dunia	2019	Recycling
Women in Informal Employment: Globalizing & Organizing	Perempuan dalam Pekerjaan Informal: Globalizing & Organizing	2020	Informal Sector Recycling



Lampiran B

Sumber Daya Khusus Wilayah untuk Pengelolaan Sampah Padat

Asia Timur dan Pasifik

[Observations of Solid Waste Landfills in Developing Countries: Africa, Asia and Latin America](#) (Johannessen dan Boyer 1999)

[Solid Waste Management in Pacific Island Countries and Territories](#) (Richards dan Haynes 2014)

[Challenges and an Implementation Framework for Sustainable Municipal Organic Waste Management Using Biogas Technology in Emerging Asian Countries](#) (IGES 2019)

Amerika Latin dan Karibia

[Waste Management Outlook for Latin America and the Caribbean](#) (UNEP 2018c)

[Data Collection Survey on Solid Waste Management Sector in the Central American and Caribbean Region](#) (JICA 2012)

[Observations of Solid Waste Landfills in Developing Countries: Africa, Asia and Latin America](#) (Johannessen dan Boyer 1999)

[Environmental Guidelines for the USAID Latin America and Caribbean Bureau](#) (USAID Tidak bertanggung)

[Lixo Fora D'Água Guidance](#) (dalam bahasa Portugis dan Inggris) (ABRELPE 2020)

Timur Tengah dan Afrika Utara

[Observations of Solid Waste Landfills in Developing Countries: Africa, Asia and Latin America](#) (Johannessen dan Boyer 1999)

Asia Selatan

[Observations of Solid Waste Landfills in Developing Countries: Africa, Asia and Latin America](#) (Johannessen dan Boyer 1999)

[Government of India Municipal Solid Waste Management Manual](#) (CPHEEO 2016)

[Composting and Anaerobic Digestion: Promising Technologies for Organic Waste Management](#) (TERI 2020a)

Afrika Sub-Sahara

[An Overview of Municipal Solid Waste Management in Developing and Developed Economies: Analysis of Practices and Contributions to Urban Flooding in Sub-Saharan Africa](#) (Njoku et al. 2015)

[Observations of Solid Waste Landfills in Developing Countries: Africa, Asia and Latin America](#) (Johannessen dan Boyer 1999)



Lampiran C

Keterlibatan Publik/Alat Komunikasi

Alat untuk Menginformasikan Publik					
Alat	Jumlah Peserta	Paling Sesuai untuk	Secara Pribadi	Virtual	Cetak
Pertemuan publik Pertemuan publik diadakan untuk melibatkan khalayak luas dalam berbagi informasi dan diskusi. Mereka dapat digunakan untuk meningkatkan kesadaran atau sebagai titik awal untuk keterlibatan dan keterlibatan publik lebih lanjut.	Kelompok besar	Kota-kota kecil dan kota-kota di mana pemangku kepentingan bersedia menghadiri pertemuan.	X	X	
Pengarahan Presentasi singkat yang diberikan secara langsung kepada kelompok lokal di pertemuan atau lokasi mereka yang ada – seperti klub sosial dan kemasyarakatan – untuk memberikan gambaran umum atau pembaruan tentang suatu proyek.	Umumnya dirancang untuk kelompok yang lebih kecil	Menjangkau kelompok yang sudah mapan.	X		
Kontak telepon Panggilan ke orang atau kelompok orang tertentu yang tertarik pada suatu masalah.	Umumnya satu orang pada satu waktu	Semua proyek, tetapi membutuhkan tenaga yang cukup untuk menjawab dan/atau membalas panggilan.		X	
Bahan tercetak Bentuk populer termasuk lembar kebenaran, selebaran, buletin, brosur, kartu pos, makalah masalah, dan laporan ringkasan.	Tidak terbatas, tetapi biaya pencetakan dan pengiriman dapat menjadi pertimbangan	Proyek dengan jumlah pemangku kepentingan yang dapat dikelola jika pencetakan dan pengiriman harus dilakukan. Mungkin tidak sesuai di mana literasi menjadi masalah.			X
Situs web Situs web di seluruh dunia memberikan informasi proyek, pengumuman, dokumen, dan peluang bagi masukan atau diskusi kepada pemangku kepentingan yang tertarik. Situs web memungkinkan penggunaan berbagai format media, termasuk video.	Tak terbatas	Semua proyek dan audiens yang aksesnya tersedia. Masalah literasi dapat diatasi dengan menggunakan suara dan video.		X	



Alat untuk Menginformasikan Publik					
Alat	Jumlah Peserta	Paling Sesuai untuk	Secara Pribadi	Virtual	Cetak
<p>Repositori informasi Tempat untuk menyimpan informasi proyek di lokasi publik yang terpusat untuk memberikan kemudahan akses bagi warga. Biasanya, informasi yang disimpan dalam repositori adalah untuk dibaca dan ditinjau di tempat dan tidak untuk dibawa ke luar lokasi.</p>	Tidak terbatas, tetapi dapat dibatasi secara geografis oleh lokasi	Proyek yang dilokalkan di mana akses ke lokasi fisik dimungkinkan. Repositori juga dapat dibuat secara online.			X
<p>Hotline informasi Mereka memberikan informasi dalam dua cara: (1) melalui akses telepon langsung ke anggota staf tim proyek yang dapat menjawab pertanyaan atau memberikan informasi dan bantuan tambahan, dan (2) melalui nomor telepon yang memberikan informasi proyek yang direkam sebelumnya.</p>	Tak terbatas	Semua proyek dan audiens, terutama yang memiliki masalah akses internet.		X	
<p>Pers dan media Rilis pers dan media bertujuan untuk mendapatkan liputan yang seluas-luasnya atas suatu isu atau proposal lokal melalui publikasi atau penyiaran informasi dalam rilis tersebut. Mereka juga mungkin mencoba untuk mendapatkan pertanyaan lebih lanjut oleh publik tentang masalah ini.</p>	Tak terbatas	Proyek-proyek yang lebih besar dengan kepentingan luas; penggunaan pers dan media harus menjadi bagian dari strategi komunikasi secara keseluruhan.		X	X
<p>Media sosial Penjangkauan media sosial dapat memberikan informasi proyek, pengumuman, dokumen, dan peluang bagi masukan atau diskusi kepada pemangku kepentingan yang tertarik. Media sosial, seperti Twitter, WhatsApp, dan Facebook, memungkinkan penggunaan berbagai format media, termasuk video.</p>	Tak terbatas	Proyek-proyek yang lebih besar dengan kepentingan luas; penggunaan media sosial harus menjadi bagian dari strategi komunikasi secara keseluruhan.		X	
Alat untuk Menghasilkan dan Memperoleh Masukan Publik					
<p>Wawancara Wawancara dengan pemangku kepentingan adalah percakapan satu lawan satu tentang topik atau masalah tertentu. Tujuan utama dari wawancara ini adalah untuk mendapatkan informasi yang relevan dengan proyek serta mendapatkan reaksi dan saran pemangku kepentingan.</p>	Individu atau kelompok kecil	Mempelajari tentang perspektif individu mengenai masalah.	X	X	



Alat untuk Menginformasikan Publik					
Alat	Jumlah Peserta	Paling Sesuai untuk	Secara Pribadi	Virtual	Cetak
Kelompok fokus Sebuah diskusi kelompok kecil dengan kepemimpinan profesional. Kelompok fokus digunakan untuk mencari tahu masalah apa yang paling menjadi perhatian warga atau kelompok ketika sedikit atau tidak ada informasi yang tersedia.	Kelompok kecil (15 atau kurang)	Mengeksplorasi sikap dan opini secara mendalam.	X		
Pertemuan/ dengar pendapat publik Pertemuan/dengar pendapat publik diadakan untuk melibatkan khalayak luas dalam berbagi informasi dan diskusi. Mereka dapat digunakan untuk meningkatkan kesadaran atau sebagai titik awal untuk keterlibatan dan keterlibatan publik lebih lanjut.	Kelompok besar	Menyajikan informasi kepada dan menerima komentar atau umpan balik dari publik.	X		
Lokakarya umum Lokakarya yang diadakan oleh badan publik untuk tujuan menginformasikan publik dan memperoleh masukan mereka tentang pengembangan tindakan pengaturan atau tindakan pengendalian oleh badan tersebut.	Beberapa kelompok kecil (8–15 di setiap kelompok kecil)	Bertukar informasi dan/atau pemecahan masalah dalam kelompok kecil.	X		
Proses pertanyaan apresiatif Proses yang difasilitasi untuk menemukan praktik masa lalu dan saat ini yang menginformasikan dan menginspirasi peserta saat mereka berusaha untuk bersama-sama menciptakan dan menerapkan masa depan yang ideal.	Bervariasi, tetapi biasanya melibatkan "keseluruhan sistem"	Membayangkan masa depan bersama, bukan membuat keputusan.	X		
World Café Proses pertemuan yang melibatkan serangkaian percakapan simultan seputar masalah atau topik tertentu. World Café biasanya berlangsung selama 2-3 jam dan terdiri dari banyak diskusi yang melibatkan 3-5 orang per meja. Setiap meja memiliki "host" yang tetap berada di meja selama acara berlangsung dan menjaga diskusi tetap pada jalurnya.	Sangat mudah beradaptasi, melibatkan beberapa percakapan simultan (4–8 orang di setiap kelompok kecil)	Membina diskusi terbuka tentang suatu topik dan mengidentifikasi kesamaan.	X		



Alat untuk Menginformasikan Publik					
Alat	Jumlah Peserta	Paling Sesuai untuk	Secara Pribadi	Virtual	Cetak
<p>Charrette Berbagai macam alat interaktif yang merangkul sumber media yang ada dan muncul sebagai forum guna memungkinkan publik mengekspresikan pendapat dan berusaha memengaruhi pengambilan keputusan di wilayah mereka. Demokrasi elektronik dapat dicapai melalui teknologi yang lebih lawas, seperti televisi dan radio; dan teknologi yang lebih baru, seperti internet, telepon seluler, dan sistem pemungutan suara elektronik.</p>	Kecil hingga sedang	Menghasilkan rencana atau alternatif yang komprehensif.	X		
<p>Demokrasi elektronik Berbagai macam alat interaktif yang merangkul sumber media yang ada dan muncul sebagai forum guna memungkinkan publik mengekspresikan pendapat dan berusaha memengaruhi pengambilan keputusan di wilayah mereka. Demokrasi elektronik dapat dicapai melalui teknologi yang lebih lawas, seperti televisi dan radio; dan teknologi yang lebih baru, seperti internet, telepon seluler, dan sistem pemungutan suara elektronik.</p>	Tak terbatas	Memungkinkan partisipasi langsung dari masyarakat yang tersebar secara geografis sesuai kenyamanan mereka.		X	
Alat untuk Membangun Konsensus dan Mencari Kesepakatan					
<p>Lokakarya musyawarah Jenis pertemuan publik yang memungkinkan pemangku kepentingan untuk terlibat dalam menilai suatu masalah atau proposal, dan bekerja sama untuk menemukan titik temu dan memberikan masukan berdasarkan musyawarah.</p>	Kelompok besar	Keputusan yang lebih kecil dan tidak terlalu kontroversial atau mengidentifikasi nilai-nilai bersama.	X		



Alat untuk Menginformasikan Publik

Alat	Jumlah Peserta	Paling Sesuai untuk	Secara Pribadi	Virtual	Cetak
<p>Dewan penasihat Sekelompok perwakilan pemangku kepentingan dari daerah tertentu yang ditunjuk untuk memberikan komentar dan saran tentang proyek atau masalah yang bertemu secara teratur selama periode waktu tertentu untuk mengembangkan pengetahuan terperinci tentang proyek dan masalah; dan berbagi perspektif, ide, perhatian, dan minat mereka yang relevan.</p>	Kelompok kecil (25 orang atau kurang)	Proses jangka panjang dan kompleks.	X		
<p>Juri residen Sampel perwakilan penduduk (biasanya dipilih secara acak atau bertingkat) yang diberi pengarahan secara terperinci tentang latar belakang dan pemikiran terkini terkait dengan masalah atau proyek tertentu. Masalah yang diminta untuk dipertimbangkan adalah masalah yang berdampak di seluruh wilayah dan yang memerlukan proses pengambilan keputusan yang representatif dan demokratis.</p>	Terbatas, umumnya sekitar 12 orang	Keputusan yang dapat disusun menjadi pilihan yang jelas.	X		





Pindai di sini untuk mengunduh Panduan



Agustus 2020

