

PENGELOLAAN SAMPAH ORGANIK DAN ANORGANIK

Andi Ibrahim Yunus

Jernita Sinaga

Erika Herliana

Andi Zulfikar Syaiful

Dodi Satriawan

Devita Sari

Mochammad Imam Indra Gumirat

Salbiah

Irwanto

Marlia Mamede

Fathur Rahman Rustan

Nila Puspita Sari

Fahrudin



PENGELOLAAN SAMPAH ORGANIK DAN ANORGANIK

**Andi Ibrahim Yunus
Jernita Sinaga
Erika Herliana
Andi Zulfikar Syaiful
Dodi Satriawan
Devita Sari
Mochammad Imam Indra Gumirat
Salbiah
Irwanto
Marlia Mamede
Fathur Rahman Rustan
Nila Puspita Sari
Fahrudin**



GET PRESS INDONESIA

PENGELOLAAN SAMPAH ORGANIK DAN ANORGANIK

Penulis:

Andi Ibrahim Yunus

Jernita Sinaga

Erika Herliana

Andi Zulfikar Syaiful

Dodi Satriawan

Devita Sari

Mochammad Imam Indra Gumirat

Salbiah

Irwanto

Marlia Mamede

Fathur Rahman Rustan

Nila Puspita Sari

Fahrudin

ISBN : 978-623-8102-06-8

Editor : Rantika Maida Sahara, S.Tr.Kes.

Penyunting : Aulia Syaharani, S.Tr.Kes.

Desain Sampul dan Tata Letak : Handri Maika Saputra, S.ST

Penerbit: GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi:

Jl. Palarik RT 01 RW 06, Kelurahan Air Pacah
Kecamatan Koto Tengah, Padang, Sumatera Barat

website: www.getpress.co.id

email: adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, Desember 2022

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa. Atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Buku Hasil Kolaborasi bertema “Pengelolaan Sampah Organik Dan Anorganik” dengan tepat waktu.

Buku kolaborasi ini disusun atas kerjasama antar sesama penulis yang berasal dari berbagai latar belakang profesi dan lintas daerah di seluruh Indonesia. Selain itu, buku kolaborasi dapat menjadi wadah untuk menyatukan berbagai gagasan dan pemikiran dari seorang pakar atau ahli dari seluruh Indonesia dan menjadikan media silaturahmi akademik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada teman-teman penulis dan penerbit. Ucapan terima kasih juga disampaikan pada keluarga yang telah mendukung dan semua pihak yang terlibat dalam membantu menyelesaikan buku ini.

Penulis, 2022

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	x
BAB 1 KONSEP PENGELOLAAN SAMPAH.....	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.1.1 Latar Belakang.....	1
1.1.2 Definisi Sampah.....	2
1.2 Sumber Sampah.....	3
1.2.1 Sumber Timbulan Sampah.....	3
1.2.2 Kategori Sampah.....	4
1.2.3 Jenis Sampah	4
1.3 Kualifikasi Sampah.....	5
1.4 Dampak Sampah Plastik Terhadap Lingkungan.....	6
1.5 Pengaruh Sampah di Bidang Sosial dan Ekonomi	7
1.6 Pengelolaan Sampah.....	7
1.6.1 Tahap Pengelolaan Sampah	8
1.6.2 Tujuan Pengelolaan Sampah.....	9
1.7 Pengelolaan Sampah dengan Menggunakan Prinsip 6R.....	10
1.8 Metode Pengelolaan Sampah.....	12
1.8.1 Metode Daur Ulang.....	12
1.8.2 Metode Landfill	13
1.9 Konsep Pengelolaan Sampah	13
1.10 Kebijakan Nasional Pengelolaan Sampah.....	15
DAFTAR PUSTAKA.....	16
BAB 2 PARADIGMA PENGELOLAAN SAMPAH	
DI INDONESIA.....	17
2.1 Pendahuluan.....	17
2.2 Kebijakan Pengelolaan Sampah di Indonesia.....	19
2.3 Paradigma Pengelolaan Sampah.....	21
2.4 Pengelolaan Sampah Melalui Paradigma Baru dengan	
Metode 3R di Lingkungan Masyarakat.....	24
2.4.1 <i>Reduce</i>	25
2.4.2 <i>Reuse</i>	25
2.4.3 <i>Recycle</i>	26
2.5 Aspek Keberlanjutan Program Paradigma Pengelolaan	

Sampah	28
DAFTAR PUSTAKA.....	29
BAB 3 SUMBER, TIMBULAN, DAN KARAKTERISTIK SAMPAH	30
3.1 Pendahuluan.....	30
3.2 Sumber dan Timbulan Sampah	30
3.3 Komposisi Sampah.....	34
3.4 Karakteristik Sampah.....	37
3.5 Metode Pengukuran.....	38
3.6 Sampah Berbahaya Bagi Rumah Tangga	41
DAFTAR PUSTAKA.....	42
BAB 4 PEMILAHAN, PENGUMPULAN, PENGANGKUTAN SAMPAH.....	43
4.1 Pendahuluan.....	43
4.2 Peratutan Terkait Pemilahan, Pengumpulan, dan Pengangkutan Sampah	45
4.3 Pengumpulan Sampah.....	47
4.3.1 Mengapa Pengumpulan Sampah Penting?	47
4.3.2 Infrastruktur Pengumpulan Sampah	47
4.3.3 Model Pengumpulan Sampah.....	49
4.3.4 Frekuensi Koleksi	51
4.4 Pemilahan Sampah	51
4.5 Tempat Pembuangan Sampah Sementara (TPS).....	55
4.5.1 Manfaat TPS	56
4.5.2 Bentuk TPS	56
4.5.3 Penempatan Fasilitas Transfer	57
4.6 Kendaraan Pengumpul Sampah.....	57
4.7 Penutup	60
DAFTAR PUSTAKA.....	62
BAB 5 PENGOLAHAN SAMPAH.....	63
5.1 Pendahuluan.....	63
5.2 Sumber Sampah.....	64
5.3 Cara Pengolahan Sampah.....	65
5.3.1 Pemilahan Sampah	66
5.3.2 Pengumpulan	69
5.3.3 Pengangkutan	70
5.3.4 Pengolahan	71
DAFTAR PUSTAKA.....	74

BAB 6 NILAI EKONOMI SAMPAH	75
6.1 Pendahuluan.....	75
6.2 Prinsip Ekonomi.....	76
6.2.1 Transisi ke Green Economy	76
6.2.2 Efisiensi, Kegagalan Pasar & Apa Artinya Pemborosan.....	77
6.3 Manajemen Pengelolaan Sampah	78
6.4 Partisipasi Masyarakat dan Nilai Ekonomi Sampah.....	80
6.4.1 Partisipasi Masyarakat dalam Pengelolaan Sampah..	80
6.4.2 Nilai Ekonomi Sampah	81
6.4.3 Nilai Ekonomi Bank Sampah.....	85
DAFTAR PUSTAKA.....	89
BAB 7 KONSEP PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK.....	92
7.1 Pendahuluan.....	92
7.2 Pengolahan Sampah Secara Fisik	93
7.3 Pengolahan Sampah Secara Biologis	95
7.4 Pengolahan Sampah Secara Kimia.....	96
7.5 Teknik didalam Pengoperasionalan Sampah	97
7.5 Teknik Daur Ulang Sampah.	99
DAFTAR PUSTAKA.....	102
BAB 8 PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK DENGAN KOMPOSTER.....	103
8.1 Pendahuluan.....	103
8.2 Konsep Pupuk Kompos	104
8.3 Aktivator Kompos.....	106
8.4 MOL Nasi Basi	114
8.5 Komposter	115
8.6 Cara Membuat Komposter	116
8.7 Pupuk Kompos	119
DAFTAR PUSTAKA.....	129
BAB 9 PENGOLAHAN SAMPAH DENGAN LAHAN LUAS... 	132
9.1 Pendahuluan.....	132
9.2 Pengolahan Sampah.....	137
9.2.1 Penanganan Sampah	142
9.2.2 Pengolahan Sampah Berbasis Masyarakat.....	144
9.2.3 Lahan untuk Pengolahan Sampah	147
9.2.4 Timbulan Sampah	148
9.2.5 Tempat Pembuangan Akhir (TPA).....	149

9.2.6 Jenis-Jenis Tempat Pembuangan Akhir (TPA).....	149
9.2.7 Operasional Prosedur Pembuangan Sampah	152
DAFTAR PUSTAKA.....	154
BAB 10 PENGELOLAAN SAMPAH ANORGANIK	
DENGAN PEMBUATAN BUBUR KERTAS	156
10.1 Pendahuluan.....	156
10.2 Pemilahan Sampah	157
10.3 Pengelolaan Sampah Anorganik	159
10.4 Pengelolaan Sampah Anorganik Menjadi Bubur Kertas	162
10.5 Manfaat Pengelolaan Sampah Anorganik.....	163
10.5.1 Aspek Lingkungan.....	163
10.5.2 Aspek Ekonomi	164
DAFTAR PUSTAKA.....	166
BAB 11 PENGHITUNGAN NILAI EKONOMI SAMPAH ORGANIK	167
11.1 Umum	167
11.2 Paradigma Lama Pengelolaan Sampah	168
11.3 Pengelolaan Sampah	169
11.4 Prediksi Timbulan Sampah	170
11.5 Perhitungan Nilai Ekonomi Sampah.....	172
11.6 Pemanfaatan Sampah Organik.....	173
11.6.1 Komposting/Pengomposan	173
11.6.2 Bahan Bakar Pelet Partikel Arang Sampah Organik	178
DAFTAR PUSTAKA.....	179
BAB 12 PENGELOLAAN SAMPAH DI NEGARA MAJU.....	181
12.1 Pendahuluan.....	181
12.2 Pengelolaan Sampah di Jerman	181
12.2.1 Sistem Pengelolaan Sampah di Jerman dan Aturannya	183
12.2.2 Jenis Tempat Sampah di Jerman	184
12.3 Pengelolaan Sampah di Korea Selatan.....	187
12.3.1 Sistem Pengolahan Sampah di Korea Selatan	187
12.3.2 Pembagian Kategori Sampah di Korea Selatan	189
12.3.3 Langkah-langkah Pemilahan Sampah di Korea Selatan.....	192
12.3.4 Dampak Sistem PAYT Bagi Lingkungan	193
12.4 Pengelolaan Sampah di Swedia	194

12.4.1 Penerapan <i>Waste-to-Energy</i>	197
12.4.2 Segi Peran Serta Masyarakat dan Swasta	197
12.4.3 Kebijakan Pengolahan Sampah	198
12.4.4 Teknis Pelaksanaan Pengolahan Sampah	199
DAFTAR PUSTAKA.....	202
BAB 13 PERANAN BIOAKTIVATOR DALAM	
PEROMBAKAN SAMPAH DAUN	204
13.1 Pendahuluan.....	204
13.2 Bioaktivator.....	206
13.2.1 Mikroorganisme Lokal (MOL).....	207
13.2.2 <i>Effective microorganism</i> (EM4).....	208
13.2.3 Kotoran hewan.....	209
13.3 Kajian peran bioaktivator pada pengkomposan	
sampah daun	210
13.3.1 Warna Kompos	210
13.3.2 Perubahan pH	212
13.3.3 Suhu Kompos	213
13.3.4 Laju Dekomposisi	215
DAFTAR PUSTAKA.....	218
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : Perbedaan Paradigma Pengelolaan sampah..	22
Gambar 3.1 : memperlihatkan timbulan sampah Provinsi Jawa Barat Tahun 2021.....	32
Gambar 3.2 : menunjukkan Grafik Komposisi Sampah Berdasarkan Sumber Sampah.....	35
Gambar 3.3 : Menunjukkan Grafik Komposisi Sampah Berdasarkan Jenis Sampah	36
Gambar 4.1 : Pengelolaan Sampah Saat ini	52
Gambar 4.2 : Pemilahan Sampah Menggunakan Tempat Sampah Berkode Warna Berbeda ..	53
Gambar 4.3 : Depo dan Kontainer di TPS	57
Gambar 4.4 : Armroll Truck.....	59
Gambar 4.5 : Dump Truck.....	59
Gambar 4.6 : Sepeda Motor Roda Tiga	60
Gambar 4.7 : Gerobak Sampah.....	60
Gambar 5.1 : Sumber sampah	64
Gambar 5.2 : Ringkasan cara pengolahan sampah.....	66
Gambar 5.3 : Katagori pemilahan sampah.....	68
Gambar 5.4 : Jenis sarana pengangkutan sampah.....	70
Gambar 6.1 : Nilai ekonomi bank sampah (2016–2019) dalam miliaran rupiah, menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia.	85
Gambar 6.2 : Jumlah bank sampah di Indonesia tahun 2014-2020	86
Gambar 6.3 : Kontribusi bank sampah terhadap perekonomian Indonesia (2016–2019).....	86
Gambar 6.4 : Pola Sinergi Antara Masyarakat, Bank Sampah dan Pemerintah	87
Gambar 7.1 : Sistematis pengolahan sampah	93
Gambar 7.2 : Konsep pengolahan sampah secara fisik.....	94
Gambar 7.3 : Proses pengolahan sampah secara biologis ...	96
Gambar 7.4 : Jenis proses pembakaran sampah	97
Gambar 7.5 : Alur teknik pengoperasian pengelolaan sampah.....	98
Gambar 7.6 : Hirarki Pengolahan Sampah	101
Gambar 8.1 : Komposter Pupuk Padat dan Cair	116

Gambar 9.1 : Sistem <i>open dumping</i>	150
Gambar 9.2 : Sistem <i>controlled landfill</i>	150
Gambar 9.3 : Sistem <i>sanitary landfill</i>	151
Gambar 10.1 : Bagan Pemilahan sampah Rumah Tangga...	158
Gambar 10.2 : Pemanfaatan Limbah Plastik	160
Gambar 10.3 : Pemanfaatan Limbah Logam	160
Gambar 10.4 : Pemanfaatan Limbah Botol Kaca	161
Gambar 10.5 : Pemanfaatan Limbah Kertas.....	162
Gambar 11.1 : Konsep Pengelolaan Persampahan	169
Gambar 11.2: Faktor yang mempengaruhi proses pembuatan kompos.....	174
Gambar 11.3 : (a) Metode Takakura, (b) Metode Bambookura	175
Gambar 11.4 : Metode Daskura.....	175
Gambar 11.5 : Metode Gundukan	176
Gambar 11.6 : (a) Metode Takakura Susun, (b) Metode Drum/Tong Menggunakan Pipa	177
Gambar 11.7 : Metode Tong Plastik Modifikasi	177
Gambar 12.1 : Jerman membedakan sampah menjadi 6 jenis	183
Gambar 12.2 : Tempat sampah di Jerman.....	184
Gambar 12.3 : Tempat sampah di Jerman.....	185
Gambar 12.4 : Sistem <i>Pay as Your Trash</i> untuk menangani <i>Food Waste</i>	187
Gambar 12.5 : Pembagian tempat sampah berdasarkan jenisnya.....	189
Gambar 12.6 : Sampah dipilah sesuai jenisnya	195
Gambar 12.7 : Jenis tempat sampah di Swedia	195
Gambar 12.8 : Ilustrasi Pengolahan sampah di Swedia	197
Gambar 13.1 : Perubahan secara fisik yaitu warna pada hasil dekomposisi, sebelum dekomposisi (kiri) dan sesudah dekomposisi (kanan) dengan perlakuan seresah daun: PA (20% kotoran ayam), PB (20% kotoran sapi), PC (10% kotoran sapi + 10% kotoran ayam) P0 (kontrol).....	211

Gambar 13.2 : Perubahan pH pada selama proses dekomposisi pada perlakuan seresah daun: PA (20% kotoran ayam), PB (20% kotoran sapi), PC (10% kotoran sapi + 10% kotoran ayam) P0 (kontrol)	213
Gambar 13.3 : Pengukuran perubahan suhu selama proses dekomposisi pada perlakuan seresah daun: PA (20% kotoran ayam), PB (20% kotoran sapi), PC (10% kotoran sapi + 10% kotoran ayam) P0 (kontrol)	214
Gambar 13.4 : Pengukuran laju selama proses dekomposisi pada perlakuan seresah daun: PA (20% kotoran ayam), PB (20% kotoran sapi), PC (10% kotoran sapi + 10% kotoran ayam) P0 (kontrol)	215

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 : Perbandingan paradigma dan cara kelola sampah	24
Tabel 3.1 : Besarnya Timbulan Sampah Berdasarkan Sumbernya	31
Tabel 6.1 : Harga Sampah Anorganik	83
Tabel 11.1 : Prediksi Timbulan Sampah di Dunia (milyar ton/tahun)	171
Tabel 11.2 : Timbulan Sampah Didasarkan Pada Jenis Sumber Sampah	171
Tabel 11.3 : Timbulan Sampah Didasarkan Pada Klasifikasi Kota	171
Tabel 11.4 : Contoh Analisis Nilai Ekonomi Sampah Perumahan	172
Tabel 13.1 : Rasio C:N sebelum dan sesudah dekomposisi.....	216

BAB 1

KONSEP PENGELOLAAN SAMPAH

Oleh Andi Ibrahim Yunus

1.1 Pendahuluan

1.1.1 Latar Belakang

Mengelola sampah merupakan beberapa di antara masalah yang menjadi perhatian sangat serius. Masyarakat mengetahui banyak sampah yang diproduksi perhari di Indonesia cukup banyak. Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 mengenai pengelolaan sampah ditetapkan sebagai salah satu filosofi dasar adalah bagaimana kita memandang keberadaan sampah dari sudut pandang berbeda, yaitu melihat sampah merupakan suatu yang bermanfaat dan bernilai guna. Sehingga, sampah yang dibuang sia-sia merupakan perbuatan yang kurang baik. (Berita Update, 2022 dan Bank Sampah Jakarta, 2013).

Praktek pengelolaan dan pemanfaatan sampah menjadi kewajiban kita sebagai langkah nyata baru dalam mengelola sampah sebagai usaha merealistis perubahan paradigma mengenai sampah tersebut (Bank Sampah Jakarta, 2013).

Mencegah munculnya sampah, menggunakan kembali sampah, dan mendaur kembali sampah merupakan prinsip utama pengelola sampah secara benar, supaya penumpukan sampah tidak terjadi yang dapat merusak lingkungan. Menerapkan pengelolaan sampah dengan prinsip 6R (*Refuse, Reduce, Reuse, Recycle, Replace, dan Rot*) merupakan solusi kelestarian lingkungan tetap terjaga (Bank Sampah Jakarta, 2013 dan Berita Update, 2022).

Manfaat yang diperoleh sangat banyak bagi kehidupan manusia jika prinsip tersebut dilaksanakan secara sesuai karena dapat memperoleh *benefit* ekonomi untuk orang banyak (Bank Sampah Jakarta, 2013).

Penerapan prinsip 6R pengelolaan sampah belum menjadi budaya dan kebiasaan orang banyak karena masyarakat kita tidak membiasakan memisahkan sampah yang ada di sumber pembuangan atau di tempat penampungan sementara (Bank Sampah Jakarta, 2013).

Pihak pemerintah harus secara kontinyu melakukan sosialisasi mengenai pentingnya kesadaran masyarakat mengelola sampah dengan sesuai aturan, agar masyarakat yang belum mengetahui dan memahami menjadi lebih tahu dan paham, sehingga bisa mengelola sendiri sampahnya. Setidaknya dapat memisahkan antara sampah organik dengan anorganik (Berita Update, 2022).

Beberapa ahli dan praktisi menyakini prinsip 6R penentuan kesuksesan pelaksanaan proses daur ulang, yaitu ditentukan dengan pemilahan sampah. Pemilahan sampah sesuai jenisnya dalam keadaan bersih dapat meningkatkan nilai sampah berlipat ganda (Bank Sampah Jakarta, 2013).

Indonesia mempunyai cara tersendiri dengan menciptakan ide inovatif yang kreatif mengenai cara yang dilakukan untuk memilah sampah dengan mengajak masyarakat. Sehingga dengan cara kreatif ini, kesadaran masyarakat supaya terbiasa memilah sampahnya sendiri (Bank Sampah Jakarta, 2013).

1.1.2 Definisi Sampah

Menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 Pasal (1) mengenai pengelolaan sampah, dinyatakan bahwa sampah berasal dari sisa aktifitas manusia setiap hari atau proses alam berupa bahan organik atau bahan anorganik berbentuk padat atau semi padat yang bersifat terurai atau tidak terurai dibuang ke lingkungan yang sudah tidak terpakai lagi (Agina Naomi, 2020; Akhmad Affandi, 2010; Hendra Fridolin Ananda Sudater Siagian, 2022; dan Nur Ismi, 2020).

Menurut KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia), sampah adalah suatu barang atau benda buangan yang tidak termanfaatkan lagi (Hendra Fridolin Ananda Sudater Siagian, 2022).

Berdasarkan beberapa definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa sampah merupakan suatu bahan sisa benda padat tidak berharga atau tidak bernilai yang dibuang atau terbuang dari sumber hasil sisa kegiatan manusia setiap hari maupun dalam proses alami yang tidak bermanfaat atau tidak bernilai ekonomis (Bank Sampah Jakarta, 2013 dan Nur Ismi, 2020).

Menurut Undang Undang Nomor 18 Tahun 2008 Pasal (3), mengenai pengelolaan sampah, adalah aktifitas yang dilakukan untuk menguraikan dan merumuskan secara menyeluruh dan

berkesinambungan berupa penangan dan pengurangan sampah (Akhmad Affandi, 2010).

Pengelolaan merupakan pemanfaatan dan pengendalian semua hal yang ikut menyebabkan terjadinya sesuatu dan sumber daya, yang menuntut adanya perencanaan yang dibutuhkan untuk mendapatkan atau menyelesaikan suatu tujuan kerja tertentu (Prajudi, dalam Akhmad Affandi, 2010).

1.2 Sumber Sampah

1.2.1 Sumber Timbulan Sampah

Berdasarkan sumber timbulan sampah, terdiri dari: (Gilbert dkk, 1996 dalam Akhmad Affandi, 2010)

1. Sampah berasal dari pemukiman rumah penduduk, sampah pada umumnya dihasilkan dari aktifitas keluarga yang menetap di sebuah bangunan rumah tinggal pada suatu pemukiman. Jenis sampah yang biasanya dihasilkan cenderung organik, berupa sampah kondisi basah dan sampah kondisi kering, misalnya: sisa makanan, abu, plastik, dan sampah lainnya (Agina Naomi, 2020 dan Akhmad Affandi, 2010).
2. Sampah berasal dari tempat umum dan tempat perdagangan umum berupa tempat yang cenderung orang banyak berkumpul untuk melakukan kegiatan. Tempat tersebut berpotensi cukup besar dalam menghasilkan sampah dalam jumlah banyak termasuk daerah perdagangan, seperti supermaket, swalayan, dan pasar tradisional. Jenis sampah yang diproduksi biasanya berupa sisa makanan, sampah kondisi kering, abu, plastik bekas, kertas bekas, dan kaleng bekas, dan sampah lainnya (Agina Naomi, 2020 dan Akhmad Affandi, 2010).
3. Sampah berasal dari tempat sarana layanan masyarakat yang disiapkan pemerintah, misalnya tempat hiburan masyarakat, tempat rekreasi, tempat sarana ibadah, tempat sarana kesehatan, tempat sarana pendidikan, tempat sarana perkantoran, dan sarana pelayanan lainnya yang menghasilkan sampah kondisi kering dan sampah kondisi basah (Akhmad Affandi, 2010).
4. Sampah berasal dari industri, dalam hal ini berupa pabrik sumber alam berupa perusahaan kayu, aktifitas industri,

termasuk penyaluran ataupun proses dari suatu bahan belum diolah. Sampah yang diproduksi dari tempat ini biasanya berupa sampah kondisi basah, sampah kondisi kering, abu, sisa makanan, dan sisa bahan konstruksi bangunan (Akhmad Affandi, 2010).

5. Sampah pertanian, sampah diproduksi dari binatang atau tanaman pada daerah pertanian, contohnya sampah berasal dari lahan kebun, kandang hewan, ladang, atau persawahan yang dihasilkan biasanya berupa pupuk tanaman dan pembasmi hewan serangga tanaman (Akhmad Affandi, 2010).

1.2.2 Kategori Sampah

Sampah dikategorikan menurut asalnya yaitu:

1. Sampah berasal dari rumah tangga.
2. Sampah komersial, yang berasal dari tempat perdagangan, pasar tradisional dan modern, pertokoan, perhotelan, tempat restoran, tempat hiburan masyarakat, dan lain-lain.
3. Fasilitas sosial, yang berasal dari tempat ibadah, asrama, rumah tahanan/penjara, sekolah, rumah sakit, klinik, dan lain-lain.
4. Fasilitas umum, yang berasal dari terminal, pelabuhan, bandara, stasiun, taman, jalan, dan lain-lain.
5. Sampah berasal dari kegiatan industri.
6. Sampah dari pembersihan drainase umum, yang berasal dari sungai, danau, pantai, irigasi, dan lain-lain (Bank Sampah Jakarta, 2013).

1.2.3 Jenis Sampah

Sampah padat berdasarkan asalnya, dikelompokkan menjadi 2 (dua) jenis yaitu: (Akhmad Affandi, 2010)

1. Sampah organik merupakan sampah yang diproduksi dari bahan-bahan berupa hewan dan tumbuhan dihasilkan dari aktifitas pertanian, perkebunan, dan perikanan; atau yang berasal dari alam. Bersifat *biodegradable* tanpa adanya proses kimiawi. Sampah ini cepat dapat terurai melalui proses alami dan sifatnya dapat didegradasi oleh mikroba. Sampah rumah tangga yang dihasilkan sebagian besar merupakan bahan organik. Selain rumah tangga, yang menjadi penyumbang terbesar dalam menghasilkan jenis sampah organik ini, yaitu

pasar tradisional. Termasuk sampah organik, contohnya: sampah rumah tangga (sisa-sisa makanan, sampah dari dapur, tepung, sayuran, buah busuk, kulit buah, kotoran hewan, kotoran manusia, dan pembungkus (kecuali kertas, karet, dan plastik)), sampah pepohonan (ranting, dedaunan, dan serbuk batang kayu) (Agina Naomi, 2020; Akhmad Affandi, 2010; dan Bank Sampah Jakarta, 2013).

2. Sampah anorganik atau *non-organik* merupakan sampah yang diproduksi dari bahan-bahan *non-hayati*, berasal dari sumber daya alam tidak terbarui, contohnya: mineral, minyak bumi, produk sintetik, hasil proses teknologi pengelolaan bahan tambang dan industri. Sampah jenis ini berbeda dengan sampah organik, yakni sampah yang cepat terurai sehingga diberlakukan langkah khusus mempercepat proses penguraian sampah. Sampah anorganik terdiri dari: sampah berbahan logam serta produk olahan, sampah berbahan plastik, sampah berbahan kertas, sampah berbahan kaca dan keramik, sampah detergen. Sebagian besar sampah anorganik secara keseluruhan tidak bisa terurai oleh alam/*mikroorganisme (unbiodegradable)*. Namun, sebagian lainnya memerlukan waktu yang lama dalam penguraiannya, contohnya: sampah plastik, sisa pecahan kaca, sisa potongan besi, sisa potongan tembaga, botol dan kaleng bekas, limbah masyarakat, asap pabrik atau asap kendaraan bermotor, dan ban bekas (Agina Naomi, 2020; Akhmad Affandi, 2010; dan Bank Sampah Jakarta, 2013).

1.3 Kualifikasi Sampah

Sampah dikelompokkan berdasarkan kondisi fisiknya terdiri dari:

1. Sampah kondisi basah (*garbage*)
Sampah golongan ini berupa sisa-sisa makanan atau merupakan timbunan hasil sisa makanan; atau sisa-sisa pengelolaan dari rumah tangga, contohnya sayuran, yang bersifat cepat membusuk, umumnya bersifat cepat membusuk dan mengandung air. sehingga menimbulkan bau busuk.
2. Sampah kondisi kering (*rubbish*)
Sampah golongan ini digolongkan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu:

- a. Sampah tidak hancur.

Jenis sampah ini tidak bisa hancur secara alami, sekalipun membutuhkan waktu yang cukup lama, contohnya: kaca dan mika.

- b. Sampah tidak cepat hancur.

Sekalipun sulit hancur, sampah jenis ini perlahan-lahan akan bisa hancur secara alami. Sampah ini dapat dibilah lagi menjadi sampah mudah terbakar, contohnya: kertas dan kayu, dan sampah tidak hancur dan tidak terbakar, contohnya kaleng bekas dan kawat besi. (Akhmad Affandi, 2010)

1.4 Dampak Sampah Plastik Terhadap Lingkungan

Di antara tugas pemerintah yaitu faktor pembuangan sampah plastik belum terkelola dengan baik yang menjadi beberapa di antara penyebab lingkungan hidup menjadi rusak (Bank Sampah Jakarta, 2013).

Penggunaan bahan plastik dalam jumlah banyak akan semakin naiknya bahaya sampah plastik belum terkelola dengan baik terhadap lingkungan hidup (Bank Sampah Jakarta, 2013).

Saat ini pada tahap pembuangan sampah di TPA (Tempat Pembuangan Akhir), sampah plastik menyebabkan meningkatnya pemanasan global yang akibat dari terjadi emisi gas rumah kaca ke atmosfer (Bank Sampah Jakarta, 2013).

Kantong plastik yang sudah digunakan akan menjadi sampah sulit dikelola dan berbahaya bagi lingkungan hidup, diperlukan waktu yang panjang, puluhan atau sampai ratusan tahun supaya plastik dapat terurai atau terdekomposisi dengan sempurna (Bank Sampah Jakarta, 2013).

Dampak negatif yang ditimbulkan sampah plastik selain proses penguraian yang memerlukan waktu yang sangat lama saat proses terurai partikel-partikel plastik akan mencemari tanah dan air (Bank Sampah Jakarta, 2013).

Sampah plastik dimusnahkan melalui proses pembakaran akan menghasilkan gas beracun yang berdampak bahaya bagi kesehatan hidup manusia, yaitu pada proses pembakaran sampah plastik tidak sempurna, sampah plastik terurai di udara menjadi senyawa dioksin.

Senyawa ini menimbulkan bahaya besar apabila terhirup oleh manusia (Bank Sampah Jakarta, 2013).

Dampak negatif dari sampah plastik penyebab terjadi banjir, karena menyebabkan terjadi naiknya dasar sungai, disebabkan penyumbatan saluran-saluran air dan tanggul (Bank Sampah Jakarta, 2013).

1.5 Pengaruh Sampah di Bidang Sosial dan Ekonomi

Adapun pengaruh sampah di bidang sosial dan ekonomi, yaitu:

1. Pengolahan sampah yang tidak efektif akan mengakibatkan kondisi lingkungan masyarakat yang tidak nyaman, bau busuk, dan pemandangan yang kumuh karena adanya gundukan sampah di tempat tidak sesuai.
2. Pengolahan sampah yang tidak efektif akan menyebabkan menurunnya tingkat kesehatan hidup masyarakat.
3. Meningkatnya beban biaya kesehatan secara langsung (menolong orang sakit) dan biaya kesehatan secara tidak langsung (produktifitas kerja kecil akibat sakit).
4. Sampah padat dibuang ke dalam drainase dan sungai dapat menyebabkan terjadi banjir dan akan berdampak menimbulkan kerusakan pada fasilitas prasarana umum seperti prasarana jalan, prasarana jembatan, prasarana drainase, dan prasarana lainnya.
5. Sampah yang dikelola tidak sesuai berpengaruh pada infrastruktur lain, seperti meningkatnya biaya yang diperlukan untuk pengelolaan air minum dan biaya pemeliharaan infrastruktur lainnya.
6. Memberikan pengaruh negatif di bidang industri pariwisata. (Bank Sampah Jakarta, 2013)

1.6 Pengelolaan Sampah

Pengolahan sampah adalah serangkaian kegiatan yang terdiri dari: pengumpulan sampah, pemilahan sampah, pendaurulangan sampah, pemanfaatan kembali sampah, dan pengangkutan atau pembuangan sampah (Bank Sampah Jakarta, 2013 dan Wikipedia).

Kalimat ini umumnya berdasarkan pada bahan sampah yang diproduksi dari aktifitas manusia, dan biasanya dikelola untuk

mengurangi dampak keberadaan sampah terhadap kesehatan hidup, lingkungan masyarakat, atau estetika keindahan. Pengolahan sampah dilakukan supaya dapat mengembalikan kondisi sumber daya alam (*resources recovery*). Pengelolaan sampah bisa menggunakan zat padat, zat cair, zat gas, atau zat radioaktif dengan metode dan keahlian khusus untuk setiap jenis zat (Wikipedia).

Tujuan pengolahan sampah yaitu mengubah sampah menjadi bahan bernilai ekonomis dengan pengolahan sampah supaya dapat menjadi material berdampak positif untuk lingkungan hidup (Bank Sampah Jakarta, 2013).

Adanya perbedaan pengelolaan sampah antara beberapa negara maju dengan beberapa negara berkembang, antara area perkotaan dengan area pedesaan, dan antara area perumahan dengan area industri. Pengelolaan sampah tidak berbahaya yang berasal dari daerah pemukiman dan daerah industri di area perkotaan umumnya ditangani oleh pemerintah daerah, sedangkan untuk sampah dari daerah komersial dan industri akan menjadi tanggung jawab perusahaan pengolah sampah (Bank Sampah Jakarta, 2013).

Pengelolaan sampah digolongkan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu: 1) pengelolaan sampah berasal dari rumah tangga dan sampah sejenis berasal dari sampah rumah tangga dan 2) pengelolaan sampah tertentu. Pengelolaan sampah spesifik merupakan tanggung jawab pihak pemerintah, sedangkan pengelolaan sampah berasal dari rumah tangga dan sampah yang sama jenisnya berasal dari sampah rumah tangga berupa pengurangan sampah dan penanganan sampah, pengurangan sampah berupa: pembatasan timbulan material sampah, pendauran ulang material sampah, dan pemanfaatan kembali material sampah (Hendra Fridolin Ananda Sudater Siagian, 2022).

Pengelolaan sampah tetap menggunakan konsep cara pandang lama yaitu: prinsip 3P (Pengumpulan sampah, Pengangkutan sampah, dan Pembuangan sampah) (Bio Admin, 2021).

1.6.1 Tahap Pengelolaan Sampah

Tahap dalam pengelolaan sampah terdiri atas 3 (tiga) jenis, yaitu: (Arif, 2010: 70 dalam Akhmad Affandi, 2010)

1. Tahap mengumpulkan dan menyimpan di tempat sumber.

Sampah di lokasi sumber, seperti: perkantoran, rumah tangga, sekolah, hotel, dan lokasi lainnya, disimpan dalam area

penampungan sementara, yaitu tempat sampah. Sampah kondisi basah dan sampah kondisi kering kemudian dikumpulkan dalam tempat terpisah supaya lebih cepat pemusnahannya. Dari tempat penampungan sementara, sampah disatukan kemudian dibawa ke dalam dipo (bangunan rumah sampah) berbentuk wadah besar berguna untuk penampungan sampah rumah tangga.

2. Tahap pengangkutan.

Sampah diangkut dari dipo menuju ke tempat pembuangan akhir atau tempat pemusnahan sampah dengan menggunakan mobil truk pengangkut sampah yang disiapkan oleh Pemerintah (Dinas).

3. Tahap pemusnahan.

Beberapa metode yang dipakai pada tahap pemusnahan sampah ini, antara lain:

a. *Sanitary landfill*.

Sanitary landfill adalah metode pemusnahan yang sangat sesuai. Pada metode ini, pemusnahan sampah akan dilakukan melalui cara melakukan penimbunan sampah dengan tanah secara bertahap lapis per lapis. Dengan begitu, sampah tidak berada di ruang terbuka sehingga tidak ada bau busuk atau menjadi tempat hidup binatang pengerat.

b. *Incineration*.

Incineration atau insinerasi adalah metode pemusnahan sampah dilakukan dengan pembakaran sampah dalam jumlah yang banyak dengan menggunakan fasilitas pabrik. (Akhmad Affandi, 2010)

1.6.2 Tujuan Pengelolaan Sampah

Proses yang diperlukan dengan tujuan pengelolaan sampah terdiri dari:

1. Sampah diubah menjadi bahan yang bernilai ekonomis (pemanfaatan sampah), atau
2. Sampah diolah menjadi bahan tidak berbahaya untuk lingkungan manusia. (Wikipedia)

1.7 Pengelolaan Sampah dengan Menggunakan Prinsip 6R

Penerapan pengelolaan sampah dengan prinsip 6R (*Refuse, Reduce, Reuse, Recycle, Replace, dan Rot*) merupakan metode yang sangat mudah dan murah sebagai solusi untuk memelihara kelestarian lingkungan hidup.

1. *Refuse* (menolak).

Menerima suatu benda akan tetapi tidak mengetahui tujuan penggunaan dari benda itu, tidak pernah dipergunakan dan akan dibuang di tempat sampah, contohnya: kantong plastik, kertas brosur, dan kertas pamflet promosi yang tidak diminati. Untuk benda sejenis ini berani untuk menolak dengan tidak menerimanya (Qori Ramadhani, 2021).

2. *Reduce* (mengurangi).

Mengurangi sampah banyak yang dihasilkan. Semakin banyak penggunaan material, menghasilkan banyak sampah. Dengan prinsip *reduce*, maka dapat mengurangi penggunaan dari bahan berdampak merusak lingkungan. Mengurangi sampah banyak dapat dilakukan dengan berbagai cara, misalnya menghindari penggunaan produk barang sekali pakai, menghemat penggunaan air dan listrik, tidak menggunakan kantong plastik satu kali pemakaian dengan membawa tas kain saat akan berbelanja, dan tidak memakai kertas tisu atau kertas lap sekali pakai (Admin dlh, 2019; Agina Naomi, 2020; Bank Sampah Jakarta, 2013; Bio Admin, 2021; dan Qori Ramadhani, 2021).

3. *Reuse* (memakai kembali).

Menggunakan barang-barang yang dapat dipakai kembali atau yang tetap digunakan sesuai kegunaan sama ataupun beberapa kegunaan lainnya. Tidak memakai beberapa barang *disposable* (satu kali pemakaian lalu dibuang). Dapatkan barang satu kali pemakaian dalam waktu singkat menjadi sampah, kemudian menggantinya dengan barang yang dapat dipakai dan tahan dalam waktu yang cukup lama atau dengan benda lain yang dapat cepat terurai. Hal ini waktu pemakaian barang lebih lama sebelum barang tersebut menjadi sampah, misalnya pemanfaatan wadah kaleng bekas menjadi tempat pensil, penggunaan sampah ember plastik dan botol bekas menjadi pot bunga, pemanfaatan pakaian bekas menjadi

lap, penggunaan kembali plastik belanjaan menjadi kantong sampah, serta memberikan barang yang tidak dipergunakan lagi kepada yatim piatu atau sanak famili keluarga untuk dipergunakannya (Admin dlh, 2019; Bank Sampah Jakarta, 2013; Bio Admin, 2021; dan Qori Ramadhani, 2021).

4. *Recycle* (mendaur ulang).

Barang yang tidak terpakai lagi, dapat didaur ulang kembali menjadi suatu barang baru sehingga dapat digunakan kembali atau layak fungsi. Tidak semua barang dapat didaur ulang, tetapi saat ini beberapa industri tidak formal skala kecil dan industri skala rumah tangga yang mengolah sampah menjadi barang berguna dan bernilai ekonomis. Teknologi daur ulang, terutama untuk sampah berbahan plastik, sampah berbahan kaca, dan sampah berbahan logam, merupakan suatu solusi dari usaha memaksimalkan material tersebut setelah menjadi sampah, untuk diubah kembali lagi dalam proses mendaurulang sampah tersebut (Admin dlh, 2019; Bank Sampah Jakarta, 2013; dan Bio Admin, 2021).

Dengan proses daur ulang ini, sampah dapat dikelola menjadi bahan baku dari suatu produk yang berguna, sehingga memberikan manfaat untuk mengurangi pemakaian bahan sumber daya alam belum diolah yang semakin lama semakin kurang kuantitasnya (Bio Admin, 2021).

5. *Replace* (menggantikan).

Beberapa di antara langkah mengurangi sampah yang paling efektif dengan mengutamakan pemakaian bahan tahan lama dan pemakaian bahan ramah lingkungan dibanding bahan yang sulit terurai oleh organisme yang dapat membantu penanganan masalah sampah Contohnya, mengganti kantong kereseck dengan keranjang atau tas kain dan tidak menggunakan bahan dari *styrofoam*, saat akan berbelanja karena bahan tersebut tidak bisa mengalami penurunan secara alami (Bio Admin, 2021).

6. *Rot* (membusuk).

Sisa makanan atau ampas makanan yang merupakan sampah organik dapat kembali dikelola menjadi pupuk kompos. Pengadaan wadah pengolahan sampah menjadi pupuk kompos. Ada beberapa metode pengolahan sampah organik menjadi pupuk kompos, diantaranya dengan menyatukan sampah organik di dalam wadah

husus dan menunggu sampah organik akan terurai sampai menjadi pupuk kompos (Qori Ramadhani, 2021).

1.8 Metode Pengelolaan Sampah

1.8.1 Metode Daur Ulang

Proses penggunaan barang yang masih berguna dan memiliki nilai ekonomi dari sampah untuk dapat digunakan kembali dinamakan proses mendaur ulang. Beberapa metode mendaur ulang diciptakan dan mengalami perkembangan, sementara metode pengelolaan sampah dengan melakukan metode mendaur ulang dalam jumlah banyak berupa: (Bank Sampah Jakarta, 2013)

1. Pengelolaan kembali secara fisik.

Metode pengolahan ini merupakan aktifitas pengelolaan sampah yang selalu dilakukan dari metode mendaur ulang, yaitu mengumpulkan barang dan menggunakan kembali barang yang tidak terpakai dan terbuang, contoh botol bekas yang dikumpulkan untuk dipergunakan kembali. Pengumpulan sampah dilakukan dari sampah yang telah dibilah dari awal (tempat sampah atau mobil truk sampah), atau dari sampah bercampur dengan sampah lainnya (Bank Sampah Jakarta, 2013).

2. Pengelolaan biologis/komposting.

Jenis sampah yang diolah menggunakan metode ini, yaitu jenis sampah-sampah dari sisa makanan yang berasal dari tumbuhan atau hewan atau kertas bekas, jenis sampah ini dinamakan sampah organik (Bank Sampah Jakarta, 2013).

3. Pemulihan kondisi energi.

Besarnya energi tersimpan dalam sampah digunakan secara langsung menjadi bahan bakar melalui proses pengelolaan sampah, atau secara tidak langsung menggunakan proses pengolahan sampah menjadi bahan bakar bentuk lain (Bank Sampah Jakarta, 2013).

Metode pengelolaan sampah dengan metode pembakaran pada umumnya digunakan untuk mengolah sampah-sampah padat, dilakukan oleh individu-individu masyarakat dalam skala kecil, tanpa menggunakan alat pembakaran atau insinerator (Bank Sampah Jakarta, 2013).

1.8.2 Metode *Landfill*

Metode ini merupakan metode yang sering dipakai di seluruh negara, di mana sampah disatukan lalu dibawa ke sebuah area yang sudah disiapkan sebuah lubang kemudian ditimbun atau diurug menggunakan tanah. Penimbunan ini pada umumnya dilaksanakan di lahan tidak terpakai, bekas lubang penambangan atau bekas lubang yang dalam (Bank Sampah Jakarta, 2013).

1.9 Konsep Pengelolaan Sampah

Sebagian daerah atau negara tertentu sudah mengembangkan penggunaan konsep pengolahan sampah tidak sama. Sehingga tidak ada penggunaan konsep sama atau seragam di suatu negara dengan negara lain. Bahkan antara suatu daerah dengan daerah lain sekalipun berada di satu negara yang sama (AJMTEch, 2017).

Beberapa konsep dalam kegiatan pengelolaan limbah padat dikenal yang telah dilaksanakan oleh semua masyarakat beserta pihak pemerintah. Sebanyak 11 (sebelas) konsep pengelolaan sampah yang sudah dilaksanakan di seluruh dunia, diantara 5 (lima) konsep tersebut, sebagai berikut: (Bank Sampah Jakarta, 2013)

1. Konsep hirarki sampah (*waste hierarchy*).

Konsep ini mendasar pada strategi pengelolaan limbah padat sesuai dengan kemauan dari segi mengurangi sampah. Tujuan konsep ini yaitu memperoleh manfaat banyak dari produk-produk praktis meskipun hanya menghasilkan sampah yang sangat sedikit (AJMTEch, 2017).

Strategi pengolahan sampah merupakan sebuah konsep pengelolaan limbah padat yang lebih mengutamakan pada sosialisasi mengurangi sampah. Konsep strategi pengelolaan sampah dinamakan dengan istilah prinsip 6R (*Refuse, Reduce, Reuse, Recycle, Replace, dan Rot*) (Bank Sampah Jakarta, 2013).

2. Konsep pencemar membayar (*polluter pays principle*).

Prinsip konsep ini yaitu pihak yang melakukan pencemaran akan bertanggung jawab terhadap kerusakan yang ditimbulkannya. Pencemar harus mengganti dengan membayar semua biaya yang dikeluarkan akibat pencemaran dan upaya pemulihannya (AJMTEch, 2017).

Konsep pencemar membayar berarti beberapa pihak yang merupakan produsen sampah diwajibkan membayar denda sesuai dengan banyaknya sampah dan polusi yang dihasilkannya. Denda yang dibayarkan oleh pihak pencemar akan dikumpul kemudian dipakai untuk proses pengelolaan sampah secara baik dan teratur, sehingga tidak menghasilkan polusi dari sampah tersebut (Bank Sampah Jakarta, 2013).

3. Konsep *zero waste*.

Konsep ini mempunyai kesamaan dengan prinsip *reuse* (memakai kembali), selain bertujuan meminimalkan banyaknya sampah, konsep ini bermakna bernilai ekonomis, berefisiensi, dan keberadaban sampah, sejalan dengan lebih meningkatnya keinginan manusia untuk menghargai benda milik sendiri dan akan lebih matang berfikir sebelum membuang benda tersebut (Bank Sampah Jakarta, 2013).

Konsep *zero waste* tidak hanya diterapkan untuk pengelolaan limbah padat, tetapi juga meliputi penghematan penggunaan tenaga listrik, penggunaan air bersih, penggunaan bahan bakar fosil, dan penggunaan lainnya (Bank Sampah Jakarta, 2013).

4. Konsep perpanjang tanggung jawab produsen (*extended producer responsibility*).

Rancangan konsep ini untuk memperkenalkan integrasi semua biaya yang berhubungan dengan produksi barang dari para penghasil di seluruh siklus hidup produksi barang tersebut ke dalam pasar harga produksi barang. Konsep ini bertujuan mengintegrasikan berbagai perusahaan dalam jalur produksi sebuah barang. Sehingga mudah meminta pertanggungjawaban atas kegiatan impor, distribusi, atau penjualan produk ke konsumen (AJMTEch, 2017).

Konsep ini lebih menekankan kepada penghasil barang atau produsen bermacam produk barang yang berpotensi akan menjadi sampah keesokan hari untuk menambahkan biaya kepedulian terhadap lingkungan dengan harga jual barang tersebut. Kemudian produsen harus bertanggung jawab menambahkan biaya kepada pihak lain untuk mengurus sampah dari produk barang yang dihasilkannya (Bank Sampah Jakarta, 2013)..

5. Bayar sesuai sampah yang dibuang (*pay as you throw*).

Konsep pengolahan sampah ini ada kesamaan dengan prinsip pencemar membayar (*polluter pays principle*) Bedanya, konsep bayar disesuaikan dengan sampah yang dibuang ini lebih terinci dan penerapannya untuk sampah rumah tangga berasal dari suatu pemukiman penduduk. Konsep ini menitikberatkan pada banyaknya biaya yang harus dibayar oleh orang yang membuang sampah pada saat sampahnya dibuang (Bank Sampah Jakarta, 2013).

1.10 Kebijakan Nasional Pengelolaan Sampah

Landasan utama kebijakan pengelolaan limbah padat, yaitu Undang-Undang No 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah yang didukung oleh kebijakan pelaksanaan pengelolaan sampah, baik berupa PP (Peraturan Pemerintah), Perda (Peraturan Daerah), Permen (Peraturan menteri), dan Perpres (Peraturan Presiden). Tugas utama pengelolaan limbah padat dalam Undang-Undang No 18 Tahun 2008 yaitu merevisi cara pandang seseorang terhadap pengolahan sampah mulai dari mengumpulkan-mengangkut-membuang menjadi pengurangan di sumber tempat sampah (*reduce at source*) dan mendaur ulang sumber daya (*resources recycle*) (Bank Sampah Jakarta, 2013).

Pendekatan yang sesuai mengubah istilah pendekatan ujung pipa (*end of pipe*) yang selama ini diterapkan yaitu dengan menerapkan prinsip 6R (*Refuse, Reduce, Reuse, Recycle, Replace, dan Rot*), EPR (*Extended Producer Responsibility*), pemanfaatan sampah (*waste utilisation*), dan pengelolaan akhir sampah di TPA (Tempat Pembuangan Akhir) yang *environmentally sound manner* (Bank Sampah Jakarta, 2013).

DAFTAR PUSTAKA

- Admin dlh. 2019. Pengelolaan Sampah dengan Sistem 3R. Dinas Lingkungan Hidup. Pemerintah Kabupaten Buleleng. www.dlh.bulelengkab.go.id
- Affandi, A. Peran Dinas Tata Ruang dan Cipta Karya Dalam Pengelolaan Sampah Di Kabupaten Bulukumba. Konsep Pengelolaan Sampah. Tinjauan Pustaka. Hlm, 43 – 53. 123dok.
- AJMTEch. 2017. Konsep Pengelolaan Sampah. PT AJM Sukses Teknologi Indonesia. www.ajmtech.co.id
- Bank Sampah Jakarta. 2013. Konsep Pengelolaan Sampah. Blogger. www.banksampahjakarta.blogspot.com
- Berita Update. 2022. Mengenal 3R dalam Konsep Pengelolaan Limbah. Kumparan. www.kumparan.com
- Bio Admin. 2021. Prinsip Mengolah Sampah 3P menjadi 4R (*Reduce, Replace, Reuse, Recycle*). www.pusatbiologi.com
- Ensiklopedia Bebas. Pengelolaan sampah. Wikipedia bahasa Indonesia. www.id.wikipedia.org
- Ismi, N. 2020. Implementasi Konsep Pengelolaan Sampah Ramah Lingkungan (*Green Waste*) Di Kampus Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Kabupaten Gowa. Eprint. Universitas Hasanuddin. www.repository.unhas.ac.id
- Naomi, A. 2020. Mengenal Jenis-Jenis Sampah Beserta Pengelolaannya. *D-laundry*. www.laundry.drop.id
- Ramadhani, Q. 2021. Cara Kelola Sampah dengan 5R (*Refuse, Reduce, Reuse, Recycle, Rot*). www.kumparan.com
- Siagian, H. F. A. S. 2022. Pengelolaan Sampah di Indonesia. Kemenkeu. www.djkn.kemenkeu.go.id

BAB 2

PARADIGMA PENGELOLAAN SAMPAH DI INDONESIA

Oleh Jernita Sinaga

2.1 Pendahuluan

Sampah salah satu masalah yang bila dibahas tidak akan ada habisnya, sampah pasti akan selalu diproduksi pada sisi setiap orang. Produksi sampah bertambah seiring dengan penduduk. Bertambah penduduk dan meningkat produksi sampah. Pengelolaan sampah padat adalah satu-satunya hal yang disediakan oleh setiap pemerintah kota untuk penduduknya. Sementara tingkat layanan, dampak lingkungan dan biaya bervariasi secara dramatis, pengelolaan limbah padat bisa dibidang layanan kota yang paling penting dan berfungsi sebagai prasyarat untuk tanda kota bersih dan sehat. (Wijana Nyoman, 2014)

Saat dunia bergerak cepat menuju masa depan perkotaannya, jumlah sampah kota akan bertambah seiring dengan pergerakan kemajuan kota, karena gaya hidup perkotaan adalah pengelolaan sampah. Tahun 2012 berdasarkan penelitian Daniel Hoorweg and Perinaz Bhada-Tata, dunia menghasilkan 2,9 miliar penduduk perkotaan menghasilkan sampah 0,64 kg sampah per orang per hari (0,68 miliar ton per tahun). Laporan meningkat 3 miliar penduduk menghasilkan 1.2 kg per orang per hari (1,3 miliar ton per tahun). Kemungkinan tahun 2025 akan bertambah 4,3 miliar penduduk perkotaan menghasilkan sekitar 1,42 kg/kapita/hari sampah padat kota (2,2 miliar ton per tahun). (Daniel Hoorweg and Perinaz Bhada-Tata, March, 2012)

Indonesia mempunyai permasalahan sampah yang dapat dilihat, berdasarkan Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) pada hari Peduli Sampah Nasional 2022, Surat edaran nomor SE.1/MENLHK/PSLB3/PLB/2/2021 hari Peduli Sampah Nasional 2021, tema peringatan HPSN tahun 2021 yaitu “Sampah Bahan baku Ekonomi di Masa Pandemi” Pemerintah dan elemen masyarakat membangun partisipasi, memilah sampah dari rumah dengan bahan

baku bernilai ekonomi, partisipasi, peran industri, bahan baku industri daur ulang, mempengaruhi masyarakat bahan baku ekonomi, kelola sampah kurangi emisi bangun proklamasi masih ditahapan dalam capaian kinerja pengelolaan sampah yang masih sangat kurang dalam penanganan sampah. Data yang terdapat Sistem Informasi Pengelolaan sampah Nasional (SIPSN), capaian kinerja pengelolaan sampah pada tahun 2021 yang terdiri dari 241 Kabupaten/Kota se-Indonesia terdapat permasalahan dengan timbunan sampah sebanyak 30.335,308,50 ton/tahun, pengurangan sampah 15,6%, 4,732,595.18 ton/tahun, penanganan sampah 14,14%, 14,906,818,15 ton/tahun, sampah terkelola 64,74%, 19,639,413,34 ton/tahun, sampah tidak terkelola 35,26%, 10,695,895,16 ton/tahun (SIPSN Menlhk, 2021)

Pengelolaan sampah kota adalah layanan yang paling penting yang harus disediakan dan yang merupakan salah satu item anggaran tunggal terbesar untuk tata perkotaan yang merupakan layanan yang sepenuhnya dalam lingkup pemerintah daerah. Semua kota atau daerah yang tidak dapat secara efektif mengelola sampahnya jarang mampu mengelola layanan yang lebih kompleks seperti kesehatan, pendidikan transportasi. Sampah yang tidak dikelola dengan baik memiliki dampak yang sangat besar pada kesehatan, lingkungan lokal dan global, ekonomi. Sampah yang tidak dikelola dengan baik biasanya menghasilkan biaya hilir lebih tinggi dari pada yang seharusnya akan membutuhkan biaya untuk mengelola sampah dengan baik di tempat pertama dari awal sumber sampah. Pengelolaan sampah kota merupakan kegiatan intensif melayani. (Wijana Nyoman, 2014)

Penanganan konvensional sampah tidak dapat mengendalikan sampah. Dampak pengaruh sampah, penyebaran penyakit, pembusukan, air lindi di TPA, sumber air penduduk yang dapat mencemari yang berdampak kepada masyarakat, akibat pembakaran dan masih banyak permasalahan lain yang ditimbulkan oleh sampah. (Yudiyanto, 2019)

Dalam penanganan sampah dilihat dari pada paradigma pengelolaan yang telah dilaksanakan terdapat perbedaan dengan paradigma lama dan paradigma yang baru, yang dapat dilihat dalam proses produksi pengelolaan sampah sehingga dapat mengurangi permasalahan sampah.

2.2 Kebijakan Pengelolaan Sampah di Indonesia

Pendekatan komprehensif dilakukan sejak sebelum dihasilkannya produk, berpotensi ada sampah, dikembalikan ke lingkungan secara aman. UU Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah merupakan payung hukum mengatasi permasalahan pengelolaan sampah di Indonesia dan beberapa Peraturan Pemerintah No. 81 tahun 2012 Tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis sampah Rumah Tangga, Peraturan Presiden No. 97 Tahun 2017 tentang Kebijakan dan strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis sampah Rumah Tangga, Peraturan Presiden no 83 tahun 2018 tentang Penanganan sampah Laut, Permen LHK N0. P.75 Tahun 2019 tentang Peta Jalan Pengurangan sampah oleh Produsen, Peraturan Pemerintah N0. 27 Tahun 2020 tentang Sampah spesifik, PermenLHK No. P.14 Tahun 2021 tentang bank sampah. Pengaturan hukum Undang-Undang berdasarkan asas tanggung jawab, asas berkelanjutan, asas manfaat, asas keadilan, asas kesadaran, asas kebersamaan, asas keselamatan, asas keamanan dan asas nilai ekonomi (UU RI. Nomor 18 , 2008)

Konsekuensi hukum pemerintah, berwenang, bertanggung jawab secara operasional, bermitra dengan badan usaha, organisasi persampahan, kelompok dibidang persampahan dapat juga diikutsertakan dalam kegiatan pengelolaan sampah. Pengaturan hukum pengelolaan sampah dalam Undang-Undang Nomor 18 tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, dapat memberikan pemikiran yang sesuai dengan asas-asas yang dilaksanakan di Indonesia, seperti:

1. Kepastian hukum masyarakat pengelolaan sampah berwawasan lingkungan.
2. Ketegasan peraturan yang merupakan suatu larangan memasukkan ke wilayah Negara Kesatuan RI.
3. Pada dasarnya harus ada suatu ketertiban penyelenggaraan.
4. Pemerintah dengan swasta harus ada kejelasan tugas, wewenang dan tanggung jawab Pemerintah.
5. Kejelasan pengertian sampah pada Undang-Undang pemerintahan.

Terdapatnya sistem pengelolaan sistematis, yang selalu menyeluruh dan dapat berkesinambungan dalam pengurangan dengan penanganan sampah. Jenis-jenis sampah yang dikelola berdasarkan UU Pengelola:

1. Dihasilkan per keluarga sampah: Kegiatan sehari-hari RT menghasilkan sampah.
2. Sampah sejenis seperti kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas umum.
3. Sampah spesifik: Mengandung berbahaya dan beracun, bencana, bangunan, teknologi untuk mengelola, sampah timbul secara tidak periodik.

Pelaksanaan pengelolaan yang dilaksanakan pemerintah harus dapat menjamin dalam penyelenggaraan dan berwawasan lingkungan yang dilaksanakan oleh petugas pengelola dilaksanakan pemerintah harus dapat berperan:

1. Menumbuh kembangkan kesadaran masyarakat.
2. Penelitian teknologi pengurangan sampah.
3. Pengurangan, penanganan dan pemanfaatan sampah.
4. Memfasilitasi sarana, prasarana.
5. Teknologi spesifik lokal yang berkembang.
6. Melakukan koordinasi antar lembaga pemerintah

Penyelenggaraan kewenangan dalam pengelolaan sampah dimuat pada UU Pengelolaan sampah kepada pemerintah adalah: (UU RI Nomor 18, 2008) (Peraturan Pemerintah RI Nomor 27, 2020)

1. Wewenang Pemerintah: Meningkatkan kesadaran, penelitian, teknologi, memfasilitasi, pengurangan, pemanfaatan sampah, pengembangan manfaat, penerapan teknologi spesifik lokal dan koordinasi antara lembaga pemerintah, masyarakat dan dunia keterpaduan.
2. Wewenang Propinsi: Kebijakan dan strategi harus ditetapkan kebijakan Pemerintah, memfasilitasi kerja sama antara daerah di propinsi, kemitraan dan jejaring, koordinasi, pembinaan dan pengawasan, penyelesaian perselisihan antar kabupaten pada propinsi.
3. Wewenang Kabupaten/Kota: Kebijakan, strategi dengan kebijakan nasional yang didukung dengan norma, standar,

prosedur, pembinaan dan pengawasan pihak lain, menetapkan tempat penampungan sementara terpadu dan TPA, pemantauan dan evaluasi berkala terhadap TPA dengan sistem pembuangan terbuka yang ditutup, menyusun, menyelenggarakan sistem tanggap darurat sesuai dengan kewenangan

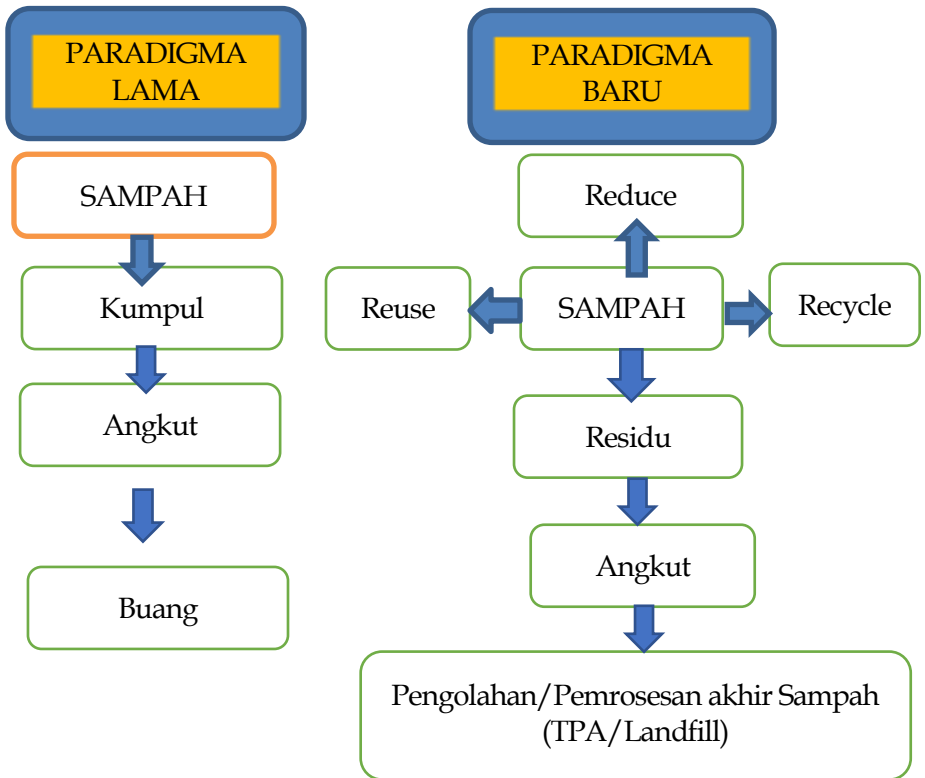
UU mengatur pengelolaan sampah spesifik menjadi tanggung jawab pemerintah dan tahun 2020 pemerintah memberlakukan atau mengundang Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020 Pengelolaan Sampah Spesifik yang harus diterapkan pada masyarakat.

2.3 Paradigma Pengelolaan Sampah

Paradigma lama “kumpul-angkut-buang” ke TPA, hanya dapat dilakukan dengan bertumpu pada pendekatan penanganan akhir pembuangan akhir dan tidak dapat dikendalikan, paradigma tersebut yang tidak dapat memecahkan masalah dan pada saatnya harus ditinggalkan agar dapat menjamin pengendalian dampak akibat sampah. Permasalahan paling sering terjadi dan susah untuk dikendalikan kurangnya kesadaran masyarakat dalam pengelolaan sampah, belum dilakukan secara komprehensif dan terpadu secara terus menerus hingga dapat dilihat hasil yang maksimal, sebelum dihasilkan suatu produk yang berpotensi menjadi sampah, pada fase produk sampai digunakan menjadi sampah dan dikembalikan ke lingkungan dengan aman (Choiroel Woestho, 2020)

Paradigma sampah yang baru yang digunakan dalam tahapan mengurangi dampak adalah “kumpul-pilah-olah-angkut-nuang” Sampah yang dibuang merupakan sesuatu yang layak dikatakan sampah yang sudah memang benar tidak dapat dimanfaatkan dan layak untuk tidak digunakan. Paradigma lama dan paradigma baru terdapat perbedaan, dapat dilihat pada gambar berikut: (UU RI. Nomor 18, 2008)

PARADIGMA PENGELOLAAN SAMPAH



Gambar 2.1 : Perbedaan Paradigma Pengelolaan sampah (UU RI. Nomor 18, 2008)

Sampah dimanfaatkan sebagai sumber nilai yang menjadikan manfaat bagi masyarakat yang merupakan tujuan utama pada paradigma sampah yang sudah diterapkan sesuai dengan UU yang menjadi payung hukum yang dijalankan yang dibuang memang benar-benar sudah tidak dapat dimanfaatkan, bermanfaat dengan nilai tinggi dimasyarakat (Chotimah Chusnul, 2020)

Paradigma baru dilakukan dengan pengurangan meliputi kegiatan pembatasan penggunaan bahan baku yang lebih baik, penggunaan kembali dan pendaurulang yang sangat bermanfaat sedangkan kegiatan penanganan sampah meliputi pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan dan pemrosesan akhir.

Pengolahan sampah dilakukan dengan pendekatan yang komprehensif baik dari awal pengolahan bahan baku, produk yang berpotensi menjadi sampah dilakukan pengelolaan sehingga aman di lingkungan, konsep disebut 3R: Reduce Reuse Recycle (Choiroel Woestho, 2020)

Penyelenggaraan pengelolaan terpadu dan komprehensif, pemenuhan hak dan kewajiban merupakan tugas dan wewenang Pemerintah melaksanakan pelayanan publik, ditetapkan Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 Pengelolaan Sampah. Secara garis besar Undang-Undang pengelolaan Sampah yang terdiri dari 18 bab dan 49 pasal mengatur tugas pemerintah, wewenang pemerintah, pengurangan sampah, penanganan sampah, pembiayaan dan kompensasi dalam pengolahan sampah. Beberapa materi muatan lingkup yang diatur, antara lain (PP N0. 27 tahun 2020, 2020):

1. Lingkup yang mendukung pada tahapan yang baik dari setiap sampah yang dihasilkan oleh masyarakat.
2. Hak setiap orang berpartisipasi, informasi dan kompensasi dari dampak pengolahan sampah di akhir. Kewajiban produsen pengurangan dan penanganan, mengelola kemasan diproduksi.
3. Kewajiban pemerintah daerah, menutup TPA yang menggunakan open dumping paling lama 5 (lima) tahun.
4. TPA dicantumkan rencana tata ruang wilayah.
5. Perlu ditegaskan untuk larangan memasukkan dan mengimpor sampah.
6. Pejabat pemerintah, diberikan kewenangan untuk tindakan pidana pengelolaan sampah yang mengatur pada bidangnya.

Perubahan pengelolaan paradigma sampah yang dapat memproduksi sebagai bahan yang berguna dan sampah tidak berguna, menjadi sumber yang sangat berguna dengan berbagai pengolahan dengan nilai ekonomi yang baik, Perbandingan paradigma dan cara kelola sampah dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.1 : Perbandingan paradigma dan cara kelola sampah (PP NO. 27 tahun 2020, 2020) (UU RI. Nomor 18, 2008)

Paradigma	Lama	UU n0. 18 Tahun 2008
Paradigma	Sampah sebagai sisa yang tidak berguna	Sampah menjadi sumber daya yang mempunyai nilai ekonomi dan dapat dimanfaatkan (untuk energi, kompos, pupuk atau bahan baku industri)
Cara Kelola	Masih bertumpu pada pendekatan akhir (<i>end of pipe</i>), yaitu sampah dikumpulkan, diangkut, dibuang ke TPA	Pengurangan sampah (<i>reduce, reuse, recycle</i>) Penanganan sampah meliputi pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan dan pemrosesan akhir

2.4 Pengelolaan Sampah Melalui Paradigma Baru dengan Metode 3R di Lingkungan Masyarakat.

Pengelolaan sampah dengan pengertian *reduce, recycle* dan *reuse* (3R), upaya perlakuan yang dapat meminimalisasi timbunan sampah yang dihasilkannya produk dan atau kemasan. Usaha meminimalisasi sampah di Indonesia dari sektor industri sampai pada rumah tangga upaya mengurangi volume konsentrasi, toksisitas dan tingkat bahaya limbah berasal dari proses produksi dengan reduksi dari sumber pemanfaatan limbah. Selain sampah organik, masyarakat Indonesia sebagian besar juga menghasilkan sampah anorganik, berupa botol, kertas, plastik, kaleng, alat elektronik lainnya. Sampah jenis ini sering dijumpai dikota besar, terutama di halaman rumah, tepi jalan, bahkan dibuang ke sungai. Sifatnya yang tidak mudah terurai oleh mikroorganisme sehingga bertahan lama menjadi sampah yang tidak enak jika dipandang dan dapat mencemari lingkungan. (Peraturan Pemerintah Nomor 18, 2012)

Penanganan 3R merupakan konsep mengatasi masalah sampah, *reduce, reuse* dan *recycle* mulai dari sumbernya. Jika 3R diterapkan dengan baik yang akan dibuang sampai ke TPA hanya 20%, mengurangi biaya pengangkutan dan pengolahan sampah di TPA. Konsep 3R pada tahapan pengelolaan sampah berbasis masyarakat di

Indonesia terdiri dari (Yudiyanto, 2019): (Ditjen Cipta Karya Kementrian Pekerja Umum, 2008)

2.4.1 Reduce

Reduce merupakan penanganan mengurangi volume, menekan semua kegiatan mengurangi timbulan volume sampah setiap harinya. Diestimasi sepertiga dari seluruh bahan yang dari plastik pengemas produk. Pengemas makanan, residu dijumpai dikalangan konsumen. Ada beberapa negara industri menerapkan program kemasan yang ramah lingkungan. Bahan pengemas dianjurkan mengandung bahan tidak berbahaya, mudah didaur ulang, volume atau massanya yang minimalis. Berdasarkan PP 81/2012, pengolahan sampah setiap hari pada keluarga, pemerintah mengatur konsumen mengurangi volume sampah dan masyarakat sebagai produsen wajib melakukan pemanfaatan kembali, menggunakan bahan baku produksi dapat diguna-ulang atau menarik kembali sampah dari produk dan kemasan untuk diguna-ulang. Di Jepang dikenal dengan konsep *extended producer responsibility* (EPR), strategi yang dirancang dengan menginternalkan biaya lingkungan ke dalam biaya produksi sebuah produk. Biaya penanganan sampah dan dampaknya sudah termasuk di dalamnya. Pemerintah kota bertanggung jawab untuk biaya *recycling* dan pemrosesan.

2.4.2 Reuse

Reuse (menggunakan ulang) kegiatan pemakaian wadah atau kemasan yang dapat digunakan kembali, menggunakan barang-barang yang tidak digunakan dapat digunakan kembali tanpa mengalami proses pengolahan, transformasi baru terhadap sampah namun dapat digunakan, seperti wadah kemasan botol minuman mineral dapat kembali menjadi botol minuman, Sampah dapat dikurang dengan menganjurkan penggunaan kembali barang proses seminal mungkin. Pemakaian kembali sisa produksi satu konsumsi, khususnya pada kemasan anti-pecah dan dapat digunakan kembali. Tindakan yang dapat dilakukan, berkaitan dengan reuse adalah:

1. Menggunakan produk yang dapat diisi ulang (*refill*) setiap ada penggunaan bahan baku.
2. Kurangi penggunaan bahan sekali pakai dalam kehidupan sehari-hari.

Mengintensifkan pemakaian kembali sampah penting dalam mengurangi volume sampah untuk mencapai pengolahan sampah yang berkelanjutan.

2.4.3 Recycle

Recycle digunakan pada kemasan atau wadah dengan cara mendaur ulang, kegiatan yang dapat dilakukan dengan pengolahan sampah anorganik, kegiatan pemilahan setiap wadah yang dapat digunakan sebagai daur ulang, pemrosesan, pembuatan produk bekas. Material yang dapat didaur ulang botol saus, krim, kertas, koran kantor, kemasan bekas detergen, sampo, air mineral. Proses daur ulang menghasilkan barang:

1. Bentuk wadah yang dapat digunakan, fungsinya tetap namun tetap dapat berfungsi, seperti daur ulang kertas kemasan.
2. Bentuk dapat berubah namun dapat dimanfaatkan, fungsinya tetap seperti botol kemasan air mineral dirubah menjadi bunga plastik yang sangat berguna.
3. Bentuk dan fungsi berubah, contohnya plastik wadah yang dirubah jadi sedotan, bekas sedotan kerajinan tangan yang berguna.

Sampah anorganik daur ulang cara yang efektif, menguntungkan secara ekonomis. Permasalahan utama sampah adalah permasalahan paradigma, perilaku dan kesadaran, cara efektif dengan mengurangi jumlah dan toksisitas sampah yang dihasilkan untuk dibuang ke TPA. (Wijana Nyoman, 2014)

Pengelolaan sampah 3R berbasis masyarakat merupakan metode menekankan kepada perilaku konsumtif dan kesadaran kerusakan lingkungan, berbentuk sampah yang ditekankan kepada cara pengurangan sampah. Konsep 3R, produksi memberikan prioritas tertinggi pada pengolahan sampah berorientasi pada pencegahan timbunan, minimisasi, bahan sampah dapat didekomposisi secara biologi (*biodegradable*) dan penerapan pembuangan limbah yang ramah lingkungan (Imam S,dkk, 2014). Pelaksanaan 3R perubahan sikap dan pola pikir, terwujudnya masyarakat yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dan pengaturan (manajemen) yang tepat dalam pelaksanaan. (Ditjen Cipta Karya Kementrian Pekerja Umum, 2008).

Mewujudkan konsep 3R pada masyarakat termasuk pengelolaan terpadu diarahkan kepada daur ulang sampah dengan mempertimbangkan, mengurangi dari sumbernya, potensi pemanfaatan sampah organik untuk kompos dan komponen non organik, bahan sekunder, industri seperti plastik, kertas, logam gelas. Sesuai permen PU 21/PRT/M/2006 kebijakan dan strategi Nasional pengembangan sistem pengelolaan persampahan, diperlukan suatu perubahan paradigma yang lebih mengedepankan proses pengelolaan sampah yang ramah lingkungan, melakukan upaya pengurangan dengan pemanfaatan sampah sebelum akhirnya sampah dibuang ke TPA. (Imam S,dkk, 2014)

Penerapan pengelolaan terpadu berbasis masyarakat, konsep 3R pada kawasan pemukiman, perlu memperhatikan (Imam S,dkk, 2014) (Ditjen Cipta Karya Kementrian Pekerja Umum, 2008):

1. Komposisi dan karakteristik dikurangi dan dimanfaatkan.
2. Dari segi sosial ekonomi dilihat lokasi dan kondisi agar mengidentifikasi sumber, kemampuan masyarakat.
3. Metode formula teknis pada 3R dan prasarana, sarana kondisi masyarakat.
4. Pemberdayaan, menyiapkan masyarakat, perubahan penanganan konvensional “kumpul–angkut–buang” (Penghijauan-kebersihan-buang ditempatnya-pemilahan-daur ulang)
5. Uji coba pengelolaan, pelatihan metode 3R.
6. Keberlanjutan dan kesinambungan masyarakat mandiri.
7. Minimisasi sebelum terbentuk sampah, hemat penggunaan, membatasi kebutuhan, memilih bahan sampah.
8. Memanfaatkan, menggunakan kembali sesuai fungsi sampah. kemasan dapat digunakan kembali.
9. Mendaur ulang dengan dapat memilah sesuai jenisnya sampah, material daur ulang (kertas, plastik, gelas, logam), penanganan B3 (baterai, lampu neon, kaleng, sisa insektisida) dan kemasan (bungkus mie instan, plastik kemasan minyak)
10. Dilakukan pemanfaatan dengan cara pengomposan di rumah tangga, kantor, sekolah, industri, secara signifikan mengurangi.

2.5 Aspek Keberlanjutan Program Paradigma Pengelolaan Sampah

Aspek keberlanjutan pengelolaan sampah terpadu menjaga proses kesinambungan pada pengelolaan, terbina dalam paradigma pengelolaan sampah. Hal perlu diperhatikan pada aspek keberlanjutan: (Imam S,dkk, 2014) (Ditjen Cipta Karya Kementrian Pekerja Umum, 2008)

1. Lembaga masyarakat harus tetap dilakukan pengadaan, organisasi tidak formal dan terlegalisir, sesuai aspirasi masyarakat dalam penanganan sampah.
2. Peraturan pada pengelolaan harus dilakukan pengadaan yang maksimal, pengelolaan berbasis masyarakat.
3. Dana operasional yang harus diadakan, seperti biaya pemeliharaan, investasi, prasarana, sarana sesuai kebutuhan.
4. Teknologi ramah lingkungan harus penuh dukungan yang kuat dan tersedianya prasarana dan sarana skala kawasan sesuai kebutuhan.
5. Peran aktif masyarakat perlu dilakukan pengadaan dalam program 3R berkaitan perubahan perilaku dan budaya memilah dari sumbernya.
6. Perlu adanya dukungan instansi pengangkutan residu, kompos dan material daur ulang dengan ketentuan berlaku.
7. LSM tetap mendukung pendampingan yang kuat terhadap pengelola, dinas terkait, konsultan kepada kelompok swadaya masyarakat (KSM)
8. Adanya monitoring dan evaluasi dari instansi pemerintah terkait, masukan proses replikasi, pengembangan, pencapaian program

DAFTAR PUSTAKA

- RChoiroel Woestho. 2020. *Sosialisasi Pengelolaan sampah melalui Paradigma 3R di Lingkungan masyarakat Sekitar DAS Ciliung Kelurahan Tang Mekar karang Barat*. Ciliung, Karang Barat: Julral Abdimas Pengabdian Masyarakat UBj e ISSN 2614-2201. Vol 3 NO. 2.
- Chotimah Chusnul. 2020. *Pengelolaan Sampah dan Pengembangan Ekonomi Kreatif di Kawasan Destinasi Wisata Pesisir Pantai Selatan Tulung Agung*. Tulung Agung: Akademik Pustaka Perum BMU Madani Kavding 16 Tulung Agung.
- Daniel Hoorweg and Perinaz Bhada-Tata. 2012. *What a waste a global review of solid waste managemen, Urban Development Series Knowled ge pppers*. Washington, USA: The World Bank.
- Ditjen Cipta Karya Kementrian Pekerja Umum. 2008. *Buku Pedoman 3R Berbasis Masyarakat di Kawasan Pemukiman*. Kebayoran, Jakarta: Direktorat Jendral Cipta karya, Kementrian Pekerja Umum.
- Imam S,dkk. 2014. *Tata Cara Penyelenggaraan Umum Tempat Pengolahan sampah TPS 3R Berbasis Masyarakat*. Kebayoran, jakarta: Direktorat Jendral Cipta Karya, Kementrian Pekerja Umum.
- Peraturan Pemerintah RI Nomor 27. 2020. *Pengelolaan Sampah Spesifik*. Jakarta: Kementrian Lingkungan Hidup dan kehutan RI.
- SIPSN Menlhk. 2021. *Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Direktorat Jendral Pengelolaan Sampah Limbah dan B3, Direktorat Penanganan Sampah*. Jakarta: Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- UU RI. Nomor 18. 2008. *Tentang Pengelolaan Sampah*. Jakarta: Kementrian Kesehatan Republik Indonesia.
- Wijana Nyoman. 2014. *Ilmu Lingkungan Edisi 2*. Yogyakarta: Graha Ilmu, Ruko Jambusari 7A Yogyakarta.
- Yudiyanto. 2019. *Pengelolaan Sampah Pengabdian, Pendampingan di Kota Metro*. Negeri Metro: Lembaga penelitian, Institusi Agama Islam Negeri Metro Bekerja Sama dengan Wawal Publising.

BAB 3

SUMBER, TIMBULAN, DAN KARAKTERISTIK SAMPAH

Oleh Erika Herliana

3.1 Pendahuluan

Menurut *World Bank*, timbulan sampah seluruh dunia terus meningkat. Pada tahun 2020, dunia diperkirakan menghasilkan 2,24 miliar ton sampah padat. Dengan pertumbuhan penduduk dan urbanisasi yang cepat, timbulan sampah tahunan diperkirakan akan meningkat sebesar 73% dari tahun 2020 menjadi 3,88 miliar ton pada tahun 2050. Dibandingkan dengan negara maju, penduduk di negara berkembang lebih terkena dampak sampah yang tidak dikelola secara berkelanjutan.

Sampah yang tidak dikelola dengan baik menjadi tempat berkembang biaknya vektor penyakit, berkontribusi terhadap perubahan iklim global melalui pembentukan gas metan dan mendorong kekerasan di perkotaan. Oleh karena itu, mengelola sampah dengan benar sangat penting untuk membangun kota yang berkelanjutan dan layak huni.

Pengelolaan sampah yang efektif selain memerlukan biaya tinggi, operasionalnya pun membutuhkan sistem terintegrasi yang efisien, berkelanjutan, dan didukung secara sosial sehingga pengetahuan awal yang harus diperhatikan adalah dengan memahami sumber, timbulan, dan karakteristik sampah tersebut.

3.2 Sumber dan Timbulan Sampah

Pengelolaan persampahan di Indonesia, sampah kota biasanya dibagi berdasarkan sumbernya, seperti sampah dari:

- Permukiman atau rumah tangga dan sejenisnya
- Pasar
- Kegiatan komersial seperti pertokoan
- Kegiatan perkantoran: mayoritas berisi sampah kegiatan perkantoran seperti kertas

- Hotel dan restoran
- Kegiatan dari institusi seperti industri, rumah sakit, khusus untuk sampah yang sejenis dengan sampah permukiman
- Penyapuan jalan
- Taman-taman

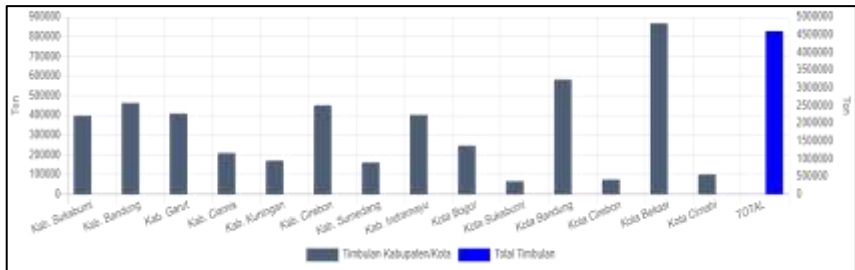
Sampah dari sungai atau drainase air hujan, yang cukup banyak dijumpai sering kali dimasukkan juga. Sampah dari masing-masing sumber tersebut dapat dikatakan mempunyai karakteristik yang khas sesuai dengan besaran dan variasi aktivitasnya. Demikian juga timbulan sampah masing-masing sumber tersebut bervariasi satu dengan yang lain, seperti terlihat dalam standar pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 : Besarnya Timbulan Sampah Berdasarkan Sumbernya

No.	Komponen Sumber Sampah	Satuan	Volume (Liter)	Berat (kg)
1.	Rumah Permanen	/orang/hari	2,25 – 2,50	0,350 – 0,400
2.	Rumah Semi Permanen	/orang/hari	2,00 – 2,25	0,300 – 0,350
3.	Rumah Non Permanen	/orang/hari	1,75 – 2,00	0,250 – 0,300
4.	Kantor	/pegawai/hari	0,50 – 0,75	0,025 – 0,100
5.	Toko/Ruko	/petugas/hari	2,50 – 3,00	0,150 – 0,350
6.	Sekolah	/murid/hari	0,10 – 0,15	0,010 – 0,020
7.	Jalan Arteri Sekunder	/m/hari	0,10 – 0,15	0,020 – 0,100
8.	Jalan Kolektor Sekunder	/m/hari	0,10 – 0,15	0,010 – 0,050
9.	Jalan Lokal	/m/hari	0,05 – 0,10	0,005 – 0,025
10.	Pasar	/m2/hari	0,20 – 0,60	0,100 – 0,300

Sumber: Spesifikasi Teknis Persampahan, Kementerian PUPR

Menurut Kementerian PUPR, timbulan sampah dari permukiman sekitar 75% dan sisanya berasal dari non permukiman. Sedangkan menurut SIPSN 2021, aliran sampah perkotaan terbesar di Indonesia mengalir dari rumah tangga sebesar 39,8%, kemudian diikuti oleh pasar tradisional sebesar 17,2%.



Gambar 3.1 : memperlihatkan timbulan sampah Provinsi Jawa Barat Tahun 2021.

Sumber : sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/timbulan

Data mengenai timbulan, komposisi, dan karakteristik sampah merupakan hal yang sangat menunjang dalam menyusun sistem pengelolaan persampahan di suatu wilayah. Data tersebut harus tersedia agar dapat disusun suatu alternatif sistem pengolahan sampah yang baik. Jumlah timbulan sampah ini biasanya akan berhubungan dengan elemen-elemen pengelolaan sampah antara lain:

- Pemilihan peralatan, misalnya wadah, alat pengumpulan, dan pengangkutan
- Perencanaan rute pengangkutan
- Fasilitas untuk daur ulang
- Luas dan jenis TPA

Bagi negara berkembang dan beriklim tropis seperti Indonesia, faktor musim sangat besar pengaruhnya terhadap berat sampah. Dalam hal ini, musim yang dimaksud adalah musim hujan dan kemarau, tetapi dapat juga berarti musim buah-buahan tertentu. Di samping itu, berat sampah juga sangat dipengaruhi oleh faktor sosial budaya lainnya. Oleh karenanya, sebaiknya evaluasi timbulan sampah dilakukan beberapa kali dalam satu tahun. Timbulan sampah dapat diperoleh dengan sampling berdasarkan standar yang sudah ada. Timbulan sampah bisa dinyatakan dengan sistem volume atau satuan berat. Jika digunakan satuan volume, derajat pewadahan harus dicantumkan. Oleh karena itu, lebih baik digunakan satuan berat karena ketelitiannya lebih tinggi dan tidak perlu memperhatikan derajat pemadatan. Timbulan sampah ini dinyatakan sebagai:

- Satuan berat : kg/o/hari, kg/bed/hari
- Satuan volume : L/o/hari, L/m²/hari, L/bed/hari

Di Indonesia umumnya menerapkan satuan volume. Prakiraan timbunan sampah baik untuk saat sekarang maupun di masa mendatang merupakan dasar dari perencanaan, perancangan, dan pengkajian sistem pengelolaan persampahan. Prakiraan rerata timbunan sampah merupakan langkah awal yang biasa dilakukan dalam pengelolaan persampahan.

Satuan timbunan sampah ini biasanya dinyatakan sebagai satuan skala kuantitas per orang atau per unit bangunan dan sebagainya. Bagi kota-kota besar di negara berkembang, dalam hal mengkaji besaran timbunan sampah, agaknya perlu diperhitungkan adanya faktor pendaurulangan sampah mulai dari sumbernya sampai di TPA.

Rata-rata timbunan sampah biasanya akan bervariasi dari hari ke hari, antara satu daerah dengan daerah lainnya, dan antara satu negara dengan negara lainnya. Variasi ini terutama disebabkan oleh perbedaan, antara lain:

- Jumlah penduduk dan tingkat pertumbuhannya
- Tingkat hidup: makin tinggi hidup masyarakat, makin besar timbunan sampahnya
- Musim: di negara Barat, timbunan sampah akan mencapai angka minimum pada musim panas
- Cara hidup dan mobilitas penduduk
- Iklim: di negara Barat, debu hasil pembakaran alat pemanas akan bertambah pada musim dingin
- Cara penanganan makanannya.

Menurut SNI 19-3964-1994, bila pengamatan lapangan belum tersedia, maka untuk menghitung besaran sistem, dapat digunakan angka timbunan sampah sebagai berikut:

- Satuan timbunan sampah kota besar = 2 – 2,5 L/orang/hari, atau = 0,4 – 0,5 kg/orang/hari
- Satuan timbunan sampah kota sedang/kecil = 1,5 – 2 L/orang/hari, atau = 0,3 – 0,4 kg/orang/hari

Karena timbunan sampah dari sebuah kota sebagian besar berasal dari rumah tangga, maka untuk perhitungan secara cepat satuan timbunan sampah tersebut dapat dianggap sudah meliputi sampah yang ditimbulkan oleh setiap orang dalam berbagai kegiatan dan berbagai lokasi, baik saat di rumah, jalan, pasar, hotel, taman,

kantor, dsb. Perhitungan yang baik hendaknya didasarkan hasil sampling.

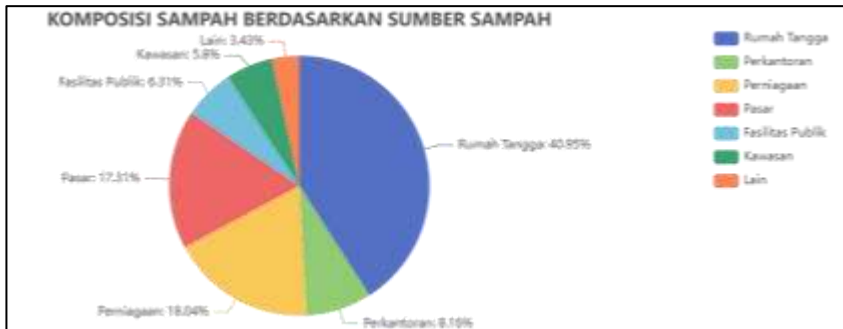
Timbunan sampah merupakan hal yang dinamis dan heterogen dengan demikian ditentukan oleh variabel sosial ekonomi dengan keterdampakan yang berbeda berdasarkan daerah yang dianalisis. Karena hal tersebut, analisis timbunan dan komposisi sampah harus terus diperbaharui. Klasifikasi yang diusulkan memungkinkan penggunaan data sosial ekonomi untuk memprediksi karakteristik baru sampah yang dihasilkan.

3.3 Komposisi Sampah

Pengelompokan berikutnya yang juga sering dilakukan adalah berdasarkan komposisinya, misalnya dinyatakan sebagai % berat (biasanya berat basah) dari kertas, kayu, kulit, karet, plastik, logam, kaca, kain, makanan, dan lain-lain.

Berdasarkan sifat-sifat biologis dan kimianya, sampah dapat digolongkan sebagai berikut :

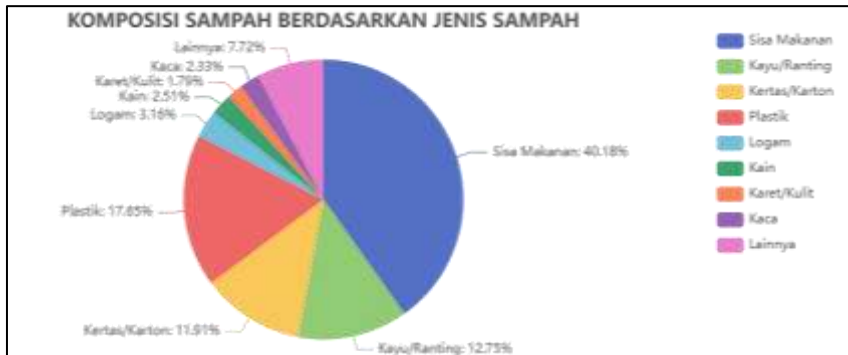
- Sampah yang dapat membusuk, seperti sisa makanan, daun, sampah kebun, sampah pasar, sampah pertanian, dan lain-lain.
- Sampah yang tidak membusuk, seperti plastik, kertas, karet, logam, kaca, dan sebagainya
- Sampah yang berupa debu dan abu
- Sampah yang mengandung zat-zat kimia atau zat fisis yang berbahaya. Di samping berasal dari industri atau pabrik-pabrik, sampah jenis ini banyak pula dihasilkan dari kegiatan kota termasuk dari rumah tangga.



Gambar 3.2 : menunjukkan Grafik Komposisi Sampah Berdasarkan Sumber Sampah

Sumber : sipsn.menlhk.go.id/sipsn/

Pengertian sampah organik bersifat untuk mempermudah pengertian umum, untuk menggambarkan komponen sampah yang cepat terdegradasi, terutama berasal dari sisa makanan. Sampah yang membusuk adalah sampah yang dengan mudah terdekomposisi karena aktivitas mikroorganisme. Dengan demikian pengelolaannya menghendaki kecepatan, baik dalam pengumpulan, pembuangan, maupun pengangkutannya. Pembusukan sampah ini dapat menghasilkan yang berbau tidak enak, seperti amoniak, dan asam-asam volatil lainnya. Selain itu dihasilkan pula gas-gas hasil dekomposisi, seperti gas metan dan sejenisnya, yang membahayakan keselamatan bila tidak ditangani dengan baik. Penumpukan sampah yang cepat membusuk perlu dihindari. Sampah kelompok ini kadang dikenal sebagai sampah basah atau juga dikenal sebagai sampah organik. Kelompok inilah yang berpotensi untuk diproses dengan bantuan mikroorganisme, misalnya dalam pengomposan atau gasifikasi, atau cara-cara lain seperti sebagai pakan ternak.



Gambar 3.3 : menunjukkan Grafik Komposisi Sampah Berdasarkan Jenis Sampah

Sumber : sipsn.menlhk.go.id/sipsn/

Sampah yang tidak membusuk pada umumnya terdiri atas bahan-bahan kertas, logam, plastik, gelas, kaca, dan lain-lain. Sampah jenis ini sebaiknya didaur ulang, apabila tidak maka diperlukan proses lain untuk memusnahkannya, seperti pembakaran. Namun pembakaran sampah jenis ini juga memerlukan penanganan lebih lanjut dan berpotensi sebagai sumber pencemaran udara yang bermasalah, khususnya bila mengandung plastik. Kelompok sampah ini dikenal pula sebagai sampah kering, atau sering pula disebut sebagai sampah anorganik.

Sampah abu dan debu di negara beriklim tropis seperti Indonesia, banyak berasal dari penyapuan jalan-jalan umum. Selama tidak mengandung zat beracun, abu tidak terlalu berbahaya terhadap lingkungan dan masyarakat. Namun abu yang berukuran $<10\mu\text{m}$ dapat memasuki saluran pernafasan dan menyebabkan penyakit pneumoconiosis.

Sampah berbahaya adalah semua sampah yang mengandung bahan beracun bagi manusia, flora, dan fauna. Sampah ini umumnya terdiri atas zat kimia organik maupun anorganik serta logam-logam berat, yang kebanyakan merupakan buangan industri. Sampah jenis ini sebaiknya dikelola oleh suatu badan yang berwenang dan dikeluarkan ke lingkungan sesuai dengan peraturan yang berlaku. Sampah jenis ini tidak dapat dicampurkan dengan sampah kota biasa.

Komposisi sampah juga dipengaruhi oleh faktor :

- 1) Cuaca, di daerah yang kandungan airnya tinggi, kelembaban sampah juga akan cukup tinggi
- 2) Frekuensi pengumpulan, semakin sering sampah dikumpulkan maka semakin tinggi tumpukan sampah terbentuk. Tetapi sampah organik akan berkurang karena membusuk dan yang akan terus bertambah adalah kertas dan sampah kering lain yang sulit terdegradasi.
- 3) Musim, jenis sampah akan ditentukan oleh musim buah-buahan dan sayuran yang sedang berlangsung.
- 4) Tingkat sosial ekonomi, daerah ekonomi tinggi pada umumnya menghasilkan sampah yang terdiri atas bahan kaleng, kertas, dan sebagainya.
- 5) Pendapatan per kapita, masyarakat dari tingkat ekonomi lemah akan menghasilkan total sampah yang lebih sedikit dan homogen
- 6) Kemasan produk, kemasan produk bahan kebutuhan sehari-hari juga akan memengaruhi.

Dengan mengetahui komposisi sampah dapat ditentukan cara pengolahan yang tepat dan yang paling efisien sehingga dapat diterapkan proses pengolahannya.

3.4 Karakteristik Sampah

Selain komposisi sampah, maka karakteristik lain yang biasa ditampilkan dalam penanganan sampah adalah karakteristik fisika dan kimia. Karakteristik tersebut sangat bervariasi, tergantung pada komponen-komponen sampah. Kekhasan sampah dari berbagai tempat/daerah serta jenisnya yang berbeda-beda memungkinkan sifat-sifat yang berbeda pula. Sampah kota di negara-negara berkembang akan berbeda susunan komposisinya dengan sampah kota di negara-negara maju.

Karakteristik sampah dapat dikelompokkan menurut sifat-sifatnya, seperti :

- a) Karakteristik fisika, yang paling penting adalah densitas, kadar air, kadar volatil, kadar abu, nilai kalor, distribusi ukuran

- b) Karakteristik kimia, khususnya yang menggambarkan susunan kimia sampah tersebut yang terdiri dari unsur C, N, O, P, H, S, dsb.

Menurut pengamatan di lapangan, maka densitas sampah akan tergantung pada sarana pengumpul dan pengangkut yang digunakan, biasanya untuk kebutuhan desain akan digunakan angka :

- Sampah di wadah sampah rumah : $0,15 - 0,20 \text{ ton/m}^3$
- Sampah di gerobak sampah : $0,25 - 0,40 \text{ ton/m}^3$
- Sampah di truk terbuka : $0,25 - 0,40 \text{ ton/m}^3$
- Sampah di TPA dengan pemadatan konvensional = $0,50 - 0,60 \text{ ton/m}^3$

Informasi mengenai komposisi sampah diperlukan untuk memilih dan menentukan cara pengoperasian setiap peralatan dan fasilitas-fasilitas lainnya dan untuk memperkirakan kelayakan pemanfaatan kembali sumberdaya dan energi dalam sampah, serta untuk perencanaan fasilitas pembuangan akhir.

3.5 Metode Pengukuran

Dalam menghitung laju timbulan sampah perlu diperhatikan beberapa faktor, yaitu:

- Perkembangan jumlah penduduk, beberapa metode proyeksi perhitungan jumlah penduduk dapat menggunakan metode *least square*, geometrik dan eksponensial.
- Survey dan pengambilan contoh berdasarkan SNI M-36-1991-03 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan
- Penentuan densitas sampah

Frekuensi pengambilan sampel sebaiknya dilakukan selama 8 (delapan) hari berturut-turut guna menggambarkan fluktuasi harian yang ada. Dilanjutkan dengan kegiatan bulanan guna menggambarkan fluktuasi dalam satu tahun. Penerapan yang dilaksanakan di Indonesia biasanya telah disederhanakan seperti :

- Hanya dilakukan 1 hari saja
- Dilakukan dalam seminggu, tetapi pengambilan sampel setiap 2 atau 3 hari
- Dilakukan dalam 8 hari berturut-turut.

Metode yang umum digunakan untuk menentukan kuantitas total sampah yang akan dikumpulkan dan dibuang adalah sebagai berikut :

- Rata-rata angkutan per hari dikalikan volume rata-rata pengangkutan dan dikonversikan ke satuan berat dengan menggunakan densitas rata-rata yang diperoleh melalui sampling
- Mengukur berat sampel di dalam kendaraan angkut dengan menggunakan jembatan timbang, kemudian rata-ratanya dikalikan dengan total angkutan per hari
- Mengukur berat setiap angkutan di jembatan timbang di TPA.

Jumlah sampah yang sampai di TPA sulit untuk dijadikan indikasi yang akurat mengenai timbulan sampah yang sebenarnya di sumber. Hal ini disebabkan oleh terjadinya kehilangan sampah di setiap tahapan proses operasional pengelolaan sampah tersebut, terutama karena adanya aktivitas pemulungan atau pemilahan sampah.

Untuk keperluan tertentu, misalnya menentukan volume yang dibutuhkan untuk pewadahan sampah atau menentukan potensi daur ulang, perlu diupayakan untuk mengukur jumlah sampah di sumber. Hal ini dapat dilakukan dengan sampling sampah langsung di sumbernya. Karena aktivitas domestik bervariasi dari hari ke hari dengan siklus mingguan, sampling sampah di sumber harus dilaksanakan selama satu minggu (umumnya 8 hari berturut-turut).

Penentuan jumlah sampel yang biasa digunakan dalam analisis timbulan sampah adalah dengan pendekatan statistika, yaitu :

- a) Metode *Stratified Random Sampling*, yang biasa didasarkan pada komposisi pendapatan penduduk setempat, dengan anggapan bahwa kuantitas dan kualitas sampah dipengaruhi oleh tingkat kehidupan masyarakat.
- b) Jumlah sampel minimum, ditaksir berdasarkan berapa perbedaan yang bisa diterima antara yang ditaksir dengan

penaksir, berapa derajat kepercayaan yang diinginkan, dan berapa derajat kepercayaan yang bisa diterima.

- c) Pendekatan praktis, dapat dilakukan dengan pengambilan sampel sampah berdasarkan atas jumlah minimum sampel yang dibutuhkan untuk penentuan komposisi sampah, yaitu minimum 500 liter atau sekitar 200 kg. Biasanya sampling dilakukan di TPS atau pada gerobak yang diketahui sumber sampahnya.

Metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah di Indonesia biasanya berpedoman pada SNI M 36-1991-03. Penentuan jumlah sampel sampah yang akan diambil dapat menggunakan formula berikut :

- a) Bila jumlah penduduk $< 10^6$ jiwa

$$P = Cd \sqrt{Ps}$$

Keterangan :

Ps = jumlah penduduk bila $< 10^6$ jiwa

Cd = koefisien

Cd = 1 bila kepadatan penduduk normal

Cd < 1 bila kepadatan penduduk rendah

Cd > 1 bila kepadatan penduduk tinggi

- b) Bila jumlah penduduk $> 10^6$ jiwa

$$P = Cd.Cj.\sqrt{Ps}$$

$$Cj = \sum \text{penduduk} / 106$$

Untuk memprediksi timbulan sampah dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q_n = Q_t(1+Cs)^n$$

dengan

$$Cs = [1+(Ci+Cp+Cqn)/3] : [1+p]$$

di mana

Q_n = timbulan sampah pada n tahun mendatang

Q_t = timbulan sampah pada tahun awal perhitungan

Cs = peningkatan/pertumbuhan kota

Ci = laju pertumbuhan sektor industri

Cp = laju pertumbuhan sektor pertanian

Cqn = laju peningkatan pendapat per kapita

P = laju pertumbuhan penduduk

3.6 Sampah Berbahaya Bagi Rumah Tangga

Bahan sehari-hari yang digunakan di rumah tangga dewasa ini, khususnya di kota, tidak terlepas dari penggunaan bahan berbahaya. Bila bahan tersebut tidak lagi digunakan, maka bahan tersebut akan menjadi limbah, yang kemungkinan besar tetap berkategori berbahaya, termasuk pula bekas pewadahnya seperti bekas cat, tabung bekas pewangi ruangan. Bahan-bahan tersebut digunakan dalam hampir seluruh kegiatan di rumah tangga, yaitu :

- Di dapur, seperti pembersih saluran air, soda kaustik, semir, gas elpiji, minyak tanah, asam cuka, kaporit/desinfektan, spiritus/alkohol
- Di kamar mandi dan cuci, seperti cairan setelah mencukur, obat-obatan, shampo anti ketombe, pembersih toilet, pembunuh kecoa
- Di kamar tidur, seperti parfum, kosmetik, kamfer, obat-obatan, hairspray, air freshner, pembunuh nyamuk
- Di ruang keluarga, seperti korek api, alkohol, baterai, cairan pembersih
- Di garasi/taman, seperti pestisida dan insektisida, pupuk, cat dan solven pengencer, perekat, oli mobil, aki bekas.

Di lingkungan pedesaan serta di lingkungan yang mungkin terlihat asri, penggunaan bahan berbahaya juga sulit dihindari, seperti penggunaan pestisida dalam kegiatan pertanian, yang dampaknya di samping akan menghasilkan residu yang terbuang pada badan penerima alamiah, namun dapat pula masih tersisa pada makanan yang dikonsumsi sehari-hari seperti sayur mayur dan buah-buahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilia, A. 2021. Waste Management in Indonesia and Jakarta: Challenges and Way Forward. Background Paper 23rd ASEF Summer University, ASEF Education Department
- Buenrostro, O., Bocco, G., & Cram, S. 2001. *Classification of sources of municipal solid wastes in developing countries*. Resources, Conservation and Recycling 32, 29-41.
[https://doi.org/10.1016/S0921-3449\(00\)00094-X](https://doi.org/10.1016/S0921-3449(00)00094-X)
- Damanhuri, E. dan Padmi, T. 2004/2005. Diktat Kuliah TL-3150. Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Perencanaan Institut Teknologi Bandung
https://sibima.pu.go.id/pluginfile.php/8073/mod_resource/content/1/CK-Spesifikasi%20Teknis%20Persampahan-Lampiran%20A-Spesifikasi%20Teknis%20Sektor%20Persampahaan.pdf
<https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>
<https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/brief/solid-waste-management>
- SNI 19-3983-1995: Spesifikasi Timbulan Sampah untuk Kota Kecil dan Kota Sedang di Indonesia
- SNI 19-2454-2002: Tata Cara Teknik Operasioanal Pengelolaan Sampah Perkotaan
- SNI M-36-1991-03 Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan
- USAID. 2021. Clean Cities, Blue Ocean: Initial Solid Waste Management Assessment (ISWMA) | Indonesia

BAB 4

PEMILAHAN, PENGUMPULAN, PENGANGKUTAN SAMPAH

Oleh Andi Zulfikar Syaiful

4.1 Pendahuluan

Timbulan sampah pada awalnya sangat mudah diatasi karena hanya disebabkan oleh proses yang sederhana seperti, makan dan minum. Namun sejak revolusi industri pada abad ke-19 produksi sampah dalam skala besar dimulai dan terus berlanjut hingga hari ini. Timbulan sampah dipengaruhi oleh aktivitas ekonomi, konsumsi, dan pertumbuhan penduduk. Masyarakat maju, seperti AS, umumnya menghasilkan sejumlah besar limbah padat perkotaan, misalnya, sisa makanan, barang kemasan, barang sekali pakai, barang elektronik bekas dan limbah komersial dan industri, misalnya, puing-puing pembongkaran, residu insinerasi, lumpur kilang. Sedangkan masyarakat di negara berpenghasilan rendah sampai menengah memiliki persentase bahan organik yang tinggi di timbulan sampah perkotaannya, mulai dari 40 hingga 85% dari total.

Timbulan sampah di Indonesia tahun 2021, lebih dari 28 juta ton/tahun (SIPSN, 2021). Jumlah tersebut didominasi oleh sampah organik berupa sisa makanan sebesar 40,8%, kayu/ranting/daun 13,2% dan kertas/karton 11,7%. Sedangkan sampah anorganik didominasi oleh plastik yaitu 17,3%. Rumah tangga adalah penyumbang sampah nasional terbanyak yakni 41,4%. Sumber sampah terbesar berikutnya berasal dari perniagaan dengan persentase mencapai 19,1%, kemudian pasar sebesar 16,1%, dan perkantoran sebesar 6,8%. Kontribusi fasilitas publik dan kawasan terhadap sampah di Indonesia masing-masing sebesar 6,8% dan 6,3%, sementara, 3,5% sampah berasal dari sumber lainnya.

Berbagai usaha telah dilakukan oleh berbagai pihak, baik pemerintah maupun swasta, untuk mengatasi penumpukan sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) yang sudah kelebihan kapasitas. Program Tempat Pembuangan Sampah - *Reuse, Reduce, Recycle* (TPS-

3R) dan bank sampah merupakan dua program pemerintah yang diharapkan dapat mendorong masyarakat untuk melakukan kegiatan pemilahan sampah. Namun, kedua program tersebut belum bisa mendorong upaya pemilahan sampah yang dilakukan mandiri oleh masyarakat, karena di Indonesia, masyarakat skeptis dengan kegiatan pemilahan sampah disebabkan mereka melihat sampah yang sudah dipisahkan nantinya akan tercampur juga di dalam truk dan gerobak sampah; selain itu keterbatasan fasilitas di TPS-3R dan bank sampah juga menjadi masalah; dan pengelolaan sampah di daerah berjalan tidak maksimal karena tidak ditangani oleh orang yang profesional dan ahli di bidang persampahan.

Bahkan di dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020 – 2024 telah dicanangkan untuk menerapkan model Ekonomi Sirkular dibawah payung Pembangunan Rendah Karbon (PRK). Tiga dari lima sektor PRK berkaitan erat dengan prinsip-prinsip ekonomi sirkular, yakni pengelolaan limbah, pembangunan energi berkelanjutan, dan pengembangan industri hijau sehingga diharapkan implementasi ekonomi sirkular akan mampu mengurangi timbulan limbah yang dihasilkan dan dibuang. Salah satu wujud sirkular ekonomi di Indonesia adalah usaha daur ulang. Namun, usaha daur ulang tersebut akan mengalami kendala tanpa proses pengumpulan dan pemilihan sampah yang benar.

Sampah yang tidak dikumpulkan merupakan sumber polusi dan masalah kesehatan yang signifikan bagi masyarakat di seluruh Indonesia. Dampak sampah yang tidak terkumpul dapat dilihat di daerah aliran sungai. Misalnya di sepanjang Sungai Citarum yang merupakan sungai terpanjang di Jawa Barat selalu dibanjiri limbah padat perkotaan yang menyebabkan seringnya banjir. Indonesia juga termasuk salah satu kontributor utama sampah laut secara global. Pemerintah telah menerbitkan Peraturan Presiden No.83 Tahun 2018 yang menargetkan penanganan 70% sampah laut pada 2025. Tidak hanya kementerian dan lembaga terkait, bisnis dan industri serta masyarakat juga memegang peran penting dalam pencapaian target tersebut.

Program pemisahan dan pengumpulan sampah yang efektif merupakan komponen penting dari sistem manajemen limbah padat perkotaan. Pada Bab ini akan diuraikan tentang manfaat dan tantangan pemisahan, pengumpulan, dan pengangkutan sampah

yang tepat, serta cara untuk mengimplementasikan program-program tersebut.

4.2 Peratutan Terkait Pemilahan, Pengumpulan, dan Pengangkutan Sampah

Pemilahan, pengumpulan, dan pengangkutan sampah telah diatur di dalam Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah dan Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012 tentang Penyelenggaraan Pengelolaan Sampah. Pengaturan pengelolaan sampah bertujuan untuk menjaga kelestarian fungsi lingkungan hidup dan kesehatan masyarakat; dan menjadikan sampah sebagai sumber daya.

Di dalam kedua peraturan tersebut diatur mengenai penyelenggaraan pengelolaan sampah yang meliputi:

- a. pengurangan sampah, yang terdiri atas pembatasan timbulan sampah, pendauran ulang sampah, dan/atau pemanfaatan kembali sampah; dan
- b. penanganan sampah yang terdiri atas pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pemrosesan akhir sampah.

Pemilahan sampah dapat dilakukan oleh individu atau kelompok seperti; pengelola kawasan permukiman, kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas umum, fasilitas sosial, dan fasilitas lainnya; dan pemerintah kabupaten/kota. Pemilahan sampah tersebut dilakukan melalui kegiatan pengelompokan sampah menjadi paling sedikit 5 (lima) jenis sampah yang terdiri atas: 1) sampah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun (b3) serta limbah bahan berbahaya dan beracun; 2) sampah yang mudah terurai; 3) sampah yang dapat digunakan kembali; 4) sampah yang dapat didaur ulang; dan 5) sampah lainnya.

Penanganan sampah yang dilakukan meliputi:

- a. pemilahan dalam bentuk pengelompokan dan pemisahan sampah sesuai dengan jenis, jumlah, dan/atau sifat sampah;
- b. pengumpulan dalam bentuk pengambilan dan pemindahan sampah dari sumber sampah ke tempat penampungan sementara atau tempat pengolahan sampah terpadu;

- c. pengangkutan dalam bentuk membawa sampah dari sumber dan/atau dari tempat penampungan sampah sementara atau dari tempat pengolahan sampah terpadu menuju ke tempat pemrosesan akhir.

Di dalam peraturan tersebut juga disebutkan bahwa pengelola kawasan permukiman, kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas umum, fasilitas sosial, dan fasilitas lainnya wajib menyediakan sarana pemilahan sampah skala kawasan, sedangkan pemerintah kabupaten/kota menyediakan sarana pemilahan sampah skala kabupaten/kota.

Menindaklanjuti Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, Pasal 6 yang menyatakan bahwa kebijakan dan strategi nasional dalam pengelolaan sampah ditetapkan dalam Peraturan Presiden maka diterbitkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 97 Tahun 2017 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional (Jaktranas) Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga pada tanggal 23 Oktober 2017. Dalam Perpres tersebut, Pemerintah menetapkan target pengelolaan sampah yang ingin dicapai adalah 100% sampah terkelola dengan baik dan benar pada tahun 2025 (Indonesia Bersih Sampah). Target ini diukur melalui pengurangan sampah sebesar 30%, dan penanganan sampah sebesar 70%.

Regulasi pemilahan sampah di tingkat kabupaten/ kota juga dikeluarkan. Sebagai contoh, Pemprov DKI Jakarta mewajibkan warga memilah sampah sesuai jadwal pengangkutannya yang tertuang dalam Peraturan Gubernur DKI Jakarta Nomor 77 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Sampah Lingkup Rukun Warga. Selain itu gerakan Jakarta Sadar Sampah yang masuk Kegiatan Strategis Daerah (KSD) tercantum dalam Instruksi Gubernur Nomor 49 Tahun 2021 tentang Penyelesaian Isu Prioritas Daerah Tahun 2021-2022.

4.3 Pengumpulan Sampah

4.3.1 Mengapa Pengumpulan Sampah Penting?

Sampah yang tidak terkumpul dengan baik akan mengakibatkan pembuangan sampah sembarangan, pembuangan sampah ilegal, dan pembakaran sampah yang pada gilirannya dapat menyebabkan dampak kesehatan dan lingkungan yang serius, yaitu:

- a. Timbunan sampah laut yang terutama berasal dari plastik yang mengalir melalui sistem aliran limbah dan air hujan, dan akan berakhir di badan air yang bermuara ke lautan.
- b. Banjir lokal. Sampah dapat menyumbat saluran air dan memperlambat atau menghentikan aliran air hujan dari kota.
- c. Menurunnya nilai jual *real estate*. Limbah yang dibuang di jalan atau tempat terbuka tidak sedap dipandang mata dan dapat menyebabkan menurunnya nilai tanah.
- d. Penyebaran penyakit. Hama, seperti parasit, tikus, dan babi, tertarik dengan sampah yang tidak dikumpulkan dan dapat membawa berbagai penyakit.
- e. Pencemaran air lokal. Air lindi dari limbah yang dibuang di tempat terbuka dapat mencemari sumber air setempat.
- f. Polusi udara lokal. Pembakaran sampah yang tidak terkumpul berkontribusi pada peningkatan konsentrasi lokal polutan berbahaya seperti partikel halus dan senyawa organik yang mudah menguap.
- g. Perubahan iklim global. Dekomposisi limbah organik dalam kondisi anaerobik menyebabkan emisi gas metana, yaitu gas rumah kaca yang kuat. Selain itu, pembakaran sampah yang tidak terkumpul berkontribusi terhadap emisi karbon hitam yang merupakan sumber partikel halus. Karbon hitam adalah polutan iklim berumur pendek yang memiliki dampak signifikan pada perubahan iklim global.

4.3.2 Infrastruktur Pengumpulan Sampah

Infrastruktur pengumpulan sampah digunakan untuk menampung sampah yang telah terkumpul dari sumber timbulan sampah sebelum diangkut ke fasilitas pembuangan. Pemerintah kota biasanya menggunakan berbagai fasilitas dan peralatan untuk menyimpan sampah secara terdesentralisasi. Agar fasilitas ini

benar-benar bermanfaat, pemerintah kota harus mempertimbangkan berbagai faktor saat merencanakan infrastruktur, termasuk jenis wadah apa yang harus digunakan untuk jenis sampah yang berbeda, wadah ukuran berapa yang harus digunakan, dan di mana wadah harus ditempatkan.

Sistem pengumpulan limbah akan efektif bila dirancang dengan memperhitungkan norma dan kebiasaan masyarakat. Misalnya, pemerintah kota dapat menempatkan kontainer di tempat-tempat yang mudah diakses oleh truk pengumpul di pagi hari ketika sebagian besar rumah tangga umumnya membuang sampahnya. Pemerintah kota dapat mengumpulkan masukan dari pemangku kepentingan selama proses perencanaan infrastruktur penampungan ini.

1. Lokasi

Penempatan kontainer sampah sebaiknya di area yang mudah diakses oleh kendaraan pengumpul sampah, dapat dicapai oleh pengguna dengan berjalan kaki, dan di lokasi yang dapat diterima oleh penduduk. Sistem penampungan yang telah dirancang dengan baik tidak akan efektif jika kontainer berada di lokasi yang tidak nyaman bagi warga atau pengangkut sampah.

2. Rancangan

Wadah penampungan sampah harus dirancang dengan baik agar mudah digunakan. Kontainer yang sulit digunakan (misalnya, memiliki tutup mekanis yang berat) akan mendorong orang untuk menjatuhkan sampah di samping wadah daripada memasukkannya ke dalam kontainer. Sampah yang berserakan di sekitar kontainer akan menimbulkan masalah sanitasi dan membutuhkan lebih banyak waktu untuk memuatnya ke dalam kendaraan pengumpul. Di area dimana anak-anak biasanya membuang limbah rumah tangga, wadah harus didesain agar memudahkan penggunaan oleh anak-anak (misalnya, wadah yang lebih pendek dan memiliki tutup yang mudah dibuka).

3. Pemeliharaan

Memelihara kebersihan di sekitar wadah pengumpulan sampah harus dilakukan karena penduduk cenderung membuang sampah di luar wadah jika kotor atau ada sesuatu yang menghalangi. Di Indonesia, sektor informal termasuk pemulung biasanya memilah-milah sampah di wadah komunal, mencari

barang-barang yang mereka bisa jual ke pendaur ulang, sehingga bisa mengakibatkan sampah berserakan di sekitar kontainer. Hewan liar juga sering mencari makanan di sekitar wadah penyimpanan limbah. Untuk mengendalikan masalah ini sektor informal diberi ijin untuk mengambil limbah dengan syarat tetap menjaga kebersihan kawasan tersebut. Beberapa kota telah mengurangi biaya pemeliharaan dan meminimalkan pemulungan dengan memasang wadah yang memiliki bukaan wadah di atas tanah dan tempat penyimpanan di bawah tanah yang hanya dapat diakses oleh pengumpul resmi.

4.3.3 Model Pengumpulan Sampah

Beberapa kota di dunia menggunakan berbagai model pengumpulan sampah untuk memastikan cakupan dan efisiensi koleksi yang tinggi. Pemilihan model pengumpulan sampah yang tepat membantu pemerintah kota menghindari biaya yang berlebihan dengan mempertimbangkan berbagai variabel ketika menentukan model koleksi mana yang paling cocok untuk situasi mereka.

1. Model Pengumpulan Sampah di Tepi Jalan (*dor to dor*)

Pada model pengumpulan sampah ini, pemerintah kota umumnya telah menginformasikan kepada warga tentang hari dan waktu pengambilan sampah. Saat kendaraan pengumpul sampah melewati sebuah kawasan, petugas membunyikan bel atau mengumumkan kedatangan mereka untuk memperingatkan warga agar membawa sampah mereka ke jalan, kemudian dikumpulkan untuk dibawa ke fasilitas transfer atau agregasi. Rumah tangga dapat memiliki satu tempat sampah, atau beberapa tempat sampah jika mereka telah melakukan pemilahan dari sumber sampah.

Ada juga yang memiliki sistem pengumpulan di tempat sampah yang diletakkan di luar rumah; dalam kasus ini, harus dipastikan bahwa tempat sampah memiliki penutup dan/atau cukup berat untuk mencegah hewan dari memasuki atau menjatuhkan tempat sampah tersebut. Teknologi dapat meningkatkan efisiensi pengumpulan sampah *dor to dor*; misalnya, pemerintah kota telah memiliki pengumpul yang menggunakan *Quick Respon (QR) codes* untuk memastikan bahwa sampah dikumpulkan dan dipilah dengan baik.

Kelebihan model pengumpulan sampah di tepi jalan adalah lebih nyaman bagi penghuni dan konsisten dalam pengumpulan sampah; sedangkan kekurangannya adalah bisa lebih mahal karena kendaraan sering berhenti, beberapa rumah tangga mungkin tidak dapat diakses karena kondisi jalan dan ukuran kendaraan yang besar, potensi pembuangan atau pembakaran ilegal lebih tinggi jika pengumpulan sampah terlambat dilakukan, dan masyarakat dapat ketinggalan proses pengumpulan jika tidak ada penghuni di rumah pada saat pengumpulan tersebut.

2. Pengumpulan Sampah Komunal

Dalam model pengumpulan komunal, warga membawa sampahnya ke tempat sampah besar yang terletak di pusat lingkungan mereka. Pemerintah kota mengirimkan kendaraan pengumpul sampah untuk membuang sampah secara teratur. Pengumpulan sampah komunal bekerja baik ketika ada dukungan partisipasi yang cukup di daerah padat penduduk. Teknologi pintar dapat dimanfaatkan yaitu melalui pengiriman sinyal monitor elektronik ketika tempat sampah besar sudah penuh, hal ini akan membantu pemerintah kota menghindari tempat sampah yang terlalu penuh dan mengurangi biaya pengumpulan dengan mengurangi jumlah perjalanan ke tempat sampah yang tidak penuh.

Keuntungan metode pengumpulan sampah komunal adalah lebih sedikit pemberhentian untuk kendaraan pengumpul dan lebih sedikit sampah yang disimpan di rumah warga; sedangkan kekurangannya adalah berpotensi terjadi pembuangan sampah ilegal jika tempat sampah ada lokasi yang tidak nyaman, hewan dapat masuk atau menjatuhkan tempat sampah jika tempat sampah tidak dirancang dengan benar, pembakaran sampah secara ilegal jika sampah tidak sering dijemput, dan pembuangan sampah besar-besaran secara ilegal.

4.3.4 Frekuensi Koleksi

Pemerintah kota biasanya mengumpulkan sampah pada interval yang berbeda tergantung pada berbagai faktor. Pertimbangan utama saat menentukan seberapa sering sampah akan dikumpulkan meliputi:

- a. Biaya. Semakin besar frekuensi layanan (misalnya, harian, mingguan), semakin mahal biaya pengoperasian sistem pengumpulan.
- b. Kebutuhan dan waktu pelanggan. Banyak pemerintah kota merasa terbantu untuk mengoordinasikan waktu pengumpulan sampah di area komersial sesuai dengan jam operasi bisnis lokal (misalnya, pengumpulan dapat dilakukan setelah pasar tutup). Banyak kota juga mengatur pengumpulan sampah pada waktu lalu lintas jalan tidak ramai.
- c. Keterbatasan kapasitas. Armada pengumpulan sampah mungkin perlu mengumpulkan sampah lebih sering di lingkungan tempat sampah komunal atau rumah tangga yang cepat mencapai kapasitasnya.
- d. Iklim. Kota-kota di iklim tropis cenderung mengumpulkan sampah setiap hari karena sampah *biodegradable* terurai lebih cepat di iklim ini, dan mulai berbau dan menarik lalat dan hama pembawa penyakit lainnya. Kota-kota di zona iklim sedang dapat mengumpulkan sampah dua mingguan atau mingguan.

4.4 Pemilahan Sampah

Pemilahan sampah sejak dari sumbernya adalah kunci keberhasilan tahap pengelolaan sampah berikutnya. Minimal dilakukan pemilahan antara sampah organik dan anorganik sebelum dilakukannya pendauran ulang sampah dan/atau pemanfaatan kembali sampah; pengolahan; dan pemrosesan akhir sampah seperti yang digambarkan pada skema di bawah ini:



Gambar 4.1 : Pengelolaan Sampah Saat ini
(dikutip dari Waste4change, 2022)

Pemilahan sampah, sebelum atau selama pengumpulan meningkatkan efisiensi dan mengurangi biaya karena meminimalkan biaya tenaga kerja dan infrastruktur yang diperlukan untuk memilah sampah campuran. Sampah dapat dipilah oleh pihak yang berbeda-beda pada setiap langkah dalam proses pengumpulan:

a. Pemisahan oleh masyarakat penghasil limbah

Beberapa kota menyediakan tempat sampah berkode warna kepada penduduk dan meminta agar sampah dipilah dari sumbernya. Misalnya, di salah satu kota di India menetapkan persyaratan nasional bahwa tempat sampah hijau digunakan untuk sampah organik, tempat sampah putih untuk daur ulang, dan tempat sampah hitam untuk semua sampah lainnya. Perusahaan komersial terkadang memiliki beberapa tempat sampah untuk memisahkan kertas, plastik, logam, kaca, dan sampah organik.

Sebagai contoh di Kabupaten Tapin Kalimantan Tengah, tempat pembuangan sampah di pemukiman, perkantoran bahkan sekolah dibedakan sesuai dengan jenis sampahnya seperti foto dibawah ini :



Gambar 4.2 : Pemilahan Sampah Menggunakan Tempat Sampah Berkode Warna Berbeda
(dikutip dari DLH Kabupaten Tapin)

Kode warna tempat sampah yang berbeda untuk setiap jenis sampah yaitu:

- a) Tempat sampah organik (warna hijau). Jenis tempat sampah berwarna hijau merupakan wadah untuk sisa makanan organik. nantinya sampah ini bisa dijadikan pupuk kompos. biasanya sampah organik berupa daun-daunan, bekas sayuran, dan lain-lain.
- b) Tempat Sampah Non Organik (warna kuning). Warna kuning menjadi ciri khas bagi tempat sampah untuk jenis non organik, seperti plastik bekas, kemasan air mineral berbahan plastik dan lain-lain. Dengan adanya tempat sampah ini dapat mempermudah pemanfaatannya sebagai kerajinan daur ulang atau daur ulang di pabrik.
- c) Tempat Sampah Non Organik Berbahaya / B3 (Warna Merah). Sampah jenis ini harus dipisah karena biasanya berasal dari B3 (Bahan Berbahaya Beracun) yaitu sampah kaca, kemasan detergen atau pembersih lainnya serta pembasmi serangga dan sejenisnya. hal tersebut berguna supaya sampah jenis ini tidak membahayakan kesehatan dan keselamatan orang lain dan makhluk hidup lainnya.

- d) Tempat Sampah Non Organik Berbahan Kertas (Warna Biru). Tempat sampah biru ini diperuntukan bagi sampah jenis kertas. pemisahan sampah kertas bermanfaat untuk mempermudah pengrajin dan industri daur ulang untuk mengolah sampah menjadi kebutuhan lainnya.
- e) Tempat Sampah Residu (Warna Abu-abu). Tempat sampah jenis ini diperuntukan bagi tempat sampah residu. artinya tempat sampah ini hanya boleh di isi sampah-sampah selain 4 jenis tersebut diatas.

Contoh lain adalah pemilahan sampah yang dimulai dari tingkat Rukun Warga (RW) di DKI Jakarta. Masyarakat diminta memilah sampah ke dalam empat jenis, yaitu sampah mudah terurai, sampah material daur ulang, sampah bahan berbahaya dan beracun (B3) rumah tangga, serta residu. Pemerintah provinsi melakukan pembinaan pemilahan dan pengangkutan sampah terjadwal di setiap RW dengan bergerak bersama unsur walikota, kecamatan dan kelurahan. Sampah mudah terurai yang telah dipilah di setiap rumah dikumpulkan di tingkat RW untuk diolah secara komunal melalui aktivitas *composting*, biokonversi maggot BSF, *eco enzyme*, dan pengolahan biologis lainnya. Sedangkan sampah material daur ulang dapat dibawa ke bank sampah di RW masing-masing untuk dijual ke industri daur ulang. Kemudian, untuk jenis sampah B3 rumah tangga nantinya dikumpulkan dan diangkut khusus oleh Petugas Dinas Lingkungan Hidup untuk diolah lebih lanjut. Sampah residu akan dikumpulkan ke TPS yang akan dibawa ke TPST Bantargebang untuk diolah sehingga tidak mencemari lingkungan. Pemilahan dan pengangkutan sampah terjadwal ini dapat membangun paradigma baru pengelolaan sampah yang melibatkan peran serta masyarakat dengan menekankan aspek pengurangan sampah di sumbernya.

b. Pemisahan oleh Pengumpul Sampah

Di beberapa kota, pemulung menggantung beberapa tas di gerobak dorong, gerobak sepeda, atau kendaraan mereka; dan menggunakannya untuk memisahkan sampah saat mereka mengumpulkan sampah dari rumah tangga. Mereka biasanya memisahkan barang-barang yang dapat didaur ulang ke dalam

kantong dan menyimpan barang-barang yang tidak dapat didaur ulang, termasuk sampah organik, ke dalam tempat sampah. Jika kota memiliki fasilitas pengolahan sampah organik (pengomposan atau digester anaerobik), pengumpul juga dapat memisahkan sampah organik pada waktu pengumpulan.

c. Pemisahan di tempat sampah komunal khusus

Beberapa kota menyediakan tempat sampah komunal di kompleks perumahan atau di lingkungan tempat tinggal masing-masing penduduk untuk membuang sampah mereka. Banyak kota memiliki pemisahan dengan tempat sampah berkode warna (misalnya biru untuk kertas dan produk kertas, coklat untuk sampah organik, putih untuk kaca bening, hijau untuk kaca berwarna, kuning/oranye untuk bahan kemasan yang dapat didaur ulang, dan abu-abu/hitam untuk sampah lainnya).

Kategori pemilahan sampah yang dipilih oleh kabupaten/kota akan bergantung pada kemampuan mereka untuk menangani setiap kategori secara terpisah. Sangat penting bagi kota untuk mengidentifikasi pasar lokal dan regional untuk daur ulang, dan menyesuaikan rencana pemisahan sampah yang sesuai.

Sektor sampah informal memainkan peran penting dalam pengelolaan sampah padat di banyak negara berkembang. Pekerja sektor informal memilah sampah untuk mengumpulkan sampah yang dapat didaur ulang dari rumah tangga dan tempat sampah umum. Kota-kota di banyak negara berkembang sedang berupaya untuk menggabungkannya ke dalam kegiatan pengelolaan sampah solid formal.

4.5 Tempat Pembuangan Sampah Sementara (TPS)

Di banyak negara, lokasi pembuangan sampah besar, atau tempat pemrosesan akhir sampah, terletak jauh dari daerah padat penduduk. Dalam kasus seperti itu, TPS digunakan sebagai titik perantara di mana sampah yang telah dikumpulkan (dan disortir) akan ditampung sebelum dipindahkan ke tempat pembuangan. Sampah terkadang dipadatkan di TPS untuk mengurangi jumlah perjalanan ke tempat pembuangan.

4.5.1 Manfaat TPS

Mengganti kendaraan pengumpul yang lebih kecil, termasuk sepeda dan gerobak, ke dalam kendaraan pengangkut yang lebih besar akan membantu mengurangi biaya pengangkutan dan memungkinkan tenaga pengumpul menghabiskan lebih sedikit waktu untuk bepergian ke dan dari lokasi pembuangan yang jauh, dan lebih banyak waktu untuk mengumpulkan sampah. Strategi ini juga mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi, biaya perawatan kendaraan pengumpul, keausan jalan, dan lalu lintas secara keseluruhan.

TPS juga dapat berfungsi sebagai lokasi untuk memilah dan mengolah sampah. Melakukan aktivitas penyortiran dan pengolahan di TPS berkontribusi pada penghematan bahan bakar, mengurangi keausan pada truk, dan mengurangi perjalanan ke tempat pembuangan sampah.

4.5.2 Bentuk TPS

TPS dapat menempati lokasi tersendiri, terdesentralisasi dan non mekanis seperti tanah kosong yang berfungsi sebagai tempat pembuangan sementara, di mana penduduk dan atau perusahaan komersial dapat membuang limbahnya, atau di mana pengumpul primer (misalnya, pengumpul yang menggunakan gerobak tangan dan sepeda) menyetor sampah yang mereka miliki untuk dikumpulkan.

TPS dalam bentuk yang lebih besar dapat digunakan sebagai tempat untuk mengumpulkan, memilah, dan memuat sampah dalam jumlah yang lebih besar. Sampah yang tiba di TPS- TPS ini dapat berasal langsung dari penduduk, dari kegiatan bisnis, dan dari pengumpul sekunder yang mengambil sampah dari TPS yang lebih kecil, atau dari truk pengumpul yang mengumpulkan sampah langsung dari sumbernya.

Berikut ini contoh fasilitas TPS yang berfungsi untuk menampung sampah sementara sebelum diangkut ke TPA:



Gambar 4.3 : Depo dan Kontainer di TPS

4.5.3 Penempatan Fasilitas Transfer

Depo dan Kontainer harus ditempatkan jauh dari saluran drainase terbuka untuk mencegah limbah menyumbat system drainase dan memasuki saluran air, dan harus dibangun atau ditempatkan pada permukaan yang kedap air. Pertimbangan pemilihan lokasi lainnya termasuk jarak yang dibutuhkan kendaraan yang lebih kecil untuk melakukan perjalanan dari lokasi pengumpulan ke TPS, dan kendaraan yang lebih besar perlu melakukan perjalanan dari TPS ke lokasi TPA.

4.6 Kendaraan Pengumpul Sampah

Pemilihan kendaraan pengumpul sampah dapat sangat mempengaruhi efisiensi program pengumpulan sampah. Pemerintah kota biasanya mempertimbangkan faktor-faktor berikut dalam memilih kendaraan yang sesuai:

1. **Ukuran kendaraan.** Ukuran kendaraan harus disesuaikan dengan jumlah sampah yang akan dikumpulkan. Truk besar hanya cocok jika volume sampah yang diambil di setiap pemberhentian relatif besar. Truk besar tidak cocok untuk pengumpulan sampah dalam jumlah kecil, untuk kasus seperti ini truk kecil atau gerobak akan lebih hemat biaya. Truk besar juga tidak layak di gang atau jalan yang sempit.
2. **Jenis sampah yang dikumpulkan.** Pengumpulan sampah terpilah mungkin memerlukan kendaraan dengan banyak kompartemen, tergantung pada tingkat pemilahan.

3. **Frekuensi tunggu.** Frekuensi tunggu biasanya memandu pemilihan metode untuk memungkinkan kendaraan mulai dan berhenti secara serentak, dan bergerak dengan kecepatan rendah dalam kondisi cuaca tertentu (panas, lembab, berdebu) atau di jalan yang tidak beraspal.
4. **Kapasitas kendaraan pembawa muatan.** Kota dapat memperkirakan berapa banyak rumah tangga yang dapat dilayani oleh kendaraan mereka sebelum mencapai kapasitas, dan menetapkan target setiap kendaraan untuk melayani sedikit kurang dari jumlah tersebut.
5. **Pemeliharaan kendaraan.** Memilih kendaraan yang umum tersedia atau mudah dirawat akan meningkatkan keandalan kendaraan. Perbaikan dapat dilakukan lebih cepat jika suku cadang dapat dengan mudah dibeli dari pengecer lokal tanpa memerlukan valuta asing dan impor. Pemantauan kondisi setiap kendaraan melalui pemeriksaan rutin memungkinkan operator mengganti komponen sebelum rusak.
6. **Emisi kendaraan.** Kota-kota semakin khawatir tentang kontribusi kendaraan pengangkut sampah terhadap polusi udara lokal. Armada pengumpulan sampah dapat menyumbangkan sejumlah besar materi tertentu ke lingkungan setempat, terutama karena mereka biasanya beroperasi setiap hari, berkendara jarak jauh ke tempat pembuangan, mungkin tidak terpelihara dengan baik, dan menghabiskan banyak waktu mereka di jalanan atau di titik pengumpulan. Untuk alasan ini, banyak kota sedang mempertimbangkan bahan bakar alternatif atau kendaraan rendah emisi untuk armada koleksi mereka.

Berikut ini adalah beberapa jenis kendaran pengangkut sampah yang umum digunakan di Indonesia:

1. **Armroll Truck** yang dilengkapi dengan kontainer sebagai bak tempat menyimpan sampah, dilengkapi sistem hidrolis untuk menaikkan dan menurunkan kontainer.



Gambar 4.4 : Armroll Truck

2. **Dump Truck** yang dilengkapi sistem hidrolis untuk mengangkat dan menurunkan bak dibelakang truck.



Gambar 4.5 : Dump Truck

3. **Sepeda Motor Roda Tiga** dengan kapasitas angkut 1 m³, berfungsi untuk mengangkut sampah dari TPS ke TPA pada daerah pelayanan yang tidak terjangkau truck, dilengkapi sistem hidrolis untuk mengangkat dan menurunkan bak dibelakang motor.



Gambar 4.6 : Sepeda Motor Roda Tiga

4. **Gerobak Sampah** dengan kapasitas angkut 1 m³, berfungsi untuk mengangkut sampah dari permukiman dan jalan ke TPS.



Gambar 4.7 : Gerobak Sampah

4.7 Penutup

Pemilahan sampah dimulai dari sumbernya adalah kunci keberhasilan serangkaian proses pengelolaan sampah. Beberapa kondisi yang menyebabkan hambatan pada pengelolaan sampah, khususnya pemilahan sampah adalah sebagai berikut:

1. Regulasi tentang pengelolaan sampah di Indonesia sudah sangat lengkap dan telah diikuti oleh peraturan daerah di tingkat Kabupaten/Kota, namun perda tersebut belum dijalankan dengan tegas dan beberapa di antaranya perlu disesuaikan dengan kondisi daerah masing-masing. Tidak hanya dalam hal regulasi, pemerintah Kabupaten/Kota perlu

meningkatkan komitmennya dalam pendampingan masyarakat untuk mengelola sampah.

2. Perilaku masyarakat yang kurang peduli terhadap lingkungan dan menganggap bahwa penanganan sampah adalah tanggung jawab pemerintah. Untuk itu peran aktif masyarakat perlu ditingkatkan dengan cara membudayakan cara pembuangan sampah yang baik mulai dari lingkungan rumah tangga dengan menggunakan wadah yang tepat; serta mengkampanyekan pengurangan sampah melalui pemilahan sampah organik dan anorganik yang dimulai dari rumah tangga, diikuti mengolah sampah organik menjadi kompos dan eco enzyme; dan sampah anorganik dipilah serta dikumpul menurut jenisnya sehingga memungkinkan untuk di daur-ulang.
3. Pengangkutan sampah yang tidak terpilah menyebabkan banyak masyarakat yang skeptis karena sampah yang telah susah payah dipilih dan dipilah kemudian dijadikan satu pada saat pengangkutannya; demikian pula sarana dan prasarana pendukung program pemilahan sampah yang sangat terbatas menyebabkan masyarakat masih enggan untuk berpartisipasi. Olehnya itu fasilitas pengelolaan sampah harus didisain sesuai dengan kebutuhan masyarakat dengan perhitungan biaya yang tepat.
4. Menciptakan usaha baru berbasis sampah di tingkat masyarakat yang akan memandirikan masyarakat dalam mengelola sampahnya sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2012 tentang Penyelenggaraan Pengelolaan Sampah
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 97 Tahun 2017 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional (Jaktranas) Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah
- Peraturan Gubernur DKI Jakarta Nomor 77 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Sampah Lingkup Rukun Warga.
- Best Practices for Solid Waste Management: A Guide for Decision-Makers in Developing Countries. United States Environmental Protection Agency Office of Resource Conservation and Recovery October 2020
- Waste4change. Desentralisasi Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat untuk Pemerintah Kota Makassar. Mei 2022. www.waste4change.com
- DLH Kabupaten Tapin. Tempat Sampah 5 Warna <http://dlh.tapinkab.go.id/2016/06/tempat-sampah-5-warna.html>
- DLH Kabupaten Indramayu. Gambaran Tingkat Cakupan dan Kondisi Sarana Prasarana Pelayanan Kebersihan di Kabupaten Indramayu. 25 Juli 2019.

BAB 5

PENGOLAHAN SAMPAH

Oleh Dodi Satriawan

5.1 Pendahuluan

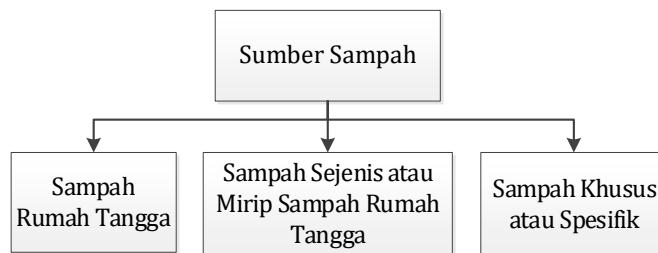
Sampah merupakan permasalahan yang dihadapi setiap negara tidak terkecuali pemerintah Indonesia. Sampah sendiri dapat diartikan sebagai sisa suatu kegiatan keseharian manusia dan/atau sisa dari proses alam yang memiliki bentuk padat. Sampah ini berasal dari sampah organik, sampah anorganik yang berasal dari rumah tangga, pasar, pusat perniagaan, perkantoran, perhotelan dan fasilitas publik lainnya. Data dari Sistem Pengolahan Sampah Nasional (SIPSN), (2021) menyebutkan bahwa sumber sampah terbesar dihasilkan oleh rumah tangga sebesar 40,8%. Hal ini disebabkan kebanyakan masyarakat Indonesia menghabiskan waktunya di rumah, sehingga aktivitas yang lebih banyak di rumah menyebabkan penimbunan sampah yang lebih banyak selain ditempat lainnya. Sumber sampah terbesar kedua dihasilkan oleh pusat perniagaan 18,2% dan pasar tradisional 17,3%.

Data dari Sistem Pengolahan Sampah Nasional (SIPSN), (2021) diketahui juga bahwa timbunan sampah pada tahun 2021 sebesar 30.335.308,50 ton/tahun. Jumlah sampah yang besar ini bila tidak ditangani dengan baik akan menyebabkan negara Indonesia menjadi negara dengan penghasil sampah terbesar di dunia. Dibutuhkan pengolahan sampah yang baik dan efisien didalam pengolahan sampah yang besar ini. Pemerintah melalui undang-Undang Republik Indonesia No.18, (2008) Tentang Pengelolaan Sampah; Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 3, (2013) Tentang Penyelenggaraan Prasarana Dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga; Peraturan Pemerintah Republik Indonesia N0.27, (2020) Tentang Pengelolaan Sampah Spesifik; Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan No.14, (2021) Tentang Pengelolaan Sampah Pada

Bank Sampah; Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan No.06, (2022) Tentang Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, telah mengatur dan memberikan cara didalam menangani permasalahan penumpungan sampah yang terjadi. Pada bab ini kita akan mempelajari lebih dalam bagaimana cara pengolahan sampah yang telah ditetapkan oleh pemerintah diatas.

5.2 Sumber Sampah

Sampah, seperti yang telah dijelaskan diatas, merupakan sisa suatu kegiatan keseharian manusia dan/atau sisa dari proses alam yang memiliki bentuk padat. Berdasarkan (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.14, 2021), sampah diklasifikasikan menjadi 3 yaitu sampah rumah tangga, sampah sejenis atau mirip sampah rumah tangga dan sampah khusus atau spesifik.



Gambar 5.1 : Sumber sampah

Sampah rumah tangga merupakan sampah yang dihasilkan dari kegiatan didalam rumah tangga sehari-hari. Sampah rumah tangga ini tidak termasuk dari sampah spesifik mauppun tinja. Sampah spesifik sendiri merupakan sampah yang disebabkan oleh sifat, volume dan/atau konsentrasinya membutuhkan penanganan khusus didalam pengelolaannya. Pengelolaan sampah spesifik ini akan dijelaskan pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.27, (2020). Contoh dari sampah rumah tangga ini berupa sampah organik, sampah anorganik dan limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun).

Sampah organik yang dihasilkan dari sampah rumah tangga seperti sisa makanan, kertas, karton, kayu, ranting, dedaunan dan lain-lain. Contoh sampah anorganik yang dihasilkan dari rumah

tangga seperti plastic dan steroform. Sedangkan contoh jenis sampah yang dihasilkan dari limbah B3 seperti kemasan pembasmi nyamuk, kemasan pembasmi serangga, kemasan pembersih lantai dan kamarmandi, kemasan pembersih baju, lampu mati dan lain-lain.

Sampah sejenis atau yang mirip dengan sampah rumah tangga berasal dari kawasan industry, fasilitas sosial, kawasan komersial, kawasan khusus, fasilitas umum dan lain-lain. Sampah ini merupakan sampah yang memiliki kandungan B3, sampah yang memiliki kandungan limbah B3, sampah di akibatkan oleh bencana alam, sampah yang disebabkan oleh bongkaran bangunan, sampah yang belum dapat diolah secara teknologi, sampah yang muncul tidak periodik.

5.3 Cara Pengolahan Sampah

Didalam pengolahan sampah dilakukan dua cara yaitu pengurangan sampah dan penanganan sampah. Pengurangan sampah dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu membatasi munculnya sampah, mendaur ulang sampah dan memanfaatkan kembali sampah (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.27, 2020). Pengurangan sampah ini tidak lebas dari setiap warga negara dan pemerintah daerah.

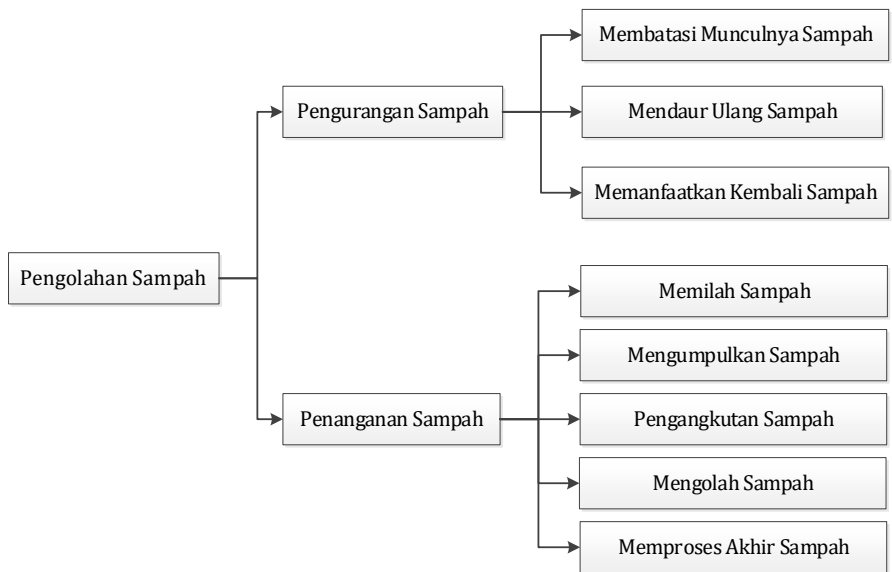
Pemerintah daerah didalam membantu pengurangan sampah dapat memberikan fasilitas teknologi pengolahan sampah yang ramah lingkungan, memberikan fasilitas bentuk label sampah dan produk yang ramah lingkungan, memfasilitasi setiap kegiatan masyarakat yang mendaur ulang dan menggunakan ulang sampah, memfasilitasi produk hasil daur ulang yang telah dibuat serta memberi target didalam pengurangan sampah dalam jangka waktu tertentu secara bertahap.

Peran masyarakat didalam pengolahan sampah dapat diwujudkan dalam bentuk (Peraturan Menti Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.14, 2021):

- a) Meminimalisir sampah yang dihasilkan oleh masyarakat,
- b) Menggunakan kembali sampah yang dapat digunakan (misalnya katong plastik dapat digunakan kembali didalam membungkus belanjaan ketika berbelanja),

- c) Mendaur ulang sampah atau memanfaatkan sampah yang dapat diurai oleh alam, misalnya mengolah sampah organik menjadi pupuk, memanfaatkan botol menjadi tempad hidroponik.

Penanganan sampah dapat dilakukan dengan lima cara yaitu memilah sampah, mengumpulkan sampah, pengangkutan sampah untuk dibuang, mengolah sampah dan memproses akhir sampah(Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.06, 2022). Gambar 5.2 menunjukkan ringkasan cara pengolahan sampah



Gambar 5.2 : Ringkasan cara pengolahan sampah

5.3.1 Pemilahan Sampah

Pemilahan merupakan step pertama didalam pengolahan sampah. Pemilahan sampah sebaiknya dilakukan sejak sumber sampah dihasilkan. Sampah yang dihasilkan dari rumah tangga hendaknya langsung dipilah dari rumah tangga, sampah yang dihasilkan dari perkantoran juga hendaknya dipilah langsung dari perkantoran. Begitu juga pada sampah yang dihasilkan dari kawasan industry, fasilitas sosial, kawasan komersial, kawasan

khusus, fasilitas umum dan lain-lain, hendaknya langsung dipilah dari tempat dihasilkan sampah tersebut. Hal ini untuk memudahkan petugas kebersihan didalam penanganan sampah Ketika sampah masuk ke dalam tempat penampungan sementara (TPS) sampah atau tempat penampungan akhir (TPA) sampah.

Sampah yang dipilah dapat dibagi menjadi lima katagori yaitu (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.27, 2020)

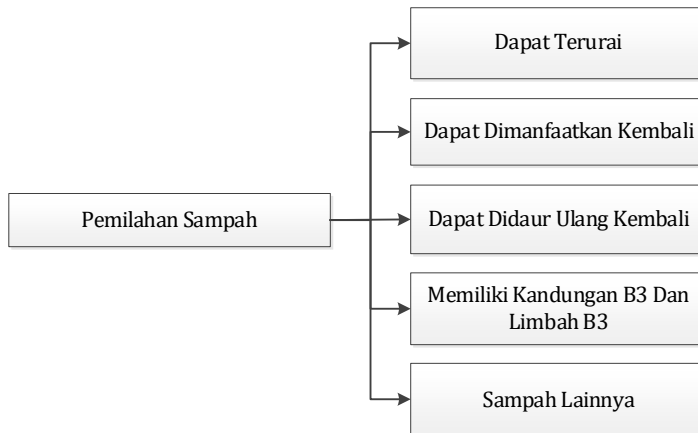
- a) Sampah yang dapat terurai, misalnya sampah daun-daun, ranting, sisah memasak dan sampah lain yang dapat terurai dengan baik di lingkungan.
- b) Sampah yang dapat dimanfaatkan kembali, misalnya kantong plastik dapat dimanfaatkan kembali untuk membungkus belanjaan. Selain itu sampah yang dapat dimanfaatkan embali dapat berupa sampah kertas, sampah kaca, sampah tekstil, sampah logam, sampah karet dan lain-lain.
- c) Sampah yang dapat didaur ulang kembali, misalnya sampah botol plastic dapat didaur ulang menjadi botol plasik atau menjadi biji plastik, sampah kertas, sampah karet, sampah logam, sampah tekstil, sampah kaca dan lain-lain.
- d) Sampah yang memiliki kandungan bahan berbahaya dan beracun (b3) serta limbah b3, misalnya obat kadaluarsa, bola lampu yang sudah mati, botol bekas pembersih lantai, botol bekas deterjen, botol bekas pembunuh nyamuk, botol dan lain-lain.
- e) Sampah jenis lainnya yang berupa sampah yang bukan merupakan sampah dari empat jenis sampah yang telah dijelaskan pada jenis sampah yang diatas.

Sampah yang memiliki kandungan bahan berbahaya dan beracun (B3) serta sampah yang mengandung limbah B3 dapat berupa empat jenis yaitu (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.27, 2020):

- a) Produk rumah tangga yang sudah tidak dimanfaatkan lagi atau sudah expaied yang memiliki kandungan bahan B3 serta limbah B3,
- b) Bekas kemasan dari produk yang memiliki kandungan B3 dan limbah B3,
- c) Alat-alat elektronik yang tidak dimanfaatkan lagi,

d) Barang lainnya yang memiliki kandungan B3 dan limbah B3 yang tidak dimanfaatkan.

Didalam pemilahan sampah ini tidak lepas dari kesadaran, dukungan dan bantuan dari masyarakat yang merupakan sumber potensi dari timbulnya sampah. Tanpa adanya kesadaran, dukungan dan bantuan dari masyarakat maka proses awal dari pengolahan sampah ini berupa pemilahan akan menjadi masalah bagi petugas sampah di TPS atau TPA karena petugas TPS atau TPA akan kesulitan didalam melilah sampah yang masuk ke tempat mereka didalam jumlah yang sangat besar. Oleh karena itu partisipasi dari setiap masyarakat dibutuhkan didalam penanganan awal dari pengolahan sampah.



Gambar 5.3 : Katagori pemilahan sampah.

Pemilahan sampah harus dilengkapi berupa fasilitas wadah pembuangan sampah sesuai dengan katagori yang ditunjukkan pada gambar 5.3. Wadah pembuangan sampah ini disediakan oleh masyarakat di tempat rumah tangga masing masing dan di sediakan oleh pengelola pada kawasan industri, fasilitas sosial, kawasan komersial, kawasan khusus, fasilitas umum dan lain-lain.

Katagori pemilahan sampah pada rumah tangga berbeda dengan katagori sampah pada kawasan industry, fasilitas sosial, kawasan komersial, kawasan khusus, fasilitas umum dan lain-lain. Katagori sampah pada rumah tangga hanya dibagi menjadi 2

katagori yaitu sampah organik dan sampah anorganik. Sedangkan katagori sampah pada kawasan industry, fasilitas sosial, kawasan komersial, kawasan khusus, fasilitas umum dan lain-lain mengikuti katagori sampah yang ditunjukkan pada gambar 5.3.

Wadah yang digunakan didalam pembuangan sampah hendaknya menggunakan wadah yang tertutup, diberikan label atau tanda dari katagori sampah dan dibedakan bentuk, bahan dan warna dari wadah tempat katagori sampah. Gambar 5.4 menunjukkan beberapa wadah yang digunakan didalam pemilahan sampah.

5.3.2 Pengumpulan

Setelah dilakukan pemilahan dari awal sumber sampah dihasilkan, maka sampah dikumpulkan disuatu tempat tertentu. Pengumpulan ini dapat berupa TPS (Tempat Penampungan Sementara), TPS 3R (Tempat Penampungan Sementara *Reuse Reduce, dan Recycle*), serta alat pengumpul yang digunakan untuk sampah yang sudah dipilah dari sumbernya.

Pengumpulan sampah dari sumber sampah dilakukan oleh pengelola baik pemerintah daerah maupun pengelola dari kawasan pemukiman, pengelola kawasan komersial, pengelola kawasan industri. pengelola kawasan khusus, pengelola fasilitas umum, pengelola fasilitas sosial atau pengelola fasilitas lainnya. Dala penyediaan tempat pengumpulan seperti TPS atau TPS 3R, pemerintah daerah bertanggung jawab didalam menyediakan tempat pengumpulan tersebut untuk wilayah pemukiman.

Terdapat persyaratan didalam menyediakan tempat TPS atau TPS 3R yaitu (Peraturan Mentri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.14, 2021)

- a. Terdapat syarana didalam pengelompokan sampah menjadi lima katagori seperti yang dijelaskan pada gambar 5.3
- b. Lokasi tempat TPS atau TPS 3S mudah diakses
- c. Memiliki luas dan kapasitas yang sesuai dengan jumlah sampah yang masuk
- d. Lokasi TPS atau TPS 3S tidak mengganggu lalu lintas dan estetika lingkungan
- e. TPS atau TPS 3R dijaga agar tidak mencemari lingkungan

- f. Tempat penampungan sampah dibangun dengan jenis pembangunan sementara dan bukan tempat penampungan permanen.
- g. Terdapat jadwal didalam pengumpulan maupun pengangkutan sampah.

5.3.3 Pengangkutan

Pengangkutan sampah dilakukan oleh pemerintah daerah. Pengangkutan sampah yang telah dipilah tidak boleh dilakukan pencampuran kembali. Oleh karena itu, pengangkutan sampah ini memerlukan peralatan berupa alat pengangkut sampah atau sarana pengangkutan sampah sesuai dengan katagori sampahnya. Sarana pengangkutan sampah ini dapat berupa *dump truck* atau *tipper truck*, *compactor truck*, *trailer*, *armroll truck*, dan *street sweeper vehicle*. Pengangkutan sampah dilakukan dari pengambilan sampah ke tempat sumber sampah lalu sampah di kirim ke tempat TPS atau TPS 3R atas TPA yang telah ditunjuk. Pengangkutan sampah dilakukan pada pagi hari atau sore hari sesuai dengan kebutuhan dari wilayah tempat penampungan sampah.



Gambar 5.4 : Jenis sarana pengangkutan sampah.

5.3.4 Pengolahan

Sampah yang telah ada di TPS atau TPS 3R atau TPA selanjutnya diolah sesuai dengan peruntukan dan jenisnya. Pengolahan sampah secara umum dapat dilakukan dengan 3R (*reuse, reduce dan recycle*) (Sujarwo, Widyaningsih and Trisanti, 2014). Reuse dapat diartikan menjadi penggunaan kembali merupakan pengolahan sampah dimana sampah yang masih memiliki nilai guna, dikumpulkan untuk digunakan kembali pada fungsi-fungsi tertentu. Salah satu bentuk dari contoh reuse adalah menggunakan kembali botol bekas menjadi media tanam atau tempat hidroponik. Kantong plastic dapat digunakan kembali sebagai media pembungkus belanja, atau sebagai ecobrick.

Reduce dapat diartikan sebagai pengurangan sampah merupakan metode didalam mengolah sampah dengan cara mengurangi volume sampah dari awal dihasilkan sampah. Metode *reduce* ini membutuhkan bantuan dan partisipasi dari seluruh lapisan masyarakat didalam meminimalisir sampah yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan potensi sampah dihasilkan dari setiap lapisan masyarakat. Tanpa ada partisipasi dari masyarakat didalam menahan diri didalam menghasilkan sampah maka volume sampah yang dihasilkan akan menjadi berkurang. Contoh didalam partisipasi masyarakat didalam mengurangi sampah adalah menggunakan kembali kantong plastik untuk keperluan belanja kepasar atau tempat pembelanjaan.

Recycle dapat diartikan sebagai mendaur ulang sampah merupakan metode terakhir didalam mengolah sampah menjadi suatu produk yang memiliki nilai ekonomis atau nilai manfaat. *Recycle* merupakan tahap terakhir didalam Teknik pengolahan sampah dimana sampah diolah dengan metode dan Teknik tertentu menjadi suatu produk baru. Contoh dari *recycle* ini adalah mengolah sampah organik berupa dedaunan atau sampah yang mudah terdegradasi menjadi produk kompos atau pupuk organik padat atau pupuk organik cair. Selain itu, sampah plastik yang sulit didegradasi dapat diolah menjadi campuran aspal, bahan baku energi listrik, biji plastik, pipa plastik, baskom, ember, serta dapat dikonversi menjadi bahan bakar.

Pengolahan sampah juga dapat diolah dengan empat cara yaitu sampah dipadatkan, pengolahan sampah menjadi kompos,

mendaur ulang sampah, dan mengolah sampah menjadi bahan baku energi. Didalam pengolahan sampah, terdapat empat hal yang harus dipertimbangkan didalam pengolahan sampah yaitu (Undang-Undang Republik Indonesia No.18, 2008)

- a. Mempertimbangkan bagaimana karakter sampah,
- b. Mempertimbangkan bagaimana teknologi didalam pengolahan sampah yang bersifat ramah lingkungan,
- c. Mempertimbangkan bagaimana keselamatan kerja selama mengolah sampah dan
- d. Mempertimbangkan bagaimana kondisi social masyarakat sekitar tempat pengolahan sampah.

Teknologi didalam pengolahan sampah yang bersifat ramah lingkungan dapat berupa lima teknologi yaitu (Peraturan Menti Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.14, 2021)

- a. Teknologi pengolahan sampah secara fisik.
Teknologi pengolahan sampah secara fisik ini bertujuan untuk mengurangi ukuran sampah, memadatkan sampah, memisahkan sampah logam dengan non logam dengan bantuan magnet, memisahkan sampah berdasarkan masa jenis, dan memisahkan sampah berdasarkan optik.
- b. Teknologi pengolahan sampah secara kimia.
Teknologi ini bertujuan untuk membuburkan sampah berupa bahan kimia atau jenis lain sehingga memudahkan proses pengolahan sampah pada tahap berikutnya.
- c. Teknologi pengolahan sampah secara biologi.
Teknologi ini merupakan teknologi yang memanfaatkan makhluk hidup berupa mikrobia aerobik maupun anaerobic untuk mendegradasi sampah organik. Contohnya adalah memanfaatkan bakteri didalam proses pengomposan, atau memanfaatkan bakteri metanogen didalam proses pembuatan biogas.
- d. Teknologi pengolahan sampah secara termal
Teknologi ini memanfaatkan temperature yang tinggi didalam pengolahan sampah. Temperatur yang tinggi ini membakar sampah menjadi CO_2 , H_2O serta produk samping berupa abu maupun arang. Proses pengolahan sampah secara termal ini

dapat berupa proses pirolisis, proses insenerasi dan proses gasifikasi

- e. Teknologi pengolahan sampah menggunakan teknologi lain yang berupa teknologi yang menghasilkan bahan bakar seperti *Refused Derived Fuel*.

DAFTAR PUSTAKA

- Peraturan Daerah Kabupaten Bandung Barat No.02. 2020. *Peraturan Daerah Kabupaten Bandung Barat Nomor 2 Tahun 2020 Tentang Pengelolaan Sampah*. Indonesia.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 03/Prt/M/2013. 2013. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 03/Prt/M/2013 Tentang Penyelenggaraan Prasarana Dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga*.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan No.06. 2022. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2022 Tentang Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional*. Indonesia.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan No.14. 2021. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2021 Tentang Pengelolaan Sampah Pada Bank Sampah*. Indonesia.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.27. 2020. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2020 Tentang Pengelolaan Sampah Spesifik*, Peraturan Pemerintah. Indonesia.
- Sistem Pengolahan Sampah Nasional (SIPSN). 2021. *Komposisi Sampah Nasional 2021 Berdasarkan Jenis Sampah, SIPSN (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional)*. Available At: <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/komposisi>.
- Sujarwo, Widyaningsih And Trisanti. 2014. *Pengelolaan Sampah Organik & Anorganik*, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Undang-Undang Republik Indonesia No.18. 2008. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah*, Undang-Undang Republik Indonesia. Indonesia.

BAB 6

NILAI EKONOMI SAMPAH

Oleh Devita Sari

6.1 Pendahuluan

Sampah adalah setiap benda padat atau limbah hasil kegiatan manusia yang dianggap tidak berguna dan dibuang sebagai komoditas yang tidak berguna. Sampah ini akan tetap ada selama kehidupan berlanjut. Masalah sampah merupakan masalah yang memerlukan perhatian dan penanganan khusus, karena sampah adalah masalah yang tidak ada habisnya. Jika tidak ditangani, limbah tersebut berdampak pada kesehatan dan lingkungan sekitarnya. Pengelolaan sampah yang tidak sesuai dapat menimbulkan masalah kesehatan lingkungan, bisa menjadi lahan subur mikroorganisme patogen ataupun berbagai jenis vektor yang membahayakan kesehatan. Sampah yang dibakar dapat menyebabkan polusi udara sehingga berbahaya untuk kesehatan dan menyebabkan *global warming*. Sampah yang membusuk menimbulkan bau tak sedap dan cairannya dapat meresap ke dalam tanah, sehingga mencemari sumur, air tanah, dan sampah yang dilepaskan ke badan air bisa menimbulkan pencemaran air sungai. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pengelolaan sampah yang benar dan sesuai.

Salah satu tindakan yang dapat dilakukan adalah dengan mempertimbangkan manfaat positif yang terkandung dalam sampah dari segi ekonomi. Pengelolaan sampah menurut Pasal 18 Ayat 1 Undang-Undang Republik Indonesia tentang pengelolaan sampah merupakan kegiatan yang sistematis, menyeluruh dan berkelanjutan yang meliputi pengurangan dan pengolahan sampah.

Sampah adalah bagian dari ekonomi, produk sampingan dari kegiatan ekonomi, termasuk perusahaan/industri, perkantoran, instansi pemerintah ataupun non pemerintah, bahkan rumah tangga. Sampah juga merupakan input bagi kegiatan ekonomi, baik melalui pemulihan material maupun energi. Pengelolaan limbah memiliki implikasi ekonomi, dapat digunakan untuk produktivitas,

government expenditure, dan tentu saja lingkungan. Keputusan perusahaan tentang bagaimana mengelola dampak limbah berpengaruh pada profitabilitas mereka. Jika manfaatnya lebih besar daripada biayanya, perusahaan dapat mengurangi biaya keseluruhannya dan meningkatkan produktivitas dengan mengurangi penggunaan bahan baku yang mahal, baik logam dalam industri, atau kertas dalam perdagangan. Demikian pula, biaya dapat ditekan dengan mengoptimalkan pengelolaan sampah yang timbul.

Banyak yang tidak menyadari bahwa sampah memiliki potensi ekonomi yang dapat menciptakan peluang kerja serta mendapatkan nilai tambah ekonomi. Sampah dapat memiliki nilai ekonomi jika dikelola dengan bijak dan melibatkan seluruh elemen masyarakat. Pola pikir masyarakat saat ini telah berubah tentang sampah, yaitu dengan menerapkan 3R (*reduce, reuse, dan recycle*), bahkan saat ini berkembang konsep 5R (*reduce, reuse, recycle, replace/recovery, dan repair*).

6.2 Prinsip Ekonomi

Lingkungan alam berperan penting dalam menunjang kegiatan ekonomi secara langsung yaitu dengan menyediakan sumber daya dan bahan baku, maupun secara tidak langsung melalui layanan yang disediakan oleh ekosistem termasuk penyerapan karbon, pemurnian air, pengelolaan risiko banjir, dan siklus nutrisi. Oleh karena itu, sumber daya alam sangat penting untuk mengamankan pertumbuhan dan pembangunan ekonomi, tidak hanya hari ini tetapi juga untuk generasi mendatang. Perhitungan dan pengelolaan sampah adalah bagian penting untuk memastikan bahwa bahan baku digunakan secara efisien, sehingga tidak dikonsumsi secara berlebihan.

6.2.1 Transisi ke Green Economy

Ekonomi hijau dicirikan di mana nilai dan pertumbuhan ekonomi dimaksimalkan sambil mengelola semua aset alam secara berkelanjutan. Mencapai ekonomi hijau berarti transformasi ekonomi secara keseluruhan dalam hal apa yang diproduksi dan digunakan, siapa yang memproduksi dan menggunakannya, dan

bagaimana membuangnya. Misalnya, - peningkatan permintaan untuk barang dan jasa baru dan yang sedang berkembang yang mengurangi kerusakan lingkungan (Department for Environment, 2011):

- a. Transformasi beberapa sektor usaha untuk mengembangkan alternatif yang lebih hijau dari produk yang ada.
- b. Berkurangnya permintaan produk dari sektor tertentu yang menyebabkan kerusakan lingkungan
- c. Volatilitas pendapatan di beberapa sektor tunduk pada perubahan harga input atau perubahan permintaan.

Tantangan kebijakan terletak dalam mengatasi kegagalan pasar dan hambatan lain terhadap konsumsi dan penggunaan sumber daya yang efisien dengan cara yang mengarah pada manfaat tindakan yang lebih besar daripada biayanya dan yang meminimalkan biaya bagi perekonomian. Dalam konteks kebijakan sampah, ini membutuhkan penciptaan kondisi pasar yang tepat dan insentif bagi bisnis dan rumah tangga untuk berinvestasi dan membuat pilihan yang lebih efisien – dalam penggunaan/konsumsi sumber daya dan dalam pengelolaan sampah.

6.2.2 Efisiensi, Kegagalan Pasar & Apa Artinya Pemborosan

Seperti disebutkan di atas, sektor limbah adalah salah satu dari banyak sektor lingkungan, dengan tindakan kebijakan yang berkontribusi pada makroekonomi secara keseluruhan, dan transisi ke ekonomi hijau. Demikian juga ada dasar-dasar ekonomi mikro untuk kebijakan sampah, yang diilustrasikan oleh prinsip-prinsip efisiensi ekonomi dan efektivitas biaya. Berbagai pilihan pengelolaan limbah diberikan sesuai dengan lingkungan sekitarnya, namun kadang hal tersebut tidak termasuk pertimbangan ekonomi. Oleh karena itu perlu mempertimbangkan aspek ekonomi.

Adanya kegagalan pasar, yang menghambat pelaku ekonomi dari membuat pilihan yang optimal, berarti bahwa kekuatan pasar saja akan menyebabkan produksi limbah yang berlebihan. Eksternalitas lingkungan adalah kegagalan pasar utama – di mana keputusan ekonomi untuk memproduksi dan mengkonsumsi tidak memperhitungkan sepenuhnya konsekuensi lingkungan dari

limbah yang dihasilkan sebagai hasilnya. Gagal menentukan harga dalam biaya/manfaat lingkungan dari menghasilkan limbah menyebabkan produksi yang tidak efisien secara ekonomi dan pola konsumsi, serta kelebihan limbah yang dihasilkan.

Efisiensi ekonomi – dalam konteks limbah – dicapai ketika jumlah limbah yang dihasilkan (dan dikelola di setiap tingkat hierarki) optimal, yaitu biaya pengurangan limbah sebesar satu unit sama dengan manfaat ekonomi dan lingkungan dari pengurangan satu unit limbah. satuan sampah. Ada biaya dan manfaat yang terkait dengan pengurangan limbah. Misalnya, mengurangi limbah melalui proses produksi yang lebih hemat sumber daya memiliki manfaat dalam hal menghindari emisi gas rumah kaca dan penghematan biaya material. Namun, kemungkinan juga akan membebankan biaya tambahan dalam hal investasi peralatan dan sumber daya lain yang diperlukan untuk melakukan perubahan. Ini efisien untuk mengurangi pemborosan selama kegagalan pasar tidak diinternalisasi dan manfaat dari melakukannya melebihi biaya (Department for Environment, 2011).

6.3 Manajemen Pengelolaan Sampah

Pengelolaan sampah adalah salah satu masalah yang mempengaruhi negara-negara berkembang, karena pemerintah, lembaga, dan sektor swasta secara historis menempatkan premi yang rendah pada pengelolaan sampah padat, tanpa menyadari konsekuensinya bagi masyarakat umum. Hal ini ditentukan oleh metode pengumpulan yang tidak efisien, cakupan yang tidak memadai, dan sistem pengumpulan dan pembuangan yang tidak efisien (Olukanni & Akinyinka, 2012)

Kondisi ini memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kesehatan masyarakat dan memperburuk kualitas lingkungan. Penanganan limbah perawatan kesehatan sangat memprihatinkan karena bahaya yang ditimbulkannya terhadap kesehatan masyarakat dan lingkungan, terutama di negara berkembang. Saat ini, beberapa teknologi alternatif tersedia di seluruh dunia sebagai pilihan pengelolaan sampah yang efektif dan ekonomis. Namun,

memilih teknologi yang tepat dan menerapkan strategi pengelolaan sampah yang efektif sangat penting (Hasan & Rahman, 2018).

Sistem pengelolaan sampah harus terintegrasi ke dalam berbagai sektor yang terkait. Pemerintah daerah harus mengikuti pendekatan pembangunan berkelanjutan dalam menyelesaikan masalah sampah, selain itu dampak lingkungan, ekonomi, dan sosial investasi di sektor sampah harus terintegrasi dengan baik. Semua langkah pengelolaan sampah (misalnya: pencegahan/pengurangan, penggunaan kembali, daur ulang, pemulihan, penimbunan) adalah titik keputusan yang relevan dan perlu mengadopsi kerangka kerja pengelolaan sampah analitis yang sesuai (Cucchiella et al., 2014; Behzad *et al.*, 2020). Sampah dihasilkan dari aktivitas manusia dan biasanya dikelola untuk mengurangi dampaknya terhadap kesehatan, lingkungan, atau estetika. Pengelolaan sampah juga dilakukan untuk memulihkan sumber daya alam (*resources recovery*).

Keberhasilan pemilihan dan penerapan metode yang sesuai, kebijakan, dan teknologi dalam pengelolaan sampah bergantung pada banyak tindakan dan proses. Beberapa proses atau tindakan tersebut antara lain adalah karakterisasi limbah (Martínez-Segura et al., 2020; Ugwu et al., 2020); penilaian pengelolaan sampah dan sampah (Behzad *et al.*, 2020); visualisasi sampah (Pomberger et al., 2017); dan penilaian strategi pengelolaan sampah (Zorpas, 2020).

Reduce, Reuse, Recycle (3R) merupakan strategi yang berguna untuk efisiensi yang efisien dan pengelolaan sampah yang efektif karena menganut prinsip pencapaian lingkungan yang berkelanjutan. Beberapa penelitian menggunakan daftar pemeriksaan observasional pada responden yang dianalisis ($n = 545$). Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar responden ($> 80\%$) sadar akan penggunaan limbah padat, daur ulang, dan pengurangan dari sumber dan banyak dari mereka ($> 90\%$) bersedia untuk berpartisipasi dalam skema terkait (Awopetu *et al.*, 2012). Pengelolaan sampah harus dilakukan dari tingkat mikro (rumah tangga) hingga makro (kota). Menuju pengelolaan sampah yang berkelanjutan, 3R dapat berperan penting untuk melindungi lingkungan dari emisi gas rumah kaca dan mengubah sampah menjadi sumber daya yang tidak ternilai harganya (Exposto, 2021). Hasil penelitian lain mengungkapkan bahwa $>72\%$ responden menyadari bahwa sampah padat dapat digunakan kembali, dikurangi,

dan didaur ulang dengan sendirinya cukup menghasilkan hasil yang bermanfaat, dan bernilai ekonomi. Warga membutuhkan sosialisasi dan diskusi tentang bagaimana sampah dapat digunakan kembali dan dikurangi dari sumbernya (Awopetu *et al.*, 2012). Dalam hubungannya dengan pengelolaan limbah yang efektif dan efisien, akan memastikan kualitas lingkungan yang baik dan melindungi manusia dari penyakit lingkungan (Han *et al.*, 2018; Gui *et al.*, 2021).

6.4 Partisipasi Masyarakat dan Nilai Ekonomi Sampah

6.4.1 Partisipasi Masyarakat dalam Pengelolaan Sampah

Menurut Han *et al.* (2018) faktor sosial yang berpengaruh pada pengelolaan sampah adalah kependudukan, pendidikan, dan budaya. Pendidikan tentang lingkungan, pelatihan dan proyek percontohan memainkan peran positif dalam meningkatkan kesadaran masyarakat akan manfaat daur ulang dan pengurangan limbah. Secara umum, praktik yang berkaitan dengan pelestarian dan menghargai alam dan konsumsi hijau mendorong masyarakat untuk mengurangi, menggunakan kembali, dan mendaur ulang sampah dalam kehidupan sehari-hari. Faktor ekonomi meliputi pendapatan dan pengeluaran rumah tangga, struktur energi dan bahan bakar, serta jenis industri. Limbah padat adalah masalah utama yang perlu mendapatkan perhatian, karena pada dasarnya limbah padat lebih mudah untuk di daur ulang.

Daur ulang limbah padat harus diintegrasikan dengan opsi pengelolaan limbah padat lainnya untuk mengurangi degradasi di lingkungan. Hal ini dapat dicapai melalui promosi praktek-praktek yang ekonomis, efisien dan ramah lingkungan dalam mengelola sampah kota. Daur ulang juga dapat dipromosikan dengan mendorong pemisahan pada sumbernya. Cara terbaik untuk memisahkan sampah dari sumbernya dapat dirangsang oleh insentif keuangan, undang-undang dan untuk meningkatkan kesadaran lingkungan (Olukanni & Akinyinka, 2012). Masyarakat dan pemerintah harus saling bekerja sama dalam pengelolaan sampah. Masyarakat umum dan pemerintah memiliki porsi tugas masing-masing dalam pengelolaan sampah.

Sistem partisipasi masyarakat adalah metode yang paling sering disarankan dalam mengelola masalah sampah/limbah padat

rumah tangga, serta keterlibatan pihak swasta dan pemerintah juga dibutuhkan untuk keberlanjutan sistem pengelolaan sampah. Efisiensi operasional dapat dicapai dengan melibatkan sektor swasta dalam skala yang lebih besar bersama dengan masyarakat dan dengan memasukkan penyediaan pembayaran insentif/subsidi kepada mereka sebagai imbalan atas layanan yang diberikan (Chakrabarti et al., 2009). Proses pengelolaan sampah membutuhkan biaya dan pengetahuan, tidak semua lapisan masyarakat mau dan mampu untuk melakukannya. Pengetahuan bisa diberikan melalui edukasi 3R oleh tokoh masyarakat, akademisi dan pemerintah serta lembaga swasta lain. Biaya diperlukan untuk pengklasikasian sampah dan pengangkutan sampah ke TPA. Biaya ini tidak semua lapisan masyarakat mau dan mampu untuk membayar. Kemauan dan kemampuan membayar dipengaruhi oleh faktor pengetahuan, pendidikan, dan ekonomi (Bai & Lin, 2022). Kesiapan masyarakat untuk membayar dan berpartisipasi dalam pengelolaan sampah berkelanjutan merupakan dasar keberhasilan pengelolaan sampah domestik (Daq et al., 2020; Severi et al., 2022). Upaya untuk meningkatkan partisipasi masyarakat dengan memberikan edukasi dan manfaat pengelolaan sampah, salah satunya adalah nilai ekonomi sampah.

6.4.2 Nilai Ekonomi Sampah

Sampah memiliki nilai ekonomi yang maksimal jika dilakukan daur ulang yang benar dan tepat, misalnya dengan menjual barang bekas, mendaur ulang limbah rumah tangga menjadi pupuk organik atau pemanfaatan kembali produk bekas. Ada puluhan item sampah yang masih memiliki nilai jual. Penjualan barang bekas merupakan mata pencaharian alternatif; pelaku terbanyak berasal dari sektor informal. Orang biasa kadang langsung pergi ke depo barang bekas untuk menjual “sampah”, tapi semakin banyak pemulung yang mengumpulkan sampah dari masyarakat kemudian menjualnya ke depo. Orang biasa biasanya menjual barang bekas yang “bernilai” jika barang bekas tersebut sudah menumpuk di rumah tetapi frekuensinya tidak teratur (Nizar et al., 2019).

Pengumpul sampah (kolektor) selama ini masih secara konvensional dalam menjalankan usahanya, bekerja secara mandiri,

tidak mengontrak pihak tertentu untuk memperoleh persediaan barang bekas secara teratur. Kolektor memiliki beberapa orang terpercaya yang rutin menjual barang bekasnya kepadanya. Bahkan pemulung, asalkan harganya cocok, mereka siap melepas barangnya, murni urusan bisnis (Sarja, 2020). Sebagian para kolektor masih sangat sedikit mendapatkan pembinaan dari instansi terkait. Jenis sampah yang paling banyak ditemukan adalah sampah plastik. Harga sampah plastik sangat ditentukan oleh pasar global dan harga minyak mentah. Rencana pemerintah Indonesia untuk menerapkan pajak plastik dan impor plastik dapat berdampak pada harga sampah plastik. Industri plastik daur ulang sangat bergantung pada dua hal tersebut. Bisnis plastik bekas sangat rentan terhadap fluktuasi harga (Didi, 2018). Salah satu cara untuk mengatasi fluktuasi harga adalah dengan meningkatkan nilai barang dengan mengolahnya sebelum dijual kembali, yaitu dengan cara memotong plastik menjadi bijih plastik yang bernilai lebih tinggi.

Plastik bekas seperti botol plastik bening, botol minyak, gelas minum, dll, sekitar 9-10 jenis plastik bekas dapat diperdagangkan. Kolektor akan menyortir barang yang mereka terima sebelum dipotong atau diubah menjadi bijih plastik. Memotong plastik menjadi serpihan-serpihan kecil lebih ekonomis karena membuat volume material lebih padat sehingga barang yang dikirim lebih banyak dengan biaya pengiriman yang sama. Bisnis barang bekas sama dengan bisnis lainnya, memiliki resiko. Namun seringkali bangkrutnya usaha barang bekas bukan karena rugi usaha melainkan karena pengelolaan usaha yang kurang baik. Selama ini usaha pencacahan plastik memiliki prospek yang sangat baik selama belum ada bahan lain selain plastik. Semua jenis sampah plastik terutama dijual hanya dengan nilai ekonomi yang berbeda. Tabel 6.1 menunjukkan rata-rata harga bahan plastik bekas di Indonesia, harga bahan plastik bekas di setiap kota bisa saja berbeda, bahkan bisa berbeda pada setiap kolektor meskipun dalam satu kota. Kolektor bekas juga harus mengeluarkan biaya lebih untuk biaya pembersihan dan penyortiran plastik bekas.

Tabel 6.1 : Harga Sampah Anorganik

No	Deskripsi	Harga beli (Rp/Kg)	Keterangan
1	Botol Plastik (PET), kotor, label belum dibuang	1500	
	Botol Plastik (PET), kotor, label sudah dibuang	2700-3000	
	Setelah disortir: Botol bersih Botol biru	2000 3000-3200	
2	Botol berwarna	1000	Harga murah karena berwarna
3	Gelas Plastik (PP) Kualitas: A1 A2 A3	2000-2500 6500 4000 2000-2500	
4	Gelas Plastik Putih	1000-2000	
5	HD Plastik, contoh plastik refill minyak goreng, shampoo/sabun, dll	3500-4500	
6	Plastik Atom Berwarna, contoh kursi plastik,dll	2500-2800	
7	Pipa Paralon	1200	
8	Tas Plastik (Kresek): Plastik HD Plastik PE (bersih) Plastik PE (kotor)	 800 5000 1500	
9	Kertas Kardus	500-1100	
10	Kertas	500	
11	Kaleng	400	
12	Karet	400	

Sumber : Berbagai sumber (Nizar *et al.*, 2019; Rachman, Komalasari and Hutagalung, 2021; Miftahorrozi, Khan and Bhatti, 2022)

Salah satu kendala usaha daur ulang plastik adalah sulitnya mendapatkan informasi harga terbaru karena harga plastik sangat mudah menguap. Perubahan harga bisa terjadi per minggu karena laju bahan baku plastik dipengaruhi oleh harga minyak dunia dan impor bijih plastik dari China. Oleh karena itu diperlukan kebijakan impor yang tepat untuk melindungi biaya plastik daur ulang dalam

negeri. Pasokan plastik bekas dari masyarakat relatif stabil, dan sumbernya dapat berasal dari berbagai tempat seperti pasar, tempat pembuangan sampah sementara, dan lain-lain. Aparat pemerintah yang bekerja mengangkut sampah juga bisa mengumpulkan sampah, pemulung juga mendapat rezeki dari sampah. Perputaran sampah begitu lancar sehingga banyak orang mendapatkan manfaat ekonomi dari sampah plastik. Namun mengumpulkan sampah plastik bekas membutuhkan usaha ekstra. Plastik bekas karena ringan sehingga membutuhkan banyak plastik bekas untuk mencapai nilai ekonomisnya.

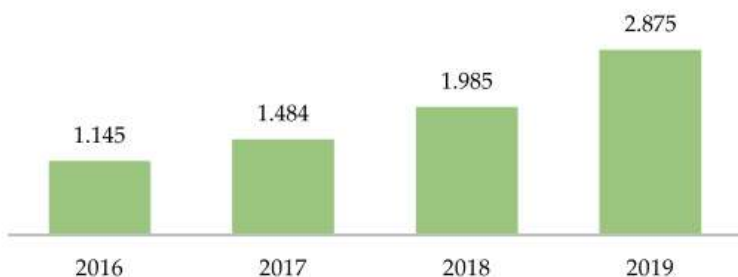
Bahan bekas lainnya yang juga sering menjadi limbah dan memiliki nilai adalah logam. Seiring waktu, jenis logam tertentu semakin sulit ditemukan, terutama sejak perkembangan teknik material yang semakin maju. Banyak bahan logam telah berubah menjadi bahan yang lebih murah. Misalnya, sekarang bahan serat optik yang dulunya terbuat dari kuningan kini dari bahan plastik. Perkembangan kinerja material telah mengurangi keragaman material logam. Jenis plastik dan besi semakin banyak, sedangkan bahan yang terbuat dari kuningan dan tembaga semakin berkurang. Logam seng masuk ke dalam jenis logam besi berkualitas rendah oleh para kolektor, sehingga harganya pun murah. Beberapa barang bekas yang dulunya memiliki nilai ekonomis namun karena perkembangan material, kini semakin tidak berharga. Sebagai contoh, kulit sintetis bekas atau Spartacus yang sekarang harganya sangat murah, sehingga pemulung kurang tertarik untuk mencarinya. Sedangkan harga kertas bekas stabil karena permintaan dan penawarannya selalu ada. Mungkin dalam lima atau 10 tahun, kondisi ini bisa berubah karena kemajuan teknologi yang semakin *paperless*.

Diskusi diatas lebih banyak membahas nilai ekonomi sampah anorganik, lalu bagaimana dengan sampah organik ?. Sampah organik tentu saja juga memiliki nilai ekonomi. Hanya saja memang diperlukan proses pengolahan yang lebih panjang. Sampah organik bisa dibuat untuk kompos, tambahan pakan ternak, biogas, kerajinan tangan . Beberapa hasil olahan sampah organik bisa digunakan untuk mencukupi kebutuhan pribadi (menghemat biaya), sekaligus bisa di jual (menghasilkan uang/menambah pendapatan). Bahkan beberapa negara maju telah

mengolah sampah organik dengan karakteristik tertentu untuk menghasilkan barang pengganti plastik, hal ini tentu saja membutuhkan teknologi dan penelitian yang lebih lanjut.

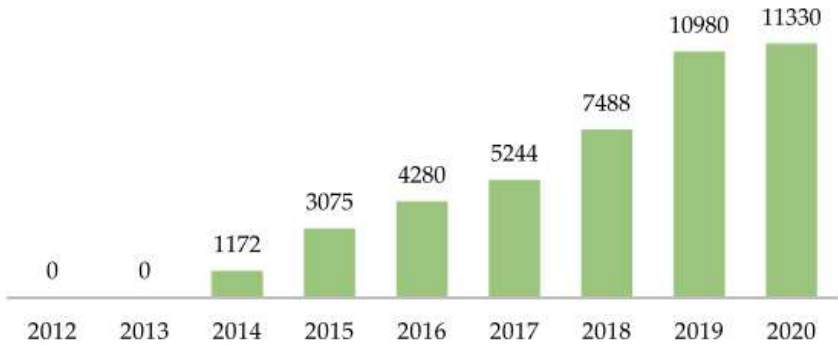
6.4.3 Nilai Ekonomi Bank Sampah

Nilai ekonomi dan kontribusi bank sampah secara nasional ditunjukkan pada Gambar 6.1-6.3 di bawah ini. Pertumbuhan nilai ekonomi di Bank Sampah tampaknya cukup lambat selama periode tersebut karena sebagian masyarakat Indonesia tidak mendukung konsep pengelolaan bank sampah, dan sebagian besar masyarakat tidak mempedulikan pencemaran lingkungan yang ada di sekitarnya. Untuk itu, pemerintah Indonesia berupaya keras mengedukasi masyarakat tentang nilai bank sampah melalui berbagai inisiatif. Gambar 6.2 di bawah menunjukkan jumlah bank sampah dari tahun 2014 hingga tahun 2020. Dari waktu ke waktu terus meningkat, mulai dari tahun 2014 sebanyak 1.172 bank sampah pada tahun 2014, diikuti oleh 3.075 unit pada tahun 2015, dan meningkat menjadi 11.330 bank sampah pada Juli 2020 (Usis, 2021). Jumlah bank sampah di tahun 2020 terus bertambah meskipun di tengah pandemi COVID-19 karena masyarakat masih tertarik untuk menyetorkan bahan sampah yang bersumber dari rumah tangganya dan harus memiliki pekerjaan, sehingga mereka ikut serta dalam bank sampah tersebut. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia mengembangkan konsep bank sampah di beberapa provinsi, antara lain Jawa, Sumatera, Kalimantan, Maluku, Bali, dan Sulawesi.

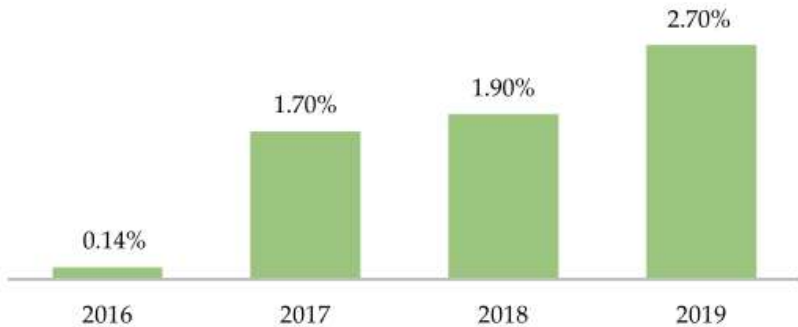


Gambar 6.1 : Nilai ekonomi bank sampah (2016–2019) dalam miliaran rupiah, menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia.

(Sumber: Miftahorrozi et al., 2022)



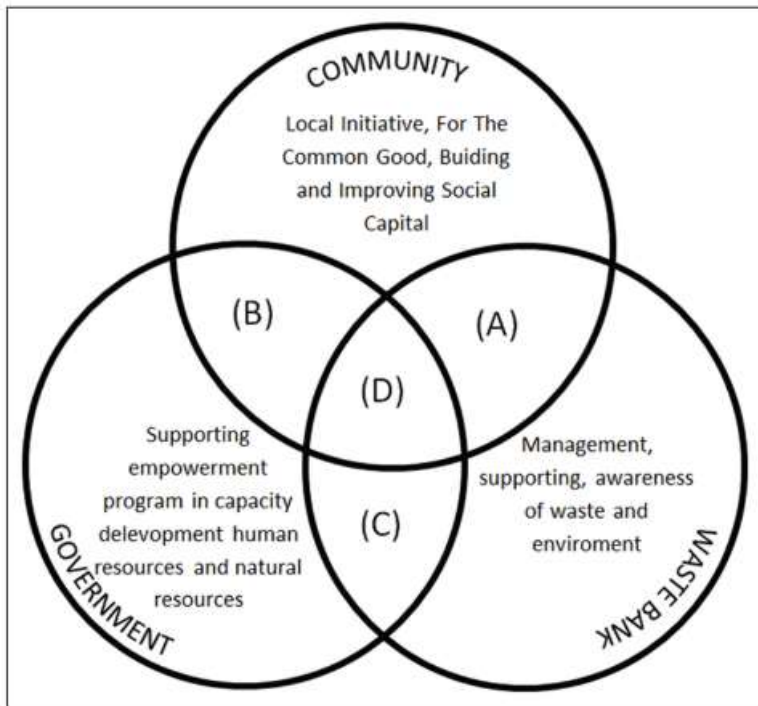
Gambar 6.2 : Jumlah bank sampah di Indonesia tahun 2014-2020
(Sumber: Miftahorrozi et al., 2022;)



Gambar 6.3 : Kontribusi bank sampah terhadap perekonomian Indonesia (2016–2019)
(Sumber: Miftahorrozi et al., 2022)

Gambar 6.3. di atas menunjukkan kontribusi bank sampah secara nasional terhadap ekonomi Indonesia berdasarkan produk domestik bruto (PDB) dari 2016 hingga 2019. Secara keseluruhan, grafiknya tetap konsisten atau tumbuh dari tahun ke tahun, dari 0,14% pada 2016 menjadi 2,70% pada tahun terakhir yang didokumentasikan di tahun 2019. Pola pengembangan melalui bank sampah ini tidak hanya menggalang inisiatif lokal dari masyarakat tetapi membutuhkan sinergi dari masyarakat, bank sampah, dan pemerintah. Menurut Wulandari et al (2017) sinergi Masyarakat, Bank Sampah, dan Pemerintah Daerah diwujudkan

dalam penyadapan (A), (B), (C) dan (D). Intercept (A) menunjukkan kerjasama antara Masyarakat dan Bank Sampah. Kerjasama tersebut diwujudkan dalam upaya mendukung dan berpartisipasi dalam upaya pengelolaan sampah melalui program bank sampah. Melalui partisipasi tersebut tidak hanya menguntungkan dari sisi ekonomi, pemberdayaan ekonomi lokal tetapi juga dari segi lingkungan dan sosial. Gambar 6.4 menunjukkan pola pengembangan ekonomi lokal melalui bank sampah tidak hanya berbasis individu tetapi perlu sinergi antara masyarakat, bank sampah dan pemerintah melalui model triple helix di bawah ini.



Gambar 6.4 : Pola Sinergi Antara Masyarakat, Bank Sampah dan Pemerintah

(Sumber: di adopsi dari Witjaksono (2014), dalam Wulandari et al (2017))

Intercept (B) merupakan hubungan kolaboratif dan kerjasama masyarakat dengan pemerintah dan masyarakat serta merupakan bentuk partisipasi aktif masyarakat/masyarakat dalam upaya mendukung Program Pemerintah dalam program pemberdayaan ekonomi lokal dan lingkungan. Sebaliknya,

dukungan Pemerintah kepada masyarakat diwujudkan dalam mendukung program peningkatan sumber daya manusia dalam bentuk pendampingan, pelatihan, dan sosialisasi. Intercept (C) merupakan kerjasama antara bank sampah dan Pemerintah. Hal ini diwujudkan dalam kolaborasi dalam mewujudkan ekonomi lokal, pemberdayaan masyarakat, dan juga model alternatif untuk mengatasi masalah sampah, sosial dan ekonomi. Intercept (D) merupakan kerjasama pihak ketiga (masyarakat, bank sampah, dan pemerintah) dalam mewujudkan peningkatan perekonomian daerah. Melalui sinergi unsur-unsur tersebut, program pemberdayaan ekonomi menjadikan masyarakat lebih mandiri dan meningkatkan ekonomi, sosial dan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Awopetu, M. *et al.* 2012. 'Residents' Knowledge of Waste Reduction, Reusing and Recycling in Makurdi Metropolis, Nigeria', *WIT Trans. Ecol. Environ.*, pp. 51–59. Available at: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=lv1vD2oAAAAJ&citation_for_view=lv1vD2oAAAAJ:8k81kl-MbHgC (Accessed: 30 September 2022).
- Bai, R. and Lin, B. 2022. 'Are residents willing to pay for garbage recycling: Evidence from a survey in Chinese first-tier cities', *Environmental Impact Assessment Review*. Elsevier Inc., 95. doi: 10.1016/j.eiar.2022.106789.
- Behzad, Masoud *et al.* 2020. 'A Comparative Assessment of Solid Waste Management Performance in the Nordic Countries Based on BWM-EDAS', *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 266. doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2020.122008.
- Chakrabarti, Snigdha, Majumder, A. and Chakrabarti, Subhendu 2009. 'Public-community participation in household waste management in India: An operational approach', *Habitat International*. Pergamon, 33(1), pp. 125–130. doi: 10.1016/J.HABITATINT.2008.05.009.
- Cucchiella, F., D'Adamo, I. and Gastaldi, M. 2014. 'Strategic municipal solid waste management: A quantitative model for Italian regions', *Energy Conversion and Management*, 77, pp. 709–720. Available at: https://www.academia.edu/12626909/Strategic_municipal_solid_waste_management_A_quantitative_model_for_Italian_regions (Accessed: 30 September 2022).
- Daq, M. F. and Suryadharma, P. 2020. 'Analisis Pengelolaan Sampah dan Willingness To Pay (WTP) Masyarakat di Desa Purwasari (Waste Management Analysis And Locals Willingness To Pay (WTP) in Purwasari Village)', *Jurnal Pusat Inovasi*, 2(5), pp. 754–762.
- Department for Environment, F. and R. A. L. 2011. 'The Economics of Waste and Waste Policy', in, p. 42. Available at: [www.defra.gov.uktel:02072386000Website:www.defra.gov.uk http://www.opsi.gov.uk/click-use/value-added/licence-information/index.htm](http://www.opsi.gov.uk/click-use/value-added/licence-information/index.htm).

- Didi. 2018. Indonesia Terancam Jadi Pengimpor Sampah plastik Terbesar di Dunia. Retrieved July 18, 2018, from <https://www.gatra.com/rubrik/ekonomi/320610-Inaplas:-Kebijakan-Cukai-Kemasan-Plastik-Tidak-Efektif-Kurangi-Sampah>
- Exposto, L. A. S. M. 2021. 'Domestic Waste Characteristics and the Management Systematic Review', *International Journal of Health & Medical Sciences*, 4(June), pp. 253–259.
- Gui, J. *et al.* 2021. 'Microplastics in composting of rural domestic waste: abundance, characteristics, and release from the surface of macroplastics', *Environmental pollution (Barking, Essex: 1987)*. Environ Pollut, 274. doi: 10.1016/J.ENVPOL.2021.116553.
- Han, Z. *et al.* 2018. 'Influencing factors of domestic waste characteristics in rural areas of developing countries', *Waste management (New York, N.Y.)*. Waste Manag, 72, pp. 45–54. doi: 10.1016/J.WASMAN.2017.11.039.
- Hasan, M. M. and Rahman, M. H. 2018. 'Assessment of Healthcare Waste Management Paradigms and Its Suitable Treatment Alternative: A Case Study'. doi: 10.1155/2018/6879751.
- Martínez-Segura, M. A., Vásconez-Maza, M. D. and García-Nieto, M. C. 2020. 'Volumetric characterisation of waste deposits generated during the production of fertiliser derived from phosphoric rock by using LiDAR and electrical resistivity tomography', *Science of The Total Environment*. Elsevier, 716, p. 137076. doi: 10.1016/J.SCITOTENV.2020.137076.
- Miftahorrozi, M., Khan, S. and Bhatti, M. I. 2022. 'Waste Bank-Socio-Economic Empowerment Nexus in Indonesia: The Stance of Maqasid al-Shari'ah', *Journal of Risk and Financial Management*, 15(7). doi: 10.3390/jrfm15070294.
- Nizar, M. *et al.* 2019. 'Examining the Economic Benefits of Urban Waste Recycle Based on Zero Waste Concepts', in. Atlantis Press, pp. 300–309. doi: 10.2991/AGC-18.2019.47.
- Olukanni, D. O. and Akinyinka, M. O. 2012. 'Environment, Health and Wealth: Towards an Analysis of Municipal Solid Waste Management in Ota, Ogun State, Nigeria', *Proc. ICCEM*, pp. 138–145.

- Pomberger, R., Sarc, R. and Lorber, K. E. 2017. 'Dynamic visualisation of municipal waste management performance in the EU using Ternary Diagram method', *Waste management (New York, N.Y.)*. Waste Manag, 61, pp. 558–571. doi: 10.1016/J.WASMAN.2017.01.018.
- Rachman, I., Komalasari, N. and Hutagalung, I. R. 2021. 'Community Participation on Waste Bank To Facilitate Sustainable Solid Waste Management in a Village', *Journal of Environmental Science and Sustainable Development*, 4(2), pp. 327–345. doi: 10.7454/jessd.v4i2.1123.
- Sarja. 2020. 'Sampah Melimpah Sebagai Sumber Kekuatan Ekonomi Para Pemulung', *Madaniyah*, 10(1), pp. 1–14. Available at: <https://journal.stitpemalang.ac.id/index.php/madaniyah/article/view/4>.
- Severi, G. *et al.* 2022. 'Public Willingness to Pay for and Participate in Sanitation Infrastructure Improvement in Western China's Rural Areas', *Public Health / www.frontiersin.org*, 1, p. 788922. doi: 10.3389/fpubh.2021.788922.
- Ugwu, C. O., Ozoegwu, C. G. and Ozor, P. A. 2020. 'Solid waste quantification and characterization in university of Nigeria, Nsukka campus, and recommendations for sustainable management', *Heliyon*. Elsevier, 6(6), p. e04255. doi: 10.1016/J.HELİYON.2020.E04255.
- Usis, T. 2021. *Sampah Amanah Rupiah*. 1st edn. Deputy Bidang Koordinasi Pengelolaan Lingkungan dan Kehutanan, Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi. Available at: https://maritim.go.id/konten/unggah/2021/04/BUKU-BANK-SAMPAH-021121_complete.pdf.
- Wulandari, D., Utomo, S. H. and Narmaditya, B. S. 2017. 'Waste bank: Waste management model in improving local economy', *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(3), pp. 36–41.
- Zorpas, A. A. 2020. 'Strategy development in the framework of waste management', *Science of The Total Environment*. Elsevier, 716, p. 137088. doi: 10.1016/J.SCITOTENV.2020.137088.

BAB 7

KONSEP PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK

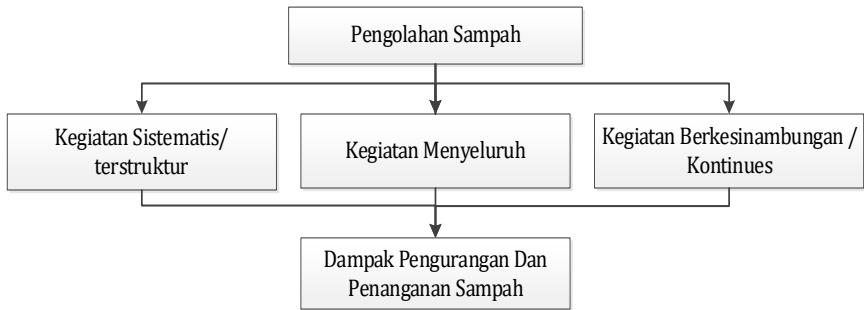
Oleh Mochammad Imam Indra Gumirat

7.1 Pendahuluan

Sampah yang telah dikumpulkan di suatu lokasi seperti tempat pembuangan sementara (TPS), tempat pembuangan akhir (TPA) dan tempat penampungan sementara *reuse reduce*, dan *recycle* (TPS 3R) haruslah diolah sehingga sampah yang dikumpulkan tidak mengalami penumpukan dan menjadi tempat berkembangbiaknya penyakit. Didalam pengolahan sampah ini, pemerintah Indonesia memiliki peran dan dukungan didalam memecahkan permasalahan pengolahan sampah ini. Hal ini dapat di lihat dari peraturan pemerintah dari undang-Undang Republik Indonesia No.18, (2008) tentang Pengelolaan Sampah; Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 03, (2013) tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga; peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.27, (2020) tentang Pengelolaan Sampah Spesifik; Peraturan Mentri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.14, (2021) tentang Pengelolaan Sampah Pada Bank Sampah; Peraturan Mentri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.06, (2022) tentang Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. Peraturan-peraturan tersebut dibuat untuk regulasi bagi masyarakat Indonesia didalam menanggulangi probrematika permasalahan sampah.

Pengelolaan sampah berdasarkan Peraturan Mentri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.14, (2021) merupakan suatu kegiatan yang sistematis atau terstruktur, menyeluruh, serta berkesinambungan yang terdiri atas pengurangan dan penanganan sampah. Dari definisi pengolahan sampah tersebut dapat diketahui bahwa haruslah terdiri atas tiga hal yaitu

1. adanya kegiatan yang sistematis atau terstruktur didalam pengolahan sampah
2. adanya kegiatan yang menyeluruh didalam pengolahan sampah dan
3. adanya kegiatan yang berkesinambungan atau kontinuas didalam pengolahan sampah.



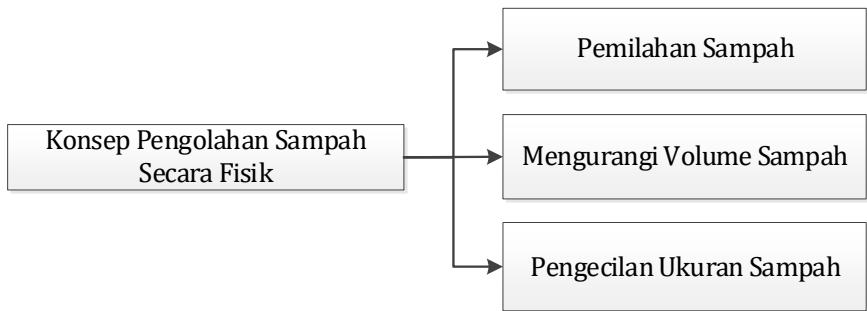
Gambar 7.1 : Sistematis pengolahan sampah

Pada kegiatan pengolahan sampah tersebut, diharapkan akan memiliki dua dampak penting didalam pengolahan sampah yaitu adanya dampak pengurangan sampah dan adanya dampak penanganan sampah. Untuk mengoptimalkan dampak dari kegiatan pengolahan sampah ini diperlukan teknik atau metode dalam pengolahan sampah. Pada bab ini akan di bahas beberapa teknik didalam pengolahan sampah, sehingga dampak dari pengurangan sampah dan penanganan sampah dapat dirasakan secara optimal dan efisien.

7.2 Pengolahan Sampah Secara Fisik

Pengolahan sampah secara fisik merupakan pengolahan sampah dengan menggunakan tiga konsep yaitu pengolahan sampah dengan konsep memilah sampah, pengolahan sampah dengan konsep mengurangi volume sampah dan pengolahan sampah dengan konsep pengecilan ukuran sampah. Pengolahan sampah dengan konsep memilah sampah merupakan pengolahan sampah yang dipilah berdasarkan jenis sampahnya. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.14, (2021), jenis sampah terdiri atas lima katagori yaitu sampah yang mudah

terdegradasi atau terurai oleh lingkungan, sampah yang memiliki potensi dapat di daur ulang, sampah yang memiliki kandungan bahan berbahaya dan beracun (B3) dan limbah bahan berbahaya dan beracun (LB3), sampah yang memiliki potensi dapat digunakan kembali dan sampah jenis lainnya.



Gambar 7.2 : Konsep pengolahan sampah secara fisik

Pemilahan sampah dapat dilakukan dengan metode manual. Pemilahan sampah ini dilakukan dengan memasukkan jenis sampah berdasarkan katagorinya kedalam masing-masing tempat sampah yang telah dikhususkan. Misalnya sampah yang dapat didaur ulang dimasukkan kedalam tempat sampah yang khusus menampung sampah yang dapat didaur ulang, begitu juga dengan jenis sampah yang dapat terdegradasi atau terurai oleh lingkungan, dimasukkan kedalam tempat sampah yang khusus tempat penampungan sampah yang dapat terurai atau terdegradasi oleh lingkungan. Fungsi dari pemilahan sampah ini untuk mengetahui tindakan lanjutan yang dapat dilakukan terhadap masing-masing jenis sampah sampah.

Pengolahan sampah dengan konsep mengurangi volume sampah secara fisik yaitu dengan cara memadatkan sampah dengan bentuk tertentu menggunakan alat bertekanan. Tujuan dari memperkecil volume sampah dengan pengempresan adalah untuk mempermudah didalam penyimpanan sampah, pengangkutan sampah dan pembuangan sampah. Selain itu Teknik pengempresan sampah ini dapat menghemat biaya pengangkutan sampah dan biaya pembuangan sampah. Beberapa contoh jenis sampah yang dapat dilakukan konsep ini adalah sampah logam (seperti kaleng),

sampah organik (seperti kertas, kardus, daun-daunan), dan sampah plastik.

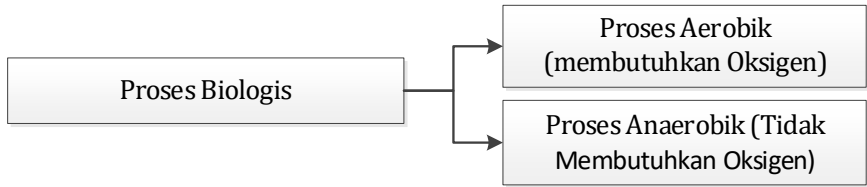
Pengolahan sampah dengan konsep pengecilan ukuran sampah dilakukan dengan menggunakan alat pencacah sampah. Tujuan dari pengecilan ukuran sampah ini memperkecil volume sampah dan memperluas luas kontak sampah sehingga dapat mempercepat laju degradasi atau penguraian sampah secara alami.

7.3 Pengolahan Sampah Secara Biologis

Pengolahan sampah secara biologis merupakan pengolahan sampah dengan memanfaatkan bantuan makroorganisme dan mikroorganisme. Makroorganisme dan mikroorganisme ini yang akan membantu didalam mendegradasi atau mengurai sampah organik maupun anorganik. Salah satu contoh penguraian sampah organik dengan makroorganisme adalah mengolah sampah dengan menggunakan manggot dari lalat tentara (*black soldier fly* / BSF) atau dengan jamur tiram. Pengolahan sampah anorganik yang sekarang banyak dikembangkan adalah dengan cara memanfaatkan ulat jerman didalam mengurangi sampah styrofoam.

Pengolahan sampah organik yang menggunakan bantuan mikroorganisme seperti proses degradasi senyawa organik menjadi kompos atau pupuk organik padat. Selain itu mikroorganisme dapat berperan didalam mendegradasi senyawa organik menjadi pupuk organik cair maupun menjadi biogas dalam bentuk gas metana. Secara umum, degradasi sampah organik dapat terjadi melalui dua proses yaitu proses aerobik dan proses anaerobik. Proses aerobik merupakan proses degradasi atau penguraian sampah organik dengan bantuan oksigen. Salah satu proses ini adalah proses didalam pembuatan pupuk secara aerobik.

Proses anaerobik merupakan proses degradasi atau penguraian sampah organik tanpa kehadiran oksigen. Adanya oksigen didalam proses anaerobik dapat menghambat dan menghentikan laju proses didalam dengradasi atau penguraian senyawa organik. Salah satu contoh proses anaerobik didalam pengolahan sampah adalah proses pembuatan biogas dengan bahan baku sampah organik.



Gambar 7.3 : Proses pengolahan sampah secara biologis

7.4 Pengolahan Sampah Secara Kimia

Pengolahan sampah secara kimia merupakan pengolahan sampah dengan cara pembakaran. Cara pembakaran ini dapat menggunakan alat pembakaran seperti pirolisis maupun alat insenerator. Sampah dibakar dengan insenerator dapat dimanfaatkan sumberpanasnya untuk mengubah air menjadi uap air. Uap air ini yang akan digunakan untuk menggerakkan turbin untuk menghasilkan listrik didalam generator. Konsep ini dikenal sebagai *refused derived fuel* (RDF). Namun kebanyakan sampah hanya di bakar di tempat TPS atau TPA. Hasil pembakaran ini akan menghasilkan gas $\text{CO}_{2(g)}$, $\text{CO}_{(g)}$, $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ dan arang atau abu. Arang dan abu ini dapat menjadi sumber hara bagi tanah atau sering disebut dengan biochar.

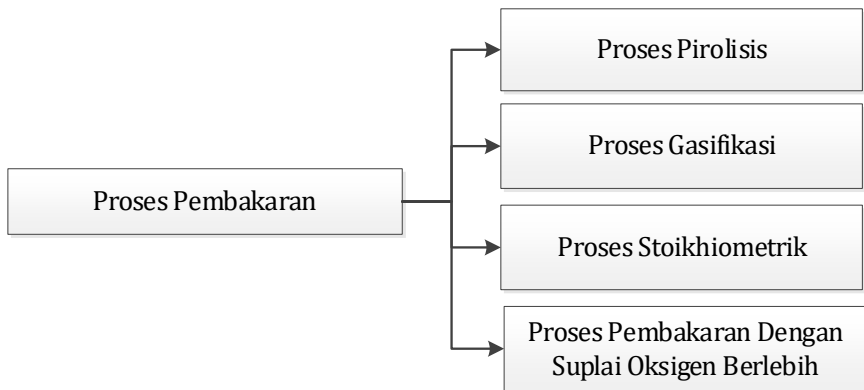
Proses pembakaran sampah tergantung dari karakteristik sampah serta komposisi sampah yang akan dibakar. Proses pembakaran sampah ini dikatagorikan menjadi tiga yaitu:

1. Sampah yang memiliki kadar air. Semakin rendah kadar air suatu sampah maka proses pembakaran akan semakin mudah,
2. Ukuran sampah. Semakin kecil ukuran sampah akan semakin besar luas kontak dari sampah. Hal ini akan menyebabkan sampah akan mudah terbakar.
3. Nilai kalor sampah. Semakin besar nilai kalor dari sampah maka akan semakin mudah proses pembakaran terjadi.

Pembakaran sampah juga dipengaruhi oleh jenis pembakaran yang akan dibyang akan dilakukan. Berdasarkan jenis pembakaran sampah, proses pembakaran dibagi menjadi empat jenis yaitu:

1. Proses pirolisis. Proses ini merupakan proses pembakaran pada suhu tinggi tanpa kehadiran dari udara atau oksigen.

2. Proses gasifikasi. Proses ini merupakan proses pembakaran dengan proses parsial dan pada kondisi substoikiometrik.
3. Proses Stoikiometrik. Proses ini merupakan proses pembakaran pada suhu tinggi dengan adanya penambahan atau suplai dari udara atau oksigen yang sesuai dengan kebutuhan sehingga dihasilkan pembakaran sempurna.
4. Proses pembakaran dengan suplai oksigen berlebih. Proses ini merupakan pembakaran dengan suhu tinggi dengan penambahan atau suplai oksigen atau udara yang berlebih. Proses ini juga akan menghasilkan pembakaran sempurna.

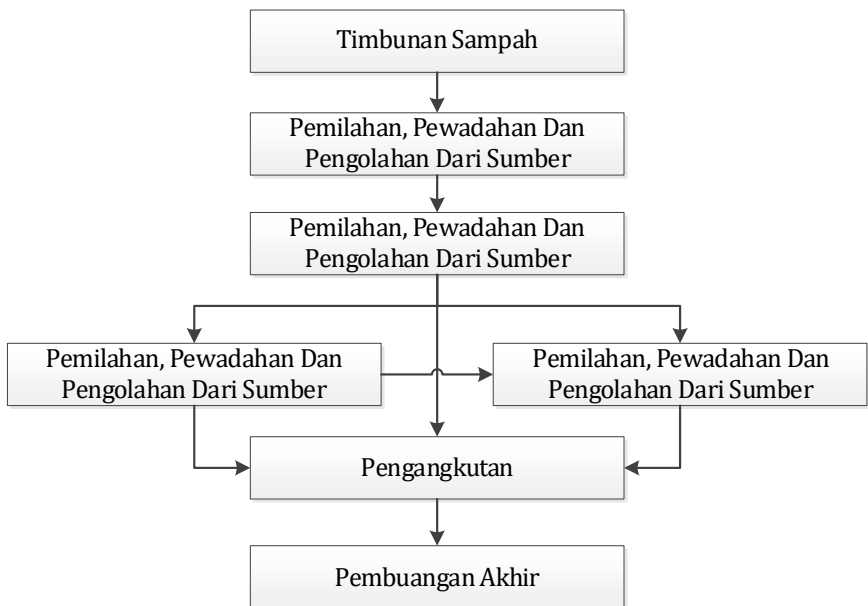


Gambar 7.4 : Jenis proses pembakaran sampah

7.5 Teknik didalam Pengoperasionalan Sampah

Pengelolaan sampah terdapat Teknik didalam pengoperasionalkan pengelolaan sampah. Teknik operasional pengolahan sampah ini bertujuan didalam standar operational proses (SOP) didalam mengolah sampah. Teknik operasional sampah ini dimulai dari pemilahan sampad didalam wadah khusus sesuai dengan jenis sampah yang akan dipilah. Pemilahan ini juga berfungsi untuk memudahkan jenis sampah mana saja yang dapat diolah Kembali dari sumber dihasilkannya sampah atau diolah di tempat TPS atau TPA atau TPS 3R. Setelah dilakukan pemilahan maka dilakukan proses pengumpulan sampah. Pengumpulan sampah ini bertujuan untuk memudahkan proses pengangkutan atau pemindahan sampah.

Didalam proses pengumpulan sampah, akan terdapat dua jenis sampah secara umum yaitu, jenis sampah yang dapat diolah ditempat sumber pengumpulan dan sampah yang tidak dapat diolah di tempat sumber pengumpulan. Sampah yang tidak dapat diolah selanjutnya diangkut untuk menuju tempat pembuangan akhir sampah (TPA). Didalam pengelolaan sampah dengan jenis sampah B3, maka sampah jenis ini akan dikelola khusus sesuai dengan aturan pengolahan sampah LB3. Gambar 7.5 memperlihatkan alur didalam teknik pengoperasian pengelolaan sampah.



Gambar 7.5 : Alur teknik pengoperasian pengelolaan sampah

Terdapat faktor-faktor didalam sistem pengolahan sampah didalam teknik pengolahan sampah. Faktor-faktor yang mempengaruhi tersebut berupa (SNI 19-2454-2002, 2002)

1. Jumlah penduduk atau kepadatan pendudukan dan area penyebarannya,
2. Karakteristik social ekonomi penduduk dan sifat fisik lingkungan,
3. Karakteristik sampah
4. Timbulan sampah

5. Budaya perilaku dan sikap masyarakat
6. Jarak lokasi tempat pembuangan sampah dengan sumber sampah
7. Sarana pengumpulan sampah,
8. Sarana pengangkutan sampah
9. Sarana pengolahan sampah
10. Tempat pembuangan akhir sampah
11. Biaya retrebusi sampah
12. Peraturan yang berlaku di daerah penghasil sampah.

7.5 Teknik Daur Ulang Sampah.

Sampah yang telah dikumpulkan di TPS atau TPA dilakukan proses pengolahan berupa daur ulang. Proses daur ulang ini merupakan proses yang terdiri dari pemisahan, pengumpulan, penjualan kembali sampah yang masih memiliki nilai ekonomis atau mengubah sampah menjadi suatu produk yang memiliki nilai jual atau ekonomis. Didalam pengolahan sampah menjadi suatu produk yang bernilai ekonomis, terdapat enam hirarki pengolahan sampah yaitu (BPSDM PU, 2018)

1. Pencegahan timbulnya sampah
Pencegahan timbulnya sampah dapat dilakukan dengan metode mengurangi konsumsi secara berlebihan atau menggunakan tempat pembungkus makanan dari kain sehingga dapat digunakan kembali serta mencegah timbulnya sampah plastik.
2. Meminimalisasi sampah
Meminimalisasi sampah dapat dilakukan dengan menggunakan produk atau kemasan yang dapat dimanfaatkan kembali, menggunakan produk yang dapat diisi ulang (*refill*), memilah sampah yang dapat didaur ulang sehingga dapat dimanfaatkan kembali.
3. Penggunaan kembali sampah
Penggunaan kembali sampah dapat berupa menggunakan barang bekas yang masih layak digunakan untuk fungsi atau kegunaan yang sama maupun berbeda dan mengumpulkan barang bekas serta memberikannya kepada pihak yang membutuhkannya.

4. Mendaur ulang sampah

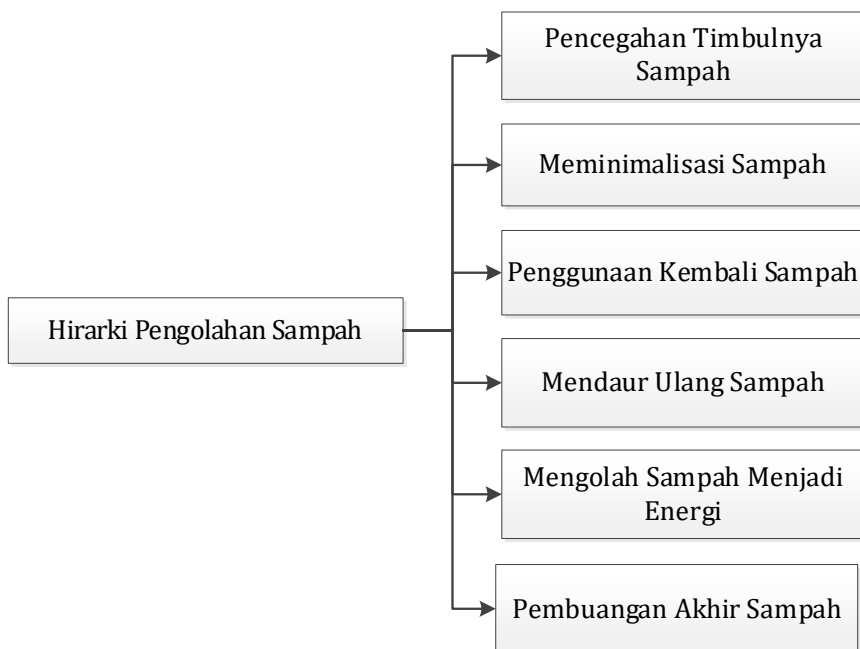
Mendaur ulang sampah dapat berupa mengubah sifat maupun bentuk sampah dengan proses fisika atau biologis atau kimiawi sehingga menghasilkan suatu produk yang memiliki nilai jual dan nilai ekonomis, misalnya mengolah sampah organik menjadi pupuk organik padat atau pupuk organik cair dapat juga mengolah sampah organik menjadi sumber energi seperti bioagas.

5. Mengolah sampah menjadi energi

Mengolah sampah menjadi energi seperti mengolah sampah organik dengan menggunakan bakteri metanogen sehingga menghasilkan gas metana yang dapat digunakan sebagai sumber energi. Selain itu, mengolah sampah anorganik seperti plastic dengan proses pembakaran di insenerator yang akan menghasilkan sumber panas untuk menguapkan air. Uap air ini digunakan sebagai penggerak generator turbin sehingga dapat menghasilkan sumber listrik.

6. Pembuangan akhir sampah

Pembuangan akhir sampah merupakan tahap terakhir dari proses pengolahan sampah. Pembuangan akhir ini dilakukan di tempat TPS atau TPA.



Gambar 7.6 : Hirarki Pengolahan Sampah

DAFTAR PUSTAKA

- BPSDM PU. 2018. 'Modul 02 – Pengantar Pengolahan Sampah', *Pengolahan Sampah Dengan Konsep Waste To Energy*, P. 6. Available At: https://bpsdm.pu.go.id/Center/Pelatihan/Uploads/Edok/2019/04/E34ac_9_Modul_Insinerasi.Pdf.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 03/Prt/M/2013. 2013. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 03/Prt/M/2013 Tentang Penyelenggaraan Prasarana Dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga*.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan No.06. 2022. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2022 Tentang Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional*. Indonesia.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan No.14 2021. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2021 Tentang Pengelolaan Sampah Pada Bank Sampah*. Indonesia.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.27. 2020. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2020 Tentang Pengelolaan Sampah Spesifik*, Peraturan Pemerintah. Indonesia.
- SNI 19-2454-2002. 2002. *SNI 19-2454-2002 Tentang Tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan*.
- Undang-Undang Republik Indonesia No.18. 2008. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah*, Undang-Undang Republik Indonesia. Indonesia. Doi:10.29313/Mimbar.V28i1.337.

BAB 8

PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK DENGAN KOMPOSTER

Oleh Salbiah

8.1 Pendahuluan

Sampah merupakan masalah yang sering terjadi di Indonesia, baik di daerah perkotaan maupun di daerah pedesaan. Timbunan sampah yang menggunung di Tempat Penampungan Sampah Akhir (TPA) sering memakan korban tewas tertimbun tanah sampah yang longsor. Tempo Interaktif, Jakarta memberitakan, timbunan sampah setinggi 18 meter longsor di Tempat Penampungan Akhir Bantar Gerbang Bekasi yang menimbun puluhan pemulung dan menewaskan dua orang diantaranya. Media POKJA AMPL, 2005 memberitakan terjadi longsor di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Leuwigajah setinggi 22 meter yang terletak di wilayah Kabupaten Bandung dan Kota Cimahi sebanyak 28 warga meninggal dunia, 66 orang selamat, dan 63 warga lainnya hilang.

Sampah merupakan konsekuensi dari adanya aktivitas manusia. Setiap aktivitas manusia pasti menghasilkan buangan atau sampah. Meningkatnya jumlah penduduk, meningkat pula timbunan sampah. Selain itu, meningkatnya daya beli masyarakat terhadap berbagai jenis bahan pokok dan hasil teknologi serta meningkatnya usaha atau kegiatan penunjang pertumbuhan ekonomi suatu daerah juga memberikan kontribusi yang besar terhadap kuantitas dan kualitas sampah yang dihasilkan. Meningkatnya volume timbunan sampah, dan tidak di Kelola dengan baik, selain mengganggu estetika, sampah juga menjadi media tempat perkembangbiakan binatang dan vector pembawa penyakit, yang dapat berdampak buruk bagi Kesehatan. oleh karena itu penanganan sampah menjadi tindakan yang sangat di perlukan sebagai upaya mengatasi over capacity dari timbunan sampah. Masyarakat didorong untuk melakukan penanganan sampah

dengan metode 3R; 1) *Reduce*, yaitu dengan mengurangi sampah sebagai contoh penggunaan kertas dapat digantikan dengan mengumpulkan makalah atau tugas dalam bentuk *softfile*; 2) *Reuse*, yaitu menggunakan Kembali barang bekas, sebagai contoh sampah botol plastik, masyarakat dapat menggunakan botol minum yang dapat digunakan kembali, dan 3) *Recycle*, yaitu mendaur ulang sampah. Pengelolaan sampah dengan konsep *recycle* terbagi menjadi tiga, yaitu pengelolaan sampah organik (basah), anorganik, dan B3. Sampah anorganik yang tidak dapat digunakan Kembali dan sampah B3, penanganannya dapat dengan cara di timbun ditanah pada kedalaman aman, sebagaimana Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan beracun, pasal 9 ayat (1) “ Setiap orang yang melakukan usaha dan/atau kegiatan yang menggunakan bahan berbahaya dan beracun dan/atau menghasilkan limbah B3 wajib melakukan reduksi limbah B3, mengolah limbah B3 dan/atau menimbun limbah B3”, Sedangkan sampah organik yaitu sampah yang mudah hancur seperti sisa-sisa bahan makanan, dapat diolah Kembali menjadi barang yang bernilai ekonomis yaitu di buat pupuk Kompos. Pupuk Kompos, selain dapat digunakan sendiri sebagai media penyubur tanaman, pupuk kompos juga dapat di perjual belikan untuk menambah penghasilan.

8.2 Konsep Pupuk Kompos

Kompos merupakan hasil penguraian parsial (tidak lengkap) dari campuran bahan-bahan organik yang mengalami proses dekomposisi atau pelapukan karena terjadi interaksi antara mikroorganisme atau bakteri pembusuk yang prosesnya dapat dipercepat secara artifisial oleh populasi berbagai macam mikroba yang bekerja di dalam bahan organik tersebut pada kondisi lingkungan yang hangat, lembab, aerobik, dan anaerobik. Kompos yang digunakan sebagai pupuk, disebut pula sebagai pupuk organik karena penyusunnya terdiri atas bahan-bahan organik. Bahan organik yang dimaksud pada pengertian kompos adalah rumput, jerami, sisa ranting dan dahan, kotoran hewan, bunga yang rontok, air kencing hewan ternak, serta bahan organik lainnya. Semua

bahan organik tersebut akan mengalami pelapukan yang diakibatkan oleh mikroorganisme yang tumbuh subur pada lingkungan lembab dan basah (Indriani, 2003, dalam Susianingsih, 2011).

Kompos sebagai hasil dari pengomposan merupakan salah satu pupuk organik memiliki fungsi penting terutama dalam bidang pertanian antara lain: mengandung unsur hara makro dan mikro, dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan daya serap tanah terhadap air dan zat hara, memperbesar daya ikat tanah berpasir, memperbaiki drainase dan tata udara di dalam tanah, serta membantu proses pelapukan dalam tanah (Cahaya & Nugroho, 2008 dalam Susianingsih, 2011).

Kompos merupakan bentuk akhir dari bahan-bahan organik sampah domestik setelah mengalami dekomposisi (SNI-2004_7030_19) Limbah domestik adalah bagian sisa atau buangan yang dihasilkan dari berbagai kegiatan manusia. Limbah domestik dapat berasal dari rumah tangga, sekolah, penginapan, restoran, perkantoran, pasar, mall, dan sarana sejenis lainnya. Limbah padat domestik berasal dari berbagai bahan atau barang yang tersisa dan tidak dibutuhkan lagi. Limbah padat yang dibuang sembarangan akan menyebabkan pencemaran dan kerusakan pada lingkungan. Limbah padat domestik dibagi menjadi dua macam, yaitu limbah organik dan limbah anorganik. Limbah organik merupakan limbah yang berasal dari sampah atau buangan sisa makanan, seperti buah, sayuran, sisa bahan makanan sejenis daging, dan nasi. Limbah organik yang dibuang akan mengalami pembusukan dan terurai dengan sendirinya. Pembuangan limbah domestik tanpa adanya pengelolaan terlebih dahulu dapat berdampak buruk pada Kesehatan manusia. Limbah padat yang dibuang secara sembarangan dipermukaan tanah akan mengalami pembusukan. Limbah yang mengalami pembusukan tersebut dapat menghasilkan gas beracun, seperti metan, asam sulfat dan ammonia. Limbah jenis ini juga menyebabkan pencemaran pada air dan lingkungan sekitarnya jika dibuang di perairan, seperti sungai atau laut. Limbah domestik jenis ini dapat menyebabkan berbagai gangguan Kesehatan seperti diare, gatal-gatal, hingga gangguan ginjal dan hati (Laila, 2022)

Pupuk Kompos adalah pupuk yang berasal dari proses penguraian sampah organik digunakan sebagai perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah yang dapat berbentuk padat maupun cair. Pengolahan sampah organik menjadi kompos bermanfaat untuk mengurangi pencemaran, meningkatkan kualitas tanah, menyuburkan tanaman sehingga tanaman dapat berkembang dengan baik dan meningkatkan produksi pertanian. Bahan pembuatan kompos berasal dari sampah organik seperti limbah rumah tangga, daun yang gugur, sisa sayur dan buah dari konsumsi rumah tangga lainnya (Riset dkk 2020).

Pupuk Kompos ibarat multi vitamin bagi tanah pertanian. Pupuk Kompos akan meningkatkan kesuburan tanah dan merangsang perkembangan akar lebih kuat dan sehat. Kompos juga memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan kandungan bahan organik tanah dan akan meningkatkan kemampuan tanah dalam mempertahankan kandungan air tanah. Aktivitas mikroba tanah yang bermanfaat bagi tanaman akan meningkat dengan penambahan pupuk kompos. Aktivitas mikroba ini membantu tanaman untuk menyerap unsur hara dari tanah dan menghasilkan senyawa yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman. Aktivitas mikroba tanah juga diketahui dapat membantu tanaman menghadapi serangan penyakit. Tanaman yang dipupuk dengan kompos juga cenderung lebih baik kualitasnya daripada tanaman yang dipupuk dengan pupuk kimia, misal: Hasil panen lebih tahan di simpan, lebih berat, lebih segar dan lebih enak (Yuliananda.dkk, 2019)

Pada dasarnya, proses pengomposan bisa berlangsung secara alami, dengan bantuan mikroba maupun biota tanah lainnya, namun proses pengomposan yang terjadi secara alami berlangsung lama dan lambat. Untuk mempercepat proses pengomposan ini telah banyak dikembangkan teknologi-teknologi pengomposan salah satu di antaranya dengan penggunaan aktivator (Mandey, dkk., 2005).

8.3 Aktivator Kompos

Aktivator kompos adalah suatu bakteri untuk mempercepat proses pengomposan (Indah, 2018). Bagi lingkungan hidup seperti

tanah, adanya mikroorganisme dapat meningkatkan kesuburan tanah, dan memperbaiki kondisi tanah. Terdapat kelompok bakteri yang mampu mengikat gas N_2 atau nitrogen dari udara ambien (udara bebas) dan mengubahnya menjadi amonia oleh karena itu ketersediaan nitrogen di dalam tanah tetap terjaga, sehingga kesuburan tanah tetap terjaga (Mulyono, 2016). Nitrogen (N) merupakan salah satu unsur hara utama didalam tanah yang memiliki peranan penting dalam merangsang pertumbuhan dan memberi warna hijau pada daun. Kekurangan nitrogen dalam tanah menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman terganggu dan hasil tanaman menurun karena pembentukan klorofil yang sangat penting untuk proses fotosintesis terganggu. Nitrogen adalah unsur yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Nitrogen merupakan bagian dari protein, bagian penting konstituen dari protoplasma, enzim, agen katalis biologis yang mempercepat proses kehidupan. Peranan “N” yang lain bagi tanaman ialah berperan dalam pertumbuhan vegetatif tanaman, memberikan warna pada tanaman, panjang umur tanaman, penggunaan karbohidrat, dll. Kekurangan salah satu atau beberapa unsur hara akan mengakibatkan pertumbuhan tanaman tidak sebagaimana mestinya yaitu ada kelainan dan banyak pula tanaman yang mati muda yang sebelumnya tampak layu dan mengering. Efek kekurangan unsur “N” bagi tanaman: pertumbuhan kerdil, warna daun menguning, produksi menurun, fase pertumbuhan terhenti, kematian. Efek dari kelebihan unsur “N” bagi tanaman: kualitas buah menurun, menyebabkan rasa pahit (seperti pada buah timun), produksi menurun, daun lebat dan pertumbuhan vegetative yang cepat, menyebabkan keracunan pada tanaman (Sartini, 2022)

Beberapa spesies bakteri pengikat nitrogen berikut ini (Mulyono, 2016):

Bakteri	Keterangan
Azotobacter Vinelandii	Hidup bebas dan menghasilkan amonia yang berlimpah di dalam tanah sehingga mampu menyuburkan tanaman, khususnya kelompok jagung-jagungan dan gandum
Clostridium Pasteurinum	Hidup bebas dalam berbagai kondisi tanah didalam lingkungan anaerob

Bakteri	Keterangan
Rhizobium Leguminosum	Bakteri ini bersimbiosis dengan akar tanaman jenis polong-polongan (Leguminoceae) yang membentuk bintil-bintil akar. Karena itu, tanaman Leguminoceae sangat efektif untuk merevitalisasi lahan. Tanaman ini akan baik apabila ditanam di sela-sela tanaman utama untuk menjaga kesuburan tanaman tersebut.
Nitrosomonas sp dan Nitrossococcus sp	Bakteri ini berperan mengubah ammonia menjadi nitrit
Nitrobacter	Bakteri ini sangat bermanfaat dalam mengoksidasi nitrit menjadi nitrat dan langsung bisa dimanfaatkan tanaman

Selain untuk kesuburan tanah, mikroorganisme seperti *Lactobacillus sp* dapat digunakan untuk proses fermentasi beberapa jenis makanan dan bermanfaat dalam pembuatan bir, anggur, yoghurt, keju, serta peyeum-makanan khas Jawa Barat, dan itu merupakan hasil kerja bakteri menguntungkan. Disamping itu, proses dekomposisi bahan organik terkait aktivitas bakteri merubah bahan organik menjadi kopos memerlukan mempercepat prosesnya, umumnya penyebutan terhadap bakteri ini dengan sebutan decomposer, stater, activator (bioaktivator) atau mikroorganisme local (MOL) (Mulyono, 2016). Aktivator Kompos merupakan konsorsium mikroba. Konsorsium mikroba adalah sekumpulan microorganisme yang bekerja sama dalam suatu kelompok sehingga mempunyai kemampuan lebih untuk mendegradasi suatu senyawa organik. Aktivator Kompos adalah yang bertujuan untuk mempercepat proses dekomposisi. Aktivator (dekomposer) merupakan cairan yang berisikan mikrobial yang berfungsi mempercepat dalam pembuatan kompos (Susianingsih dan Nurbaya, 2011) proses perombakan dan penguraian bahan organik pada proses pembuatan kompos aktif (Mandey. Dkk, 2005) hanya saja waktu yang dibutuhkan untuk menjadi kompos sangat lama, bahkan bisa berpuluh-puluh tahun lamanya. Untuk mempercepat proses pengomposan, dibutuhkan aktivator kompos yang dicampurkan ke dalam bahan-bahan kompos.

Aktivator kompos ada 2 macam, yaitu; aktivator kimia dan aktivator alami. Jenis aktivator kimia banyak di jual dipasaran, sedangkan aktivator alami, kita dapat buat sendiri. Jenis-Jenis Aktivator :

a. Aktivator Kimia.

Saat ini sudah ada aktivator yang dijual dipasaran, activator tersebut adalah activator kimia. Beberapa activator kimia yang dijual dipasaran diantaranya: Promi, OrgaDec, SuperDec, *ArtiComp*, *Stardec*, *Starbio*, *EM4*, dll

Sebagai contoh **Aktivator EM4**, ini mampu memproses bahan organik dengan cepat secara anaerob dan menghasilkan kompos yang tidak berbau dan aman untuk tumbuhan. Proses pengomposan dengan EM4 diantaranya mempersingkat waktu pengomposan yaitu 4-7 hari, kompos yang dihasilkan tidak panas, tidak berbau busuk dan tidak mengandung hama dan penyakit (Indrianti dkk,2017)

Effective Microorganisms 4 (EM4) merupakan kultur campuran dalam medium cair berwarna coklat kekuningan, berbau asam dan terdiri dari mikroorganisme yang menguntungkan bagi kesuburan tanah. Adapun jenis mikroorganisme yang berada dalam EM 4 antara lain: *Lactobacillus sp.*, *Yeast- Saccharomyces*, *Actinomycetes*, *Streptomyces*. Disamping memfermentasi bahan organik dalam tanah atau sampah, EM 4 juga merangsang perkembangan mikroorganisme lainnya yang menguntungkan bagi kesuburan tanah dan bermanfaat bagi tanaman, misalnya bakteri pengikat nitrogen, pelarut fosfat dan mikroorganisme yang bersifat antagonis terhadap penyakit tanaman. Setiap bahan organik akan terfermentasi oleh EM 4 pada suhu 40 - 50°C. Pada proses fermentasi akan dilepaskan hasil berupa gula, alkohol, vitamin, asam laktat, asam amino dan senyawa organik lainnya serta melarutkan unsur hara yang bersifat stabil dan tidak mudah bereaksi sehingga mudah diserap oleh tanaman. Proses fermentasi sampah organik tidak melepaskan panas dan gas yang berbau busuk, sehingga secara naluriah serangga dan hama tidak tertarik untuk berkembang biak di sana. Hasil proses fermentasi tersebut disebut bokashi. (Sulistyorini, 2005)

Media Sentulfresh (2022) menyebutkan, Aktivator EM4 pertama kali ditemukan oleh Prof. Teruo Higa dari Universitas Ryukyus. Jepang, Jenis-jenis Mikroorganisme dalam Pembuatan Kompos yang ada seperti yaitu :

- 1) **EM1** yang berupa media padat berbentuk butiran yang mengandung 90% *actinomyces*. Berfungsi untuk mempercepat proses pembentukan kompos dalam tanah.
- 2) EM2 terdiri dari 80 species yang disusun berdasarkan perbandingan tertentu. Umumnya berbentuk kultur dalam kaldu ikan dengan pH 8,5. dalam tanah mengeluarkan antibiotik untuk menekan patogen.
- 3) **EM3** terdiri dari 95% bakteri fotosintetik dengan pH 8,5 dalam kaldu ikan yang berfungsi membantu tugas **EM2**. Sakarida dan asam amino disintesa oleh bakteri fotosintetik sehingga secara langsung dapat diserap tanaman.
- 4) **EM4** terdiri dari 95% *lactobacillus* yang berfungsi menguraikan bahan organik tanpa menimbulkan panas tinggi karena mikroorganisme anaerob bekerja dengan kekuatan enzim.

Pada *Effective Mikroorganism* (EM) ini terdapat sekitar 80 genus *microorganisme fermentor*. Mikroorganisme dalam Pembuatan Kompos ini dipilih yang dapat bekerja secara efektif dalam memfermentasikan bahan organik. Secara global terdapat 5 golongan yang pokok dipilih yang dapat bekerja secara efektif dalam memfermentasikan bahan organik secara global yaitu: Bakteri fotosintetik, *Lactobacillus sp*, *Streptomyces sp*, Ragi (*yeast*). Teknologi EM (*Effective Mikroorganism*) dapat digunakan dalam bidang pertanian, peternakan, perikanan, lingkungan, kesehatan dan industri. Meski sudah banyak kalangan masyarakat yang menggunakan tapi tidak banyak yang tahu tentang Mikroorganisme dalam Pembuatan Kompos (EM), komposisi kandungan, fungsi dan jenis-jenis EM tersebut. Mikroorganisme dalam pembuatan kompos (EM) merupakan campuran dari mikroorganisme bermanfaat yang terdiri dari lima kelompok, 10 Genus 80 Spesies dan setelah di lahan menjadi 125 Spesies. EM berupa larutan coklat dengan pH 3,5-4,0. Terdiri dari

mikroorganisme *Aerob* dan *anaerob*. Meski berbeda, dalam tanah memberikan multiple effect yang secara dramatis meningkatkan mikroflora tanah. Bahan terlarut seperti asam amino, saccharida, alkohol dapat diserap langsung oleh akar tanaman. Kandungan mikroorganisme dalam pembuatan kompos (EM) terdiri dari bakteri fotosintetik, bakteri asam laktat, *actinomycetes*, ragi dan jamur (cendawan) fermentasi. Kerja bakteri-bakteri tersebut (Sentulfresh, 2022) yaitu :

- 1) Bakteri fotosintetik membentuk zat-zat bermanfaat yang menghasilkan asam amino, asam nukleat dan zat-zat bioaktif yang berasal dari gas berbahaya dan berfungsi untuk mengikat nitrogen dari udara.
- 2) Bakteri asam laktat berfungsi untuk fermentasi bahan organik jadi asam laktat, percepat perombakan bahan organik, lignin dan cellulose, dan menekan pathogen dengan asam laktat yang dihasilkan. Salah satu genus yang dikelompokkan dalam bakteri asam laktat adalah jenis *Lactobacillus spp*, yang berperan sebagai agen probiotik yang berfungsi menghambat pertumbuhan bakteri pathogen, dan bagi manusia berfungsi untuk imunitas (kekebalan tubuh)
- 3) *Actinomycetes*.

Actinomycetes menghasilkan zat anti mikroba dari asam amino yang dihasilkan bakteri fotosintetik. Wahyuni (2022), menyebutkan Senyawa metabolit yang dihasilkan oleh *Actinomycetes* memiliki aktivitas antagonis terhadap bakteri maupun jamur. Salah satu kelompok mikroorganisme yang berpotensi sebagai agen pengendali hayati dari *Actinomycetes* adalah genus *Streptomyces*. Umo dkk 2012, menyebutkan *Actinomycetes* memiliki manfaat yang cukup banyak seperti *Actinomycetes* berfungsi sebagai dekomposer yaitu untuk meningkatkan kesuburan tanah dengan cara mendekomposisi bahan organik. Bahan organik akan meningkat dengan adanya *Actinomycetes*, selain itu *Actinomycetes* juga dapat digunakan sebagai agens hayati guna melindungi tanaman dari serangan patogen. Hasil penelitian yang telah dilakukan Ali, dkk (2018), menunjukkan bahwa *Streptomyces sp* memiliki

potensi sebagai antifungi (anti jamur) pada penyakit layu fusarium.

Jamur

Fusarium

jenis **jamur** patogen didalam tanah yang menyerang pada bagian akar dan umbi hingga menyebabkan penyakit layu pada tumbuhan sampai tumbuhan mati *Actinomycetes* merupakan organisme prokariotik termasuk kelompok bakteri gram positif, tumbuh dalam bentuk filamen miselium dan membentuk spora dan mampu menghambat pertumbuhan jamur pathogen *C. capsici* dan *C. gloeosporioides* pada tanaman. *Actinomycetes* hidup bebas, saprofit, terdistribusi secara luas di tanah, air dan membentuk kolonisasi pada jaringan tanaman atau endofit juga penghasil berbagai senyawa aktif dari hasil metabolisme sekunder (Fatmawati, dkk.,2014). Sebagian besar spesies *actinomycetes*, termasuk dalam genus *Streptomyces* *sp* yaitu sebanyak 50% dari total populasi *actinomycetes*, tanah dan terkenal dalam memproduksi berbagai metabolit sekunder termasuk antibiotik, imunomodulator, antikanker obat, obat antivirus, herbisida, dan insektisida yang bermanfaat dalam bidang kedokteran maupun bidang pertanian (Oskay. dkk 2004; Berdy, 2005, dalam Fatmawati, dkk, 2014). Masih terkait *Actinomycetes*, diantara para peneliti menyebutkan, *Actinomycetes* merupakan bakteri gram positif yang mempunyai senyawa antibiotik yang berfungsi sebagai anti jamur. *Actinomycetes* merupakan salah satu organisme yang banyak dimanfaatkan sebagai agens hayati karena memiliki mekanisme kerja sebagai kompetitor, antibiosis, parasit dan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman. Mekanisme antibiosis yang dimiliki *Actinomycetes* karena *Actinomycetes* memiliki antibiotik yang dapat melindungi tanaman dari serangan patogen dan dapat melindungi akarnya (Cao dkk, 2003), *Actinomycetes* pada umumnya hidup di dalam tanah (Waluyo, 2009), dan banyak ditemukan di tanah berumput (rizosfer), juga di tempat-tempat ekstrim seperti daerah bekas letusan gunung berapi (Rahayu, 2010). *Actinomycetes* memiliki kisaran habitat yang cukup luas antara lain ditemukan pada tanah,

kompos, padang rumput, tanah hutan, lumpur (Badji. dkk., 2006).

- 5) Ragi menghasilkan zat antibiotik, menghasilkan enzim dan hormon, sekresi ragi menjadi substrat untuk mikroorganisme efektif bakteri asam laktat *actinomycetes*.
- 4) Jamur (Cendawan) fermentasi mampu mengurai bahan organik secara cepat yang menghasilkan alkohol ester anti mikroba menghilangkan bau busuk, mencegah serangan dan ulat merugikan dengan menghilangkan pakan.

b. Aktivator Alami

1. Mikroorganisme Lokal (MOL)

Aktivator alami umumnya disebut Mikroorganisme Lokal (MOL). MOL sebagai bioaktivator dibuat dari bahan alami dengan cara fermentasi. Larutan MOL dibuat sangat sederhana yaitu dengan memanfaatkan limbah rumah tangga atau sisa tanaman di lingkungan sekitar, seperti bonggol pisang, kulit pisang kapok, kulit nanas, jerami padi, sisa sayuran, nasi basi, kulit singkong dan lain-lain. Pada dasarnya aktivator alami dapat diekstraksi dari bahan-bahan organik yang membusuk. Kita dapat memanfaatkan sampah rumah tangga seperti buah-buahan busuk, sayur mayur busuk, nasi, tempe, tahu maupun daging busuk. Namun, yang paling sederhana dan baunya tidak terlalu menyengat kita dapat menggunakan buah-buahan atau sayur-sayuran saja (Indah, 2018). Tiga komponen utama dalam pembuatan MOL agar bakteri tumbuh dan hidup subur adalah:

a) Karbohidrat.

Karbohidrat dapat diperoleh dari air cucian beras, air tajin (diambil dari air nasi yang di aron setengah matang sebelum pada akhirnya nasi tersebut di kukus), nasi/nasi basi, singkong, kentang, gandum, jagung;

b) Glukosa.

Glukosa dapat diperoleh dari bahan yang mengandung gula seperti molase (ampas tebu), gula merah, gula pasir, dan air kelapa, seluruh bahan yang mengandung gula.

c) Sumber bakteri (Microorganisme)

Dapat diperoleh dari sisa-sisa buah busuk, terasi, sisa ikan asin, rebung bambu, berenuk, bonggol pisang dan ramin (cairan isi perut ikan).

Ketiga komponen utama tersebut dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri pada proses dekomposisi bahan organik. Jenis bakteri yang terkandung didalam makanan yang umumnya kita makan sehari-hari seperti terasi yang bahan bakunya berasal dari makanan laut (ikan, udang) mengandung *Lactobacillus sp.*, begitu juga mentega dan asinan buah mengandung bakteri *Lactobacillus sp.*, dan yoghurt mengandung bakteri *Lactobacillus Bulgaricus* dan *Streptococcus Thermophilus*, serta sosis yang bahan bakunya berasal dari daging mengandung *Fediococcus Cerevisiae*. Jenis bakteri tersebut merupakan bakteri menguntungkan. Selain sebagai stater atau decomposer, mikroorganisme lokal (MOL) dapat juga digunakan sebagai pupuk hayati pestisida organik, dan fungisida dengan dosis yang sangat kecil. Disamping itu kandungan mikrobranya berpotensi untuk merombak bahan organik, perangsang pertumbuhan, serta sebagai agen pengendali hama dan penyakit tanaman (Mulyono, 2016)

Pembuatan bioaktivator atau mikroorganisme lokal (MOL) sangat mudah dilakukan, sehingga bisa dilakukan oleh petani pemula untuk membuat kompos sebagai pupuk alternatif bagi tanaman pertaniannya. Bahan baku untuk membuat MOL dapat diperoleh dari dari hewan, limbah yang ada di sekitar rumah, seperti sisa buah-buahan busuk, rebung, pisang, pucuk tanaman merambat, tulang ikan, keong emas, urine hewan, air tajin, sisa makanan, sisa sayur dari dapur, nasi yang sudah basi, air kelapa, dan terasi. Pada dasarnya Sebagian besar limbah organik rumah tangga dapat dijadikan bioaktivator atau MOL (Mulyono, 2016).

8.4 MOL Nasi Basi

Setiap rumah tangga pasti memiliki nasi, karena nasi adalah makanan pokok manusia, dan khususnya penduduk Benua Asia, termasuk Indonesia. Setiap hari kita mengkonsumsi nasi, dan

seringkali pula nasi tidak habis di konsumsi hingga basi. Jika ada nasi sisa, maka jangan dibuang, manfaatkan sebagai MOL, yang dapat kita gunakan sebagai pupuk Kompos, maupun dapat langsung di gunakan sebagai pupuk penyubur tanaman.

a. Langkah-langkah Membuat MOL Nasi

1) Bahan

- a) 10 kepal nasi yang sudah basi
- b) 10 sendok makan gula pasir atau gula merah
- c) 2 liter air kelapa
- d) 10 gram terasi

2) Cara Membuat

- a) Masukkan seluruh bahan ke dalam wadah, lalu tambahkan 4 liter air
- b) Biarkan wadah dalam keadaan terbuka untuk proses fermentasi selama 3-5 hari. Jika sudah tercium aroma menyengat, berarti fermentasi telah berhasil. Untuk proses fermentasi sebenarnya berlangsung bisa lebih cepat, dalam waktu 3 hari biasanya sudah terbentuk gas.

3) Pemanfaatannya

MOL nasi berguna sebagai decomposer untuk menguraikan bahan organik dan memacu pertumbuhan tanaman. Cara penggunaannya dengan menyaring MOL nasi kedalam 5 liter air, aduk rata dan semprotkan pada tanaman.

8.5 Komposter

Komposter adalah alat yang digunakan untuk pembuatan kompos. Komposter membantu dekomposer atau bakteri pengurai untuk menguraikan bahan organik menjadi pupuk kompos yang berbentuk padat maupun cair dengan cepat. Cara membuat komposter mandiri pun cukup sederhana dan mudah, sesuai jenis komposternya. (Supini, 2022a)

Macam-macam jenis dan model komposter. Ada yang pembuatannya sangat sederhana, ada juga yang perlu rancangan khusus seperti komposter komunal. Jenisnya tergantung pada skala pelayanan, apakah skala pelayanan rumah tangga atau skala komunal milik rakyat atau umum. Ada yang membuat komposter

menggunakan ember bekas cat, ada juga yang menggunakan tong plastik.



Gambar 8.1 : Komposter Pupuk Padat dan Cair
Sumber : Salbiah

8.6 Cara Membuat Komposter

Pengomposan, merupakan salah satu upaya proses pengolahan buangan (sampah) secara aerobi dan anaerobic, dimana kedua proses tersebut akan berjalan saling menunjang dan menghasilkan pupuk organik yang disebut kompos.

a. Alat:

- 1) Gergaji Pemotong Paralon (gergaji Besi)
- 2) Bor
- 3) Keran air
- 4) Isolatif keran
- 5) Meteran
- 6) Gunting
- 7) Spidol
- 8) 2 ember cat (1 buah untuk pupuk kompos padat, 1 buah untuk pupuk kompos cair)

b. Bahan Komposter

- 1) 2 buah ember cat ukuran 25 kg
- 2) Besi ukuran 10(untuk alas komposter)

c. Langkah-Langkah Membuat Komposter

- 1) Buat Kaki komposter: Potong besi 4 buah ukuran 60 cm (untuk kaki), Potong 4 buah besi ukuran 25 Cm (sebagai alas peletakan ember), potong 4 buah besi ukuran 30 cm (sebagai Senggang tengah). Di las besi ukuran 25 cm diujung atas besi ukuran 60 cm dengan formasi keliling berbentuk persegi empat. Selanjutnya di las juga besi ukuran 30 cm berjarak 35 cm dari ujung atas besi dengan formasi keliling persegi empat.
- 2) Siapkan 2 ember cat (satu ember sebagai komposter pupuk kompos cair dan satu ember lainnya sebagai komposter pupuk kompos padat)
- 3) Ember pertama sebagai komposter pupuk kompos padat, di lobangi sekeliling bawah ember. Untuk melubanginya, dapat menggunakan obeng yang dipanaskan pada api lilin atau melubangi dengan menggunakan Bor. Dan tutup ember Cat dibiarkan dalam keadaan utuh.
- 4) Ember kedua sebagai komposter kompos cair, pada sisi depan, Pada ketinggian 2 cm dari bawah ember, buatlah 1 lubang yang berfungsi untuk memasukkan kran air, Kencangkan drat keran air dengan isolative untuk menghindari rembesan.
- 5) Buat lobang-lobang pada tutup ember menggunakan bor atau obeng yang di panasi di seluruh permukaan tutup (lobang-lobang pada tutup ember kedua fungsinya untuk meneteskan pupuk kompos cair dari komposter pupuk padat diatasnya (ember satu).

Ember Pertama Untuk Pupuk
Kompos Padat



Ember Kedua Untuk Pupuk
Kompos Cair



Komposter Pupuk Kompos
Padat dan Cair



Sumber : Salbiah

8.7 Pupuk Kompos

Kompos adalah hasil penguraian, pelapukan dan pembusukan bahan organik akibat adanya interaksi antara mikroorganisme pengurai yang bekerja di dalamnya. Kompos merupakan salah satu jenis pupuk organik karena berasal dari bahan organik yang melapuk, selain kompos masih ada beberapa jenis pupuk organik lainnya, yaitu pupuk kandang, humus, pupuk hijau dan pupuk mikroba (Firmansyah, 2010).

a. Tujuan pengomposan

Nisa, (2016b) menjelaskan tujuan pengomposan adalah :

- 1) Meningkatkan sifat fisik tanah Penggunaan pupuk organik akan mengubah warna tanah menjadi kelam dan tekstur tanah menjadi gembur. Tekstur inilah yang kemudian mampu mengikat air lebih efektif dan menjaga nutrisi yang ada di dalam tanah.
- 2) Mempengaruhi sifat kimia tanah Selama proses pengomposan terdapat banyak perubahan yang berlangsung secara kimiawi. Mikroorganisme bekerja untuk menangkap semua bahan terlarut seperti gula, asam amino, dan nitrogen anorganik. Setelah itu, mulai merombak pati, lemak, protein dan selulosa didalam gula, serta menyatukan unsur kecil menjadi struktur baru. Kemudian nitrogen dikonfeksikan menjadi nitrogen mikroba dan sebagian diubah menjadi nitrat. Nitrat merupakan senyawa yang dapat diserap tanaman.
- 3) Mengembalikan sifat biologi tanah Mikroorganisme bermanfaat yang mati karena pestisida dapat kembali aktif untuk merombak nutrisi dari kompos dan hasilnya diserap oleh tanaman.
- 4) Memengaruhi kondisi sosial. Pengolahan limbah organik menjadi pupuk kompos dan MOL akan mengurangi sampah lingkungan. Selain mengurangi sampah dan turut berkontribusi dalam menjaga kebersihan lingkungan, pembuatan pupuk kompos dapat menjadi sumber ekonomi bagi masyarakat dengan modal pembuatan yang terjangkau dan harga jual tentu lebih tinggi.

b. Manfaat Kompos

Menurut (Sutanto, 2002) kompos memiliki manfaat ditinjau dari beberapa aspek diantaranya:

1) Aspek Ekonomi

- a) Memiliki nilai jual yang lebih tinggi dari bahan aslinya
- b) Menghemat biaya penimbunan limbah

2) Aspek lingkungan

- a) Mengurangi pencemaran akibat pembakaran limbah
- b) Mengurangi pelepasan gas metana dari sampah organik yang membusuk
- c) Meminimalisir kebutuhan lahan penimbunan

3) Tanah dan tanaman

- a) Meningkatkan aktifitas mikroorganisme dalam tanah
- b) Memperbaiki struktur dan karakteristik tanah
- c) Menyediakan vitamin dan hormone bagi tanah
- d) Kapasitas penyerapan air oleh tanah meningkat
- e) Menekan pertumbuhan serangan penyakit tanaman
- f) Meningkatkan retensi atau ketersediaan hara
- g) Meningkatkan kandungan karbon organik di tanah

c. Faktor-Faktor Yang mempengaruhi Proses Pengomposan

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengomposan (Herlina, 2010) antara lain:

1) Rasio C/N

Rasio C/N yang efektif untuk proses pengomposan berkisar antara 30: 1 hingga 40:1. Mikroba memecah senyawa C sebagai sumber energi dan menggunakan N untuk sintesis protein. Kisaran rasio C/N yang masih baik untuk proses pengomposan adalah 20 – 40. Pada rasio C/N di antara 30 s/d 40 mikroba mendapatkan cukup C untuk energi dan N untuk sintesis protein. Apabila rasio C/N terlalu tinggi, mikroba akan kekurangan N untuk sintesis protein sehingga dekomposisi berjalan lambat.

2) Ukuran Partikel

Aktivitas mikroba berada diantara permukaan area dan udara. Permukaan area yang lebih luas akan meningkatkan kontak antara mikroba dengan bahan dan proses dekomposisi akan berjalan lebih cepat. Ukuran partikel juga

menentukan besarnya ruang antar bahan (porositas). Untuk meningkatkan luas permukaan dapat dilakukan dengan memperkecil ukuran partikel bahan tersebut.

3) Aerasi

Pengomposan yang cepat dapat terjadi dalam kondisi yang cukup oksigen (aerob). Aerasi secara alami akan terjadi pada saat terjadi peningkatan suhu yang menyebabkan udara hangat keluar dan udara yang lebih dingin masuk ke dalam tumpukan kompos. Aerasi ditentukan oleh porositas dan kandungan air bahan (kelembaban). Apabila aerasi terhambat, maka akan terjadi proses anaerob yang akan menghasilkan bau yang tidak sedap. Aerasi dapat ditingkatkan dengan melakukan pembalikan atau mengalirkan udara di dalam tumpukan kompos

4) Porositas

Porositas adalah ruang diantara partikel di dalam tumpukan kompos. Porositas dihitung dengan mengukur volume rongga dibagi dengan volume total. Rongga-rongga ini akan diisi oleh air dan udara. Udara akan mensuplay Oksigen untuk proses pengomposan. Apabila rongga dijenuhi oleh air, maka pasokan oksigen akan berkurang dan proses pengomposan juga akan terganggu.

5) Kelembaban (*Moisture Content*)

Kelembaban memegang peranan yang sangat penting dalam proses metabolisme mikroba dan secara tidak langsung berpengaruh pada suplay oksigen. Mikroorganisme dapat memanfaatkan bahan organik apabila bahan organik tersebut larut di dalam air. Kelembaban 40-60 % adalah kisaran optimum untuk metabolisme mikroba. Apabila kelembaban di bawah 40%, aktivitas mikroba akan mengalami penurunan dan akan lebih rendah lagi pada kelembaban 15%. Apabila kelembaban lebih besar dari 60%, hara akan tercuci, volume udara berkurang, akibatnya aktivitas mikroba akan menurun dan akan terjadi fermentasi anaerobik yang menimbulkan bau tidak sedap. Timbunan kompos harus selalu lembab, tapi jangan terlalu becek. Karena kelebihan air akan mengakibatkan volume udara berkurang. Semakin basah timbunan itu, makin sering

pula kita mengaduknya untuk menjaga dan mencegah pembiakan bakteri anaerobik. Apabila kelembaban kompos < 40% maka cara penanganannya kompos disemprotkan dengan air, sebaliknya jika kompos > 60% cara penanganannya kompos harus dibuka sebentar, diangin - anginkan dan di aduk-aduk.

6) Temperatur/Suhu

Panas dihasilkan dari aktivitas mikroba. Ada hubungan langsung antara peningkatan suhu dengan konsumsi oksigen. Semakin tinggi temperatur akan semakin banyak konsumsi oksigen dan akan semakin cepat pula proses dekomposisi. Peningkatan suhu dapat terjadi dengan cepat pada tumpukan kompos. Temperatur yang berkisar antara 30°C - 60°C menunjukkan aktivitas pengomposan yang cepat. Suhu yang lebih tinggi dari 60°C akan membunuh sebagian mikroba dan hanya mikroba termofilik saja yang akan tetap bertahan hidup. Suhu yang tinggi juga akan membunuh mikroba-mikroba patogen tanaman dan benihbenih gulma. Cara mengendalikan temperatur yang < 30°C dengan meletakkan tempat pengomposan di lokasi yang terkena sinar matahari langsung, jika temperatur > 60°C dengan membuka kompos lebih lama agar suhu panasnya dapat keluar ataupun dengan membolak-balikkan kompos.

7) pH

Proses pengomposan dapat terjadi pada kisaran pH yang lebar. pH yang optimum untuk proses pengomposan berkisar antara 6.5 sampai 7.5. pH kotoran ternak umumnya berkisar pada bahan organik dan pH bahan itu sendiri. Sebagai contoh, proses pelepasan 39 asam, secara temporer atau lokal, akan menyebabkan penurunan pH (pengasaman), sedangkan produksi amonia dari senyawa-senyawa yang mengandung nitrogen akan meningkatkan pH pada fasefase awal pengomposan. pH kompos yang sudah matang biasanya mendekati netral. Untuk mempertahankan kondisi pH hendaknya ditambahkan kapur pada tahap awal bahan dimasukan.

8) Kandungan Hara

Kandungan P dan K juga penting dalam proses pengomposan dan biasanya terdapat di dalam kompos-kompos dari peternakan. Hara ini akan dimanfaatkan oleh mikroba selama proses pengomposan.

d. Syarat-Syarat Kompos Jadi (SNI 19-7030-2004)

1) Kematangan kompos

- a) C/N - rasio mempunyai nilai (10 - 20): 1
- b) Suhu sesuai dengan dengan suhu air tanah
- c) Bewarna kehitaman dan tekstur seperti tanah
- d) Berbau tanah

2) Tidak Mengandung bahan asing sebagai berikut:

- a) Semua bahan pengotor organik atau anorganik seperti logam, gelas, plastik dan karet
- b) Pencemar lingkungan seperti senyawa logam berat, B3 dan kimia organik seperti pestisida

3) Unsur Mikro

Unsur mikro nilai-nilai ini dikeluarkan berdasarkan:

- a) Konsentrasi unsur-unsur mikro yang penting untuk pertumbuhan tanaman (khususnya Cu, Mo, Zn)
- b) Logam berat yang dapat membahayakan manusia dan lingkungan tergantung pada konsentrasi maksimum yang diperbolehkan dalam tanah, seperti dalam Tabel 1 Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik.

4) Organisme Patogen

Organisme pathogen tidak melampaui batas berikut :

- a) Fecal Coli 1000 MPN/gr total solid dalam keadaan kering
- b) Salmonella sp. 3 MPN / 4 gr total solid dalam keadaan kering. Hal tersebut dapat dicapai dengan menjaga kondisi operasi pengomposan pada temperatur 55 °C.

5) Pencemar Organik

Kompos yang dibuat tidak mengandung bahan aktif pestisida yang dilarang sesuai dengan KEPMEN PERTANIAN No 434.1/KPTS/TP.270/7/2001 tentang Syarat dan Tata Cara Pendaftaran Pestisida pada Pasal 6 mengenai Jenis-jenis Pestisida yang mengandung bahan aktif yang telah

dilarang seperti : 2,3,5-T, 2,4,5-Triklorofenol, 2,4,6-Triklorofenol, Natrium 4-Brom-2, 5-Diklorofenol, Aldikarb, Aldrin, Arsonat (MSMA), Cyhexatin, Dokloro difenil trikloroetan (DDT), Dobromokloropropan (DBCP), Dieldrin, Diklorofenol, Dinoseb, EPN, Endrin, Etilen Dibromidan (EDB), Fosfor Merah, Halogen fenol, Heksaklorida (HCH) dan isomernya, Heptaklor, Kaptafol, Klordan, Klordimefon, Leptofos, Lindan, Metoksiklor, Mevinfos, Monosodium metan, Natrium klorat, Natrium tribomofenol, Paration metil, Pentaklorofenol (PCP) dan garamnya, Senyawa arsen, Senyawa merkuri, Stikhnin, Telodrin, Toxaphene

4) Membuat Pupuk Kompos

Kompos yang berkualitas adalah kompos yang matang dan mengandung unsur hara yang lengkap. Kualitas kompos dipengaruhi oleh tingkat kematangan dan campuran berbagai bahan organik. Kualitas kompos satu dengan yang lainnya bervariasi karena setiap pembuatnya memiliki teknis dan cara yang berbeda-beda dan tidak ada standar baku, oleh sebab itu, sebagian besar kemasan kompos yang dijual di pasaran jarang mencantumkan kandungan unsur hara. Untuk menghasilkan kompos yang berkualitas dan diperjualbelikan secara nasional sebaiknya harus memiliki standar kualitas yang baik. Kementerian Pertanian telah menerbitkan standar kualitas kompos untuk menjadi panduan sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Kandungan Padat	Kandungan Cair
C Organik	%	Minimum 15	
C/N ratio		12-15	
Bahan ikutan seperti kerikil, beling, dan plastic	%	Maksimum 2	
Kadar air	%	20-35	
Kadar logam berat :			
Pb	ppm	Kurang dari 100	Kurang dari 100
Cd	ppm	Kurang dari 20	Kurang dari 20
Hg	ppm	Kurang dari 2	Kurang dari 2
As	ppm	Kurang dari 20	Kurang dari 2

Parameter	Satuan	Kandungan Padat	Kandungan Cair
			Kurang dari 20
pH	-	4-8	4-8
Kadar Total (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O)	%	Dicantumkan	Dicantumkan
Mikroorganisme Patogen E.coli dan Salmonella sp	Sel/ml	Dicantumkan	Dicantumkan
Kadar Unsur Mikro (Zn,Cu,Mn,Co, dan Fe)	ppm	Dicantumkan	Dicantumkan

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Sarana Pertanian, Kementerian Pertanian dalam Mulyono (2016)

5) Pupuk Kompos Padat

a) Bahan

- (1) Sampah organik
- (2) EM4/MOL Nasi Basi dll

b) Cara pembuatan kompos

(1) Pencampuran MOL/EM4

Potong-potong gula merah, ambil 2 sendok makan masukan ke dalam gelas (bisa diganti dengan 2 sendok gula pasir), dan isi air hingga setengah gelas aduk hingga larut. Selanjutnya masukkan larutan gula ke dalam botol ukuran 1 liter, dan masukan juga 2 sendok makan MOL atau EM4 kedalam botol tersebut. Kemudian isi botol dengan air hingga penuh. Kocok pelan dan diamkan setengah 30 menit.

- (2) Masukan campuran MOL/EM4 kedalam botol spray
- (3) Cincang sampah organik, dan masukkan ke dalam pomposter, kemudian semprot sampah organik yang telah dicincang tersebut dengan larutan MOL dan aduk hingga benar-benar basah merata.
- (4) Tutup kompos dengan rapat agar vektor dan binatang pengganggu seperti lalat, tikus tidak masuk kedalamnya.
- (5) Simpan di tempat yang terlindung dari matahari

- (6) Lakukan pengamatan suhu dalam pengomposan menggunakan soil meter 4 in 1 dikondisikan pada suhu 30oC – 60oC yang dicelupkan ke dalam adonan. Selain itu lakukan pengukuran PH menggunakan soil meter 4 in 1 dikondisikan pada pH 6.5 – 7,5 dengan cara dicelupkan juga kedalam adonan. Bila kondisi kompos dalam keadaan asam, maka perlu diberi kapur. Pengecekan dilakukan paling sedikit 1 kali dalam sehari.
- (7) Kontrol, keberhasilannya. Ciri-ciri kompos yang sudah jadi berdasarkan SNI 19-7030-2004 sebagai berikut:
 - (a) Warna kompos biasanya coklat kehitaman.
 - (b) Aroma kompos yang baik tidak mengeluarkan aroma yang menyengat, tetapi mengeluarkan aroma lemah seperti bau tanah atau bau humus hutan.
 - (c) Apabila dipegang dan dikepal, kompos akan menggumpal apabila ditekan dengan lunak, gumpalan kompos akan hancur dengan mudah.

6) Kompos Cair

Apabila pembuatan kompos menggunakan 2 buah komposter dan ada penampunya dibawah komposter pengolah kompos padat. Maka Kompos cair akan kemuar menetes dari lobang=lobang untuk akses cairan kompos menetes ke penampungan kompos cair di bawahnya.

Rangkuman :

- Sampah merupakan konsekuensi dari adanya aktivitas manusia. Setiap aktivitas manusia pasti menghasilkan buangan atau sampah. Meningkatnya jumlah penduduk, meningkat pula timbulan sampah, oleh karena itu penanganan sampah sangat di perlukan sebagai upaya mengatasi over capacity dari timbulan sampah.
- Pengelolaan sampah dengan metode 3R; 1) Reduce, yaitu dengan mengurangi sampah sebagai contoh penggunaan kertas dapat digantikan dengan mengumpulkan makalah atau

tugas dalam bentuk softfile; 2) Reuse, yaitu menggunakan Kembali barang bekas, sebagai contoh sampah botol plastik, masyarakat dapat menggunakan botol minum yang dapat digunakan kembali, dan 3) Recycle, yaitu mendaur ulang sampah.

- Pengelolaan sampah dengan konsep recycle diantaranya pengelolaan sampah organik yaitu sampah yang mudah hancur seperti sisa-sisa bahan makanan, dapat diolah menjadi barang yang bernilai ekonomis seperti pupuk Kompos.
- Pembuatan pupuk Kompos membutuhkan adanya Aktivator, atau bioaktivator. Aktivator umumnya di sebut mikroorganisme. Ada dua jenis activator untuk pengomposan, yaitu activator kimia dan alami. Aktivator kimia dijual dipasaran sedang activator alami dapat dibuat sendiri dari bahan bahan yang mengandung 3 komponen; Karbohidrat, glukosa dan sumber bakteri (mikroba).
- Untuk membuat pupuk kompos di butuhkan bahan dan alat seperti Komposter, Bioaktivator dan tentunya sampah organik. Ada 5 jenis spesies bakteri pengikat nitrogen yang dapat menyuburkan tanah yaitu Azotobacter Vinelandii, Clostridium Pasteurinum, Rhizobium Leguminosum, Nitrosomonas sp, Nitrossococcus sp dan Nitrobacter

Latihan Soal :

1. Sampah yang bersumber dari rumah tangga umumnya terbagi dalam dua jenis yaitu sampah organik dan anorganik. Apakah cara berikut ini yang tepat dapat dilakukan oleh masyarakat terhadap sampah anorganik?
 - a. Membuang dibawah pohon sebagai penyubur tanaman
 - b. Melakukan *reduce*, *recycle* dan menimbun di kebun/halaman
 - c. Memproses dengan *Incenerator*
 - d. *Membakar*
 - e. Mendaur ulang
2. Sampah organik tanpa diolah akan mengalami pembusukan tersendiri, namun apabila tidak di tangani dengan baik, dapat berdampak pada Kesehatan, selain menyebabkan penyakit

- diare, gatal-gatal dll, sampah organik yang membusuk dapat mencemari udara. Apakah jenis pencemaran udara tersebut?
- Menghasilkan gas beracun amoniak
 - Menghasilkan gas beracun Metan
 - Menghasilkan gas beracun Asam sulfat
 - Menghasilkan gas beracun amoniak dan sulfat
 - Menghasilkan gas beracun amoniak, Metan dan Asam Sulfat
3. Terdapat 5 spesies bakteri pengikat nitrogen dan dapat bertumbuh subur dalam kompos dan umumnya bakteri tersebut hidup bebas menghasilkan amonia yang berlipah didalam tanah sehingga mampu menyuburkan tanaman, khususnya kelompok jagung-jagungan dan gandum. Apakah spesies bakteri tersebut ?
- Azotobacter Vinelandii
 - Clostridium Pasteurinum
 - Rhizobium Leguminosum
 - Nitrosomonas sp
 - Nitrobacter
4. Pada pembuatan pupuk kompos, dikatakan berhasil dan jadi yang paling mudah diamati apabila memenuhi ciri-ciri kompos. Apakah ciri-ciri fisik kompos tersebut ?
- Warna coklat, Aroma bau tanah, ditekan lunak
 - Warna kehitaman, Aroma bau menyengat, ditekan lunak
 - Warna coklat kehitaman, Aroma kompos menyengat, gembur
 - Warna coklat kehitaman, Aroma kompos bau humus, ditekan lunak
 - Warna coklat kehitaman, Aroma kompos menyengat, ditekan lunak
5. Parameter untuk mengetahui kematangan pupuk kompos padat, selain harus memenuhi ciri-ciri fisik. Syarat apa lagi yang harus terpenuhi?
- C/N - rasio mempunyai nilai (10 - 20): 1
 - C/N - rasio mempunyai nilai (20 - 20): 1
 - C/N - rasio mempunyai nilai (30 - 20): 1
 - C/N - rasio mempunyai nilai (40 - 20): 1
 - C/N - rasio mempunyai nilai (50 - 20): 1

DAFTAR PUSTAKA

- Ali.A., Junda.M, Rante.H, dan Nuramelia.R.2018. Characterization of Actinomycetes Antagonist *Fusarium oxysporum* f.sp *passiflora* Isolated from Rhizosphere Soil of Purple Passion Fruit Plants, South Sulawesi, Indonesia. *Journal of Physics*
- Badji, B., A. Zitouni, F. Mathieu, A. Lebrihi, and N. Sabaou. 2006. Antimicrobial compounds produced by *actinomadura* sp. AC104 isolated from an Algerian Sahara soil. *Canadian Journal of Microbiology*. 55 (4): 328-373.
- Cao, L., Z. Qiu, X. Dai, H. Tan, Y. Lin & S. Zhou. 2004. Isolation of Endophytic Actinomycetes from Roots and Leaves of Banana (*Musa acuminata*) and their Activities against *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*. *World J. Microbiol. Biotech.* 20: 381-385
- Fatmawati.U, Santosa.S, Rinanto.Y. 2014. Aktivitas Antibakteri Actinomycetes Yang Diisolasi Dari TPA Putri Cempo Mojosoong Surakarta. Seminar Nasional XI Pendidikan Biologi FKIP UNS. Proceeding Biology Education Conference. Vo. 11, No.1 (2014). ISSN 2528-5742. <https://jurnal.uns.ac.id/prosbi/article/viewFile/7778/694> 4.
- Firmansyah, M. A. 2010. *Teknik pembuatan kompos*.
- Gonawala S S and Hemali Jardosh. 2017. Organic Waste in Composting: A brief review. *International Journal of Current Engineering and Technology*, vol.8.
- Herlina, F. 2010. Bioactivators Effectiveness and Utilization in Bulking Agents of Water Hyacinth As Compost. *Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al-Banjari Banjarmasin*, 35–44.
- Indah.F. 2018. Cara Membuat Aktivator Kompos Alami. <https://tehdanubi.blogspot.com/2018/04/cara-membuat-aktivator-kompos-alami.html>
- Indrianti, Y. H., & Prasetya W, B. 2017. Cara Mudah & Cepat Buat Kompos (1st ed.). Depok: Penebar Swadaya.
- Laila. 2022. Pengertian Limbah Domestik & Contoh Limbah Domestik

- Diakses 08 Oktober 2022.
https://www.gramedia.com/literasi/limbah-domestik/#Pengelolaan_Limbah_Domestik
- Mandey, L.C., Tarore, D., Santoso, R.S., & Kandou, A. STP. 2005. Produksi Kompos Aktif Organik dengan Menggunakan Teknologi Dekomposer dan Penerapannya Kepada Petani di Kabupaten Minahasa Utara.
- Mulyono. 2016. membuat Mikroorganisme Lokal (MOL) dan Kompos dari Sampah Rumah Tangga. Cetakan pertama. PT.AgroMedia Pustaka.
- Riset, K., Tinggi, P., Bppt, G., Lantai, I. I., Mh, J., No, T., Pusat, J., & Si, M. 2020. Proposal Pengabdian Kepada Masyarakat (Ppm) 2019 (Issue 8).
- Rahayu, T. 2010, Isolasi Rare Actinomycetes dari Pasir Pantai Depok Daerah Istimewa Yogyakarta yang berpotensi Antibiotik terhadap E. coli Multiresisten, Skripsi, Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta
- Sentulfresh, Mikroorganisme dalam Pembuatan Kompos. Diakses tanggal 08 Oktober 2022.
<https://sentulfresh.com/mikroorganisme-dalam-pembuatan-kompos/>
- Sulistiyorini.L. 2005. Pengelolaan Sampah Dengan Cara Menjadikannya Kompos. Jurnal Kesehatan Lingkungan. Vol. II, NO. 1, Juli 2005: 77 – 84.
- Sartini. 2022. Mengenal Pupuk Nitrogen dan Fungsinya Bagi Tanaman Balittra (Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa) Banglitbangtan-Kementerian-Pertanian. Diakses 15 Oktober 2022.
<http://balittra.litbang.pertanian.go.id/index.php/berita/info-aktual/1571-mengenal-pupuk-nitrogen-dan-fungsinya-bagi-tanaman>
- Susianingsih.E dan Nurbaya. 2011. Jenis Dan Dosis Aktivator Pada Pembuatan Kompos Berbahan Baku Makroalga. Media Akuakultur Volume 6 Nomor 1 Tahun 2011.
<https://docplayer.info/75088704-Jenis-dan-dosis-aktivator-pada-pembuatan-kompos-berbahan-baku-makroalga.html>
- Sutanto, R. 2002. *Pertanian Organik: Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan*. Kanisius

- Supini.E. 2022a. Panduan Cara Membuat Komposter Sederhana dengan Mudah
<https://paktanidigital.com/artikel/panduan-cara-membuat-komposter-sederhana-dengan-mudah/#.Y0Zz6nZBzIU>
- Umo, W.D., Y. Retnowati, dan N. Kandowangko. 2012. Biodiversitas actinomycetes pada kawasan mangrove desa Bulalo kecamatan Kwandang dan uji potensi sebagai penghasil antibiotika. Laporan Penelitian I-Mhere. Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo. 42 hlm.
- Waluyo, Lud. 2009. Mikrobiologi Lingkungan. Malang: UMM Press
- Wahyuni.S, Ali.A, Karim.H. 2022. Isolasi dan Karakterisasi Actinomycetes dari Beberapa Sentra Perkebunan Bawang Antagonis *Fusarium oxysporum* f.sp cepae dan Perkecambahan Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Varietas Tuktuk.. Di akses 08 Oktober 2022.
- Yuliananda.S, Utomo.P.P, Golddin.R.M. 2019. Pemanfaatan Sampah Organik Menjadi Pupuk Kompos Cair Dengan Menggunakan Komposter Sederhana. Jurnal Abdikarya: Jurnal Karya Pengabdian Dosen dan Mahasiswa April 2019 Vol 03 No 02, E-ISSN :2655-9706

BAB 9

PENGOLAHAN SAMPAH DENGAN LAHAN LUAS

Oleh Irwanto

9.1 Pendahuluan

Permasalahan dalam manajemen sampah atau kebersihan, sebaiknya menjadi prioritas pembangunan yang sejajar dengan pembangunan lainnya. Namun hal tersebut masih dirasakan belum seimbang jika mengamati sebagian besar perencanaan kota atau kawasan belum mempunyai perencanaan sistem pengelolaan sampah yang professional. Di lain pihak, pekerjaan pembersihan kota masih dianggap pekerjaan sepele, sehingga tidak terlalu serius untuk memikirkan hal tersebut.

Namun dengan adanya kemajuan pola penanganan sampah, telah muncul alternatif penanganan yang dapat direncanakan yang lebih professional guna menunjang optimasi penanganan kebersihan kota dan pembangunan berkelanjutan. Pendekatan yang dipakai adalah pendekatan sistem yang meliputi aspek kelembagaan, teknis operasional, pembiayaan, hukum serta partisipasi masyarakat. Sistem pengelolaan sampah terpadu merupakan salah satu alternatif pendekatan sistem yang patut dipikirkan (Chrisna Pudyawardhana, Tanpa Tahun). Permasalahan sampah semakin bertambah seiring dengan meningkatnya jumlah manusia maupun hewan yang pada dasarnya merupakan penghasil sampah. Permasalahan sampah yang terkait dengan lokasi area terbuka yaitu tempat penampungan sampah menjadi permasalahan tersendiri di perkotaan (Suyono, 2010).

Sampah adalah salah satu penyumbang gas rumah kaca dalam bentuk CH₄ dan CO₂ (karbondioksida). Pembuangan sampah terbuka (*open dumping*) di tempat pembuangan akhir (TPA) sampah mengakibatkan sampah organik yang tertimbun mengalami dekomposisi. Proses dekomposisi itu menghasilkan gas CH₄ (*methane*). Sampah yang dibakar juga akan menghasilkan

karbondioksida. Gas methane mempunyai kekuatan merusak 20 kali lipat dari gas karbondioksida. Dengan keadaan ini generasi manusia selanjutnya tidak akan pernah melihat air mengalir dari kran karena habisnya mata air pegunungan. Begitu pula tanah menjadi tandus tanpa pepohonan (Nining Latianingsih, Dewi Winarni Susyanti & Iis Mariam, 2018).

Sampah merupakan masalah yang dihadapi di hampir seluruh Negara di dunia. Indonesia adalah salah satu negara yang mempunyai masalah persampahan yang cukup kompleks dikarenakan jumlah penduduk di Indonesia menempati urutan ke-4 terbanyak di dunia. Ibu kota Jakarta merupakan salah satu wilayah yang mengalami perkembangan penduduk yang sangat pesat dan dijuluki sebagai tempat untuk mencari nafkah atau mencari kerja yang layak untuk penghidupan. Di sisi lain dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk yang mempengaruhi kuantitas dan kualitas sampah yang dihasilkan, maka perlu ada penanganan yang dilakukan untuk meminimalisir dampak negatif terhadap kesehatan dan gangguan kelestarian fungsi lingkungan akibat sampah.

Proses penanganan sampah dimulai dari proses pengumpulan sampah dengan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) secara umum memerlukan waktu yang berbeda sehingga diperlukan ruang untuk menampung sampah pada masing-masing proses tersebut (I Made Wahyu Widyarsana & Athaya Dhiya Zafira, 2015). Baik kualitas sampah sangat mempengaruhi berbagai kegiatan masyarakat (Wahyuningsih, 2004). Kegiatan ini berupa konsumsi dan aktivitas lainnya yang akan menghasilkan sisa atau buangan sampah.

Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat. Setiap individu pasti menghasilkan sampah dan jumlah yang bervariasi setiap harinya dan jumlah volume sampah semakin meningkat, dengan peningkatan pertumbuhan penduduk kota. Peningkatan dan pertumbuhan pola hidup masyarakat karena meningkatnya kesejahteraan mereka. Sampah merupakan salah satu permasalahan serius yang tidak kunjung terselesaikan di negara maju atau negara yang sedang berkembang salah satunya Indonesia, dimana menurut data statistika Indonesia tahun 2017

bahwa jumlah penduduk Indonesia mencapai 258,705 juta jiwa dan akan meningkat setiap tahunnya, maka dari itu salah satu faktor meningkatnya jumlah timbulan sampah adalah laju pertumbuhan penduduk di Indonesia (Himmah, 2014).

Pengertian sampah menurut *World Health Organization* (WHO) adalah sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang dibuang yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya (Chandra, 2006). Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup Tahun 2018 menyebutkan bahwa jumlah timbulan sampah secara nasional sebesar 175,00 ton/hari. Apabila volume sampah semakin meningkat maka perlu adanya penanganan yang dilakukan untuk meminimalisir dampak negatif dari sampah (Widyarsana, 2015).

Definisi sampah menurut UU No 18 Tahun 2008 adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dengan volume dan konsentrasi tertentu sehingga diperlukan pengolahan secara khusus. Penguraian sampah dapat menggunakan mikroorganisme dengan hasil akhir gas metana (CH_4) dan gas hidrogen sulfida (H_2S) yang dapat meracuni makhluk hidup melalui sistem pernafasan. Sedangkan, sampah lain yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme adalah sampah berbahan plastik, logam, kaca, karet, dan sejenisnya.

Soemirat (2009) menyatakan bahwa beberapa faktor penting yang mempengaruhi sampah antara lain:

- a. Jumlah penduduk, semakin banyak penduduk, semakin banyak pula sampahnya. Pengelolaan sampah ini pun berpacu dengan laju pertumbuhan jumlah penduduk.
- b. Keadaan sosial ekonomi, semakin tinggi keadaan sosial ekonomi masyarakat, semakin banyak pula jumlah per kapita sampah yang dibuang tiap harinya. Kualitas sampahnya pun semakin banyak yang bersifat non organik atau tidak dapat membusuk. Perubahan kualitas sampah ini, tergantung pada bahan yang tersedia, peraturan yang berlaku, serta kesadaran masyarakat akan persoalan persampahan. Peningkatan kesejahteraan akan meningkatkan kegiatan konstruksi dan pembaharuan terhadap bangunan-bangunan, penambahan transportasi dengan konsekuensi bertambahnya volume dan jenis sampah.

- c. Kemajuan teknologi, kemajuan teknologi akan menambah jumlah maupun kualitas sampah, karena pemakaian bahan baku yang semakin beragam, cara pengepakan dan produk manufaktur yang semakin beragam dapat mempengaruhi jumlah dan jenis sampahnya.

Menurut SNI 19-3964-1995, bila pengamatan lapangan belum tersedia, maka untuk menghitung besaran sistem, dapat digunakan angka timbulan sampah sebagai berikut:

1. Kota sedang (jumlah penduduknya antara 100.000-500.000) = 2,75 - 3,25 L/orang/hari atau 0,070-0,080 kg/orang/hari.
2. Kota kecil (jumlah penduduknya < 100.000) = 2,5 - 2,75 L/orang/hari atau 0,625 - 0,70 kg/orang/hari (Asmi Citra Malina, Suhasman, Asikin Muchtar, & Sulfahri, 2017).

Masalah sampah berkaitan erat dengan pola hidup serta budaya masyarakat itu sendiri. Pengelolaan persampahan dapat melibatkan penggunaan dan pemanfaatan berbagai sarana dan prasarana persampahan mulai dari pewadahan, pengumpulan, pemindahan, pengangkutan, pengolahan hingga pembuangan akhir (Sahil, et.al., 2016). Belum terdapat perencanaan pengolahan sampah mengakibatkan kurang maksimalnya sistem pengolahan sampah, selain itu belum adanya tempat pengolahan sampah mejadi permasalahan mendasar (Sari, 2016). Paradigma pengelolaan sampah di wilayah perencanaan masih bertumpu pada kumpulangkut-buang, dimana sudah saatnya diganti dengan paradigma baru pengelolaan sampah yaitu kumpul-olah-angkut-olah-buang yang memandang sampah sebagai sumber daya yang mempunyai nilai ekonomi dan dapat dimanfaatkan, misalnya untuk kompos, pupuk dan lainnya (Sitanggang et.al., 2017).

Dampak negatif yang dapat ditimbulkan oleh volume sampah yang tinggi yang tidak dikelola dengan baik adalah gangguan kesehatan, menurunkan kualitas lingkungan, menurunkan estetika lingkungan dan terhambatnya pembangunan negara. Agar pengelolaan sampah berlangsung dengan baik dan mencapai tujuan yang diinginkan, maka setiap kegiatan pengelolaan sampah harus mengikuti filosofi pengelolaan sampah.

Filosofi pengelolaan sampah sudah kita kenal adalah bahwa semakin sedikit dan semakin dekat sampah dikelola dari sumbernya, maka pengelolaannya akan menjadi lebih mudah dan baik, serta lingkungan yang terkena dampak juga semakin sedikit. Sampah anorganik adalah sampah yang dihasilkan dari bahan-bahan non-hayati, baik berupa produk sinterik maupun hasil proses teknologi pengolahan bahan tambang. Sampah anorganik ialah sampah yang dihasilkan dari bahan-bahan non hayati baik berupa produk sinterik maupun hasil proses teknologi pengolahan bahan tambang atau sumber daya alam dan tidak dapat diuraikan oleh alam, Contohnya: botol plastik, tas plastik, kaleng (Novi Marliani, 2014).

Sampah dan turunannya, secara umum dapat didefinisikan sebagai segala macam buangan yang dihasilkan dari aktivitas manusia atau hewan yang sudah tidak dapat digunakan lagi. Sampah terbagi atas tiga kategori umum yaitu sampah perkotaan, sampah industri dan sampah berbahaya. Pengelolaan teknis sampah perkotaan dari berbagai sumber penghasilnya berakhir di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) (M. Debby Rizani, 2010).

Pertambahan jumlah penduduk, perubahan pola konsumsi, dan gaya hidup masyarakat telah meningkatkan jumlah timbulan sampah, jenis, dan keberagaman karakteristik sampah. Meningkatnya daya beli masyarakat terhadap berbagai jenis bahan pokok dan hasil teknologi serta meningkatnya usaha atau kegiatan penunjang pertumbuhan ekonomi suatu daerah juga memberikan kontribusi yang besar terhadap kuantitas dan kualitas sampah yang dihasilkan. Meningkatnya volume timbulan sampah memerlukan pengelolaan.

Pengelolaan sampah yang tidak mempergunakan metode dan teknik pengelolaan sampah yang ramah lingkungan selain akan dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan juga akan sangat mengganggu kelestarian fungsi lingkungan baik lingkungan pemukiman, hutan, persawahan, sungai dan lautan. Syarat lainnya yang harus dipenuhi, yaitu tidak mencemari udara, air dan tanah, tidak menimbulkan bau (tidak mengganggu nilai estetis), tidak menimbulkan kebakaran dan yang lainnya (Azwar, 1986).

Pengelolaan sampah di perkotaan juga memiliki faktor-faktor pendorong dan penghambat dalam upaya peningkatan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah. Menurut hasil penelitian Nitikesari (2005) faktor-faktor tersebut di antaranya adalah tingkat pendidikan, penempatan tempat sampah di dalam rumah, keberadaan pemulung, adanya aksi kebersihan, adanya peraturan tentang persampahan dan penegakan hukumnya. Sampah dengan volume paling tinggi adalah sampah di rumah tangga.

9.2 Pengolahan Sampah

Sampah merupakan suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari sumber hasil aktifitas manusia maupun alam yang belum memiliki nilai ekonomis. Sampah berasal dari rumah tangga, pertanian, perkantoran, perusahaan, rumah sakit, pasar, dan sebagainya. Secara garis besar, sampah dibedakan menjadi: (1). Sampah organik/basah, Contoh: Sampah dapur, sampah restoran, sisa sayuran, rempah-rempah atau sisa buah dan lain-lain yang dapat mengalami pembusukan secara alami. (2) Sampah anorganik/kering, Contoh : logam, besi, kaleng, plastik, karet, botol, dan lain-lain yang tidak dapat mengalami pembusukan secara alami. (3). Sampah berbahaya, Contoh: Baterai, botol racun nyamuk, jarum suntik bekas dan lain-lain.

Pengolahan sampah merupakan bagian dari penanganan sampah dan menurut UU no 18 Tahun 2008 didefinisikan sebagai proses perubahan bentuk sampah dengan mengubah karakteristik, komposisi, dan jumlah sampah. Pengolahan sampah merupakan kegiatan yang dimaksudkan untuk mengurangi jumlah sampah, disamping memanfaatkan nilai yang masih terkandung dalam sampah itu sendiri (bahan daur ulang, produk lain, dan energi). Pengolahan sampah dapat dilakukan berupa: pengomposan, recycling/daur ulang, pembakaran (insinerasi), dan lain-lain. Jenis pembakaran dapat dibedakan atas:

1. Pembakaran stoikiometrik, yaitu pembakaran yang dilakukan dengan suplai udara/oksigen yang sesuai dengan kebutuhan untuk pembakaran sempurna.

2. Pembakaran dengan udara berlebih, yaitu pembakaran yang dilakukan dengan suplai udara yang melebihi kebutuhan untuk berlangsungnya pembakaran sempurna.
3. Gasifikasi, yaitu proses pembakaran parsial pada kondisi substoikiometri, di mana produknya adalah gas-gas CO, H₂, dan hidrokarbon.
4. Pirolisis, yaitu proses pembakaran tanpa suplai udara.

Berdasarkan metoda pengolahan dan tanggung jawab pengelolaan maka skala pengolahan dapat dibedakan atas beberapa skala yaitu: (1) Skala individu; yaitu pengolahan yang dilakukan oleh penghasil sampah secara langsung di sumbernya (rumah tangga/kantor). Contoh pengolahan pada skala individu ini adalah pemilahan sampah atau komposting skala individu. (2) Skala kawasan; yaitu pengolahan yang dilakukan untuk melayani suatu lingkungan/ kawasan (perumahan, perkantoran, pasar, dan sebagainya). Lokasi pengolahan skala kawasan dilakukan di TPST (Tempat Pengolahan Sampah Terpadu). Proses yang dilakukan pada TPST umumnya berupa: pemilahan, pencacahan sampah organik, pengomposan, penyaringan kompos, pengepakan kompos, dan pencacahan plastik untuk daur ulang. (3) Skala kota; yaitu pengolahan yang dilakukan untuk melayani sebagian atau seluruh wilayah kota dan dikelola oleh pengelola kebersihan kota. Lokasi pengolahan dilakukan di Instalasi Pengolahan Sampah Terpadu (IPST) yang umumnya menggunakan bantuan peralatan mekanis (Materi Pelatihan Berbasis Kompetensi Bidang Persampahan (Balai Teknik Air Minum dan Sanitasi Wilayah 2, Wiyung – Surabaya, 2010).

Pengolahan sampah merupakan bagian penting dalam penanganan sampah untuk merubah sampah menjadi bentuk yang lebih stabil dan tidak mencemari lingkungan serta mengurangi jumlah sampah yang harus ditimbun di TPA (Tempat Pemrosesan Akhir). Pengelola dari proses pengolahan ini sangat tergantung dari dimana proses pengolahan dilakukan. Pengolahan skala sumber, sangat berperan dalam mengurangi jumlah sampah yang harus dikelola. Adanya konsep 3R (*reduce*, *reuse* dan *recycle*) serta pengelolaan sampah berbasis masyarakat mulai merubah paradigma masyarakat tentang sampah. Sampah adalah sumber

daya yang harus dikelola sejak mulai dari sumber sampah. (Materi Pelatihan Berbasis Kompetensi Bidang Persampahan (Balai Teknik Air Minum dan Sanitasi Wilayah 2, Wiyung – Surabaya, 2010)

Pengumpulan sampah pada lokasi timbunan sampah merupakan hal selanjutnya yang perlu diketahui, berbagai permasalahan pada kegiatan pengumpulan sampah antara lain banyaknya timbunan sampah yang terkumpul tapi tidak tertangani (diangkut/ditanam) sehingga pada saat sampah tersebut menjadi terdekomposisi dan menimbulkan bau yang akan mengganggu pernafasan dan mengundang lalat yang merupakan pembawa dari berbagai jenis penyakit. Tempat sampah yang memadai menjadi hal yang sangat langka pada kawasan yang padat penduduknya. Sungai dianggap merupakan salah satu tempat pembuangan sampah yang paling mudah bagi masyarakat perkotaan. Hal tersebut dilakukan tanpa memikirkan apa yang akan terjadi kemudian, memang untuk sementara sampah yang dihasilkan tidak tertimbun pada lokasi penimbunan sampah tetapi untuk jangka panjang akan menyebabkan berbagai masalah yang tidak kalah besarnya.

Pengangkutan sampah dari tempat pembuangan sementara ke tempat pembuangan akhir merupakan kegiatan selanjutnya yang perlu dipikirkan. Memindahkan sampah dari tempat pembuangan sampah sementara yang hanya ditimbun dan tidak ditempatkan pada tempat penampungan akan menyebabkan kesulitan pada saat memindahkan sampah tersebut. Proses pemindahan tersebut harus dilakukan cepat agar tidak mengganggu kelancaran lalu lintas dan penggunaan truk pengangkut menjadi efisien. Pengangkutan dari TPS ke TPA banyak yang dilakukan dengan menggunakan truk bak terbuka dan sudah bocor, sehingga sering terjadi sampah dan cairan sampah yang diangkut tersebar disekitar rute perjalanan. Hal ini menjadikan keindahan kota terganggu karena sampah tercecer dan bau yang ditimbulkan akan mengganggu pernafasan (Nahadi, Tanpa Tahun).

Pengelolaan sampah biasanya dilakukan untuk mengurangi dampaknya terhadap kesehatan, lingkungan atau keindahan. Pengelolaan sampah juga dilakukan untuk memulihkan Sumber Daya Alam (SDA). Pengelolaan sampah bisa melibatkan zat padat, cair maupun gas serta radioaktif dengan metode dan

keahlian khusus untuk masing-masing jenis zat. Praktik pengelolaan sampah berbeda-beda antara negara maju dan negara berkembang, antara perkotaan dan perdesaan berbeda juga antara daerah perumahan dan daerah industri. Pengelolaan sampah yang tidak berbahaya dari permukiman dan industri di area metropolitan biasanya menjadi tanggung jawab pemerintah daerah. Sedangkan untuk sampah di daerah komersil dan industri ditangani oleh perusahaan pengolah sampah (Rinrin Migristine, 2007).

Tempat Pengolahan Sampah (TPS) 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*), mempunyai peranan penting dalam pengelolaan persampahan pada skala komunal atau kawasan, dengan melibatkan peran aktif pemerintah dan masyarakat. Daur ulang sampah perkotaan merupakan salah satu kegiatan yang harus dilakukan secara maksimal oleh pemerintah. Pada prinsipnya, penerapan TPS 3R diarahkan pada konsep Reduce (mengurangi), Reuse (menggunakan kembali), dan Recycle (daur ulang), di mana dilakukan upaya untuk mengurangi sampah dari sumbernya pada skala komunal atau kawasan, untuk mengurangi beban sampah yang harus diolah secara langsung di TPA sampah (Dirjen Cipta Karya, 2017).

Pengelolaan sampah merupakan kegiatan penanganan sampah yang dimulai dari sumber, serta kegiatan pengolahan dan daur ulang sampah (Damanhuri, 2010). Menurut Tchobanoglous, et.al (1993) sampah adalah bahan buangan padat atau semi padat yang dihasilkan dari aktivitas manusia atau hewan yang dibuang karena tidak diinginkan atau tidak digunakan kembali. Sampah dapat menimbulkan pencemaran tanah, air dan udara. Sampah yang sukar membusuk akan mengakibatkan pencemaran tanah, sedangkan sampah yang dibakar akan menghasilkan gas-gas yang dapat mencemari udara dan air rembesan hasil pembusukan sampah akan menyebabkan pencemaran air.

Salim (2010) mengatakan bahwa permasalahan sampah merupakan masalah umum yang dikarenakan pertambahan penduduk yang diikuti oleh proses urbanisasi dan perubahan pola konsumsi dari bahan alami ke bahan buatan manusia dan teknologi. Seiring dengan perkembangan Kabupaten Serang, keberadaan sampah harus ditangani secara serius karena apabila

tidak dikelola dengan baik akan mengakibatkan terjadinya perubahan keseimbangan lingkungan dan pencemaran lingkungan yaitu tanah, air dan udara. Paradigma pengelolaan sampah yaitu kumpul-angkut-buang hanya akan menambah beban TPA.

Untuk itu perlu dilakukan pengembangan teknologi pengelolaan sampah. Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup bahwa rata-rata komposisi sampah terbesar di Indonesia adalah sampah organik sebesar 60%. Sampah organik basah dapat dijadikan sumber daya sebagai pupuk kompos melalui teknologi pengomposan. Sedangkan organik kering seperti kertas, kayu dan anorganik seperti plastik, kaca, besi dapat dimanfaatkan kembali melalui mekanisme 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*) Penelitian oleh Annisa (2015) menyatakan bahwa sampah di TPA berpotensi untuk bahan baku RDF (*Refuse Derived Fuel*) yakni sebesar 27,62 % sampah mudah terbakar dan 24,63 sampah organik kering. RDF merupakan salah satu teknik penanganan sampah dengan mengubah sampah menjadi sesuatu yang bermanfaat yaitu bahan bakar.

Selain memacu program pemerintah dalam mengurangi beban TPA melalui teknologi pengelolaan sampah, juga perlu dilakukan pemberdayaan masyarakat dalam upaya melakukan pengurangan sampah pada sumbernya. Pengurangan sampah dengan mekanisme 3R menjadi prioritas utama dimana keberhasilan konsep ini membutuhkan komitmen pemerintah daerah terutama instansi berwenang yang disertai dengan keterpaduan dengan sistem penanganan sampah secara keseluruhan.

Pengelolaan sampah menurut Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012 adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah. Jadi selain pengurangan sampah perlu menjadi perhatian adalah penanganan sampah yang meliputi pemilahan, pengumpulan, pengangkutan dan pengolahan dan Pemrosesan Akhir Sampah di TPA. Pengelolaan sampah yang terpadu mulai dari sumber hingga hilir akan meminimalkan dampak yang timbul dari sampah seperti timbulnya berbagai penyakit, pencemaran lingkungan baik air, udara dan tanah. Dengan pengelolaan yang baik sampah justru akan menjadi sumber daya yang bermanfaat

dan dapat menjadi sumber energi terbarukan (Rahmawati Yustikarini dkk, 2017).

Dalam upaya pengurangan jumlah timbunan sampah yang ada di tempat pembuangan sementara perlu adanya perencanaan bentukbaru yaitu TPS 3R yang mempunyai konsep utama yaitu mengurangi jumlah dan memperbaiki karakteristik sampah yang akandiolah di TPA. Untuk merencanakan sistem pengelolaan sampah suatu wilayah diperlukan data timbunan, komposisi, karakteristik sampah yang dapat digunakan sebagai acuan penentuan metode yang efektif dalam pengelolaan dan pengolahan sampah yang dihasilkan, seperti pengomposan (Ruslinda, 2012).

Sampah merupakan semua buangan yang berbentuk padat maupun semi-padat yang dihasilkan dari kegiatan manusia maupun hewan, di mana keberadaannya sudah tidak digunakan dan dimanfaatkan lagi (Tchobanoglous, 1993). Salah satu peningkatan volume sampah adalah pertambahan jumlah penduduk dan disertai dengan pertumbuhan ekonomi, sehingga hal tersebut membuat peningkatan jumlah volume sampah secara kuantitatif maupun kualitatif. Pengelolaan sampah merupakan kegiatan penanganan sampah yang dimulai dari sumber, serta kegiatan pengolahan dan daur ulang sampah, (Damanhuri, 2010).

Jika tidak dikelola dengan baik dapat berdampak pada kebersihan dan mencemari lingkungan. Penanganan sampah harus dilakukan secara maksimal sehingga menanggulangi berbagai masalah yang telah terjadi (Johana S. Sumarab, Isri R. Mangangka & Cindy J. Supit, 2022). Pada prinsipnya, penyelenggaraan TPS 3R diarahkan pada konsep *Reduce* (mengurangi), *Reuse* (menggunakan kembali), dan *Recycle* (daur ulang), dimana dilakukan upaya untuk mengurangi sampah sejak dari sumbernya pada skala komunal atau kawasan, untuk mengurangi beban sampah yang harus diolah secara langsung di TPA sampah (Dirjen Cipta Karya, 2017). Dengan demikian dapat membantu memperpanjang umur penggunaan TPA.

9.2.1 Penanganan Sampah

Tchobanoglous, et.al (1993) mengatakan bahwa sampah merupakan bahan buangan padat atau semi padat yang dihasilkan dari aktivitas manusia atau hewan yang dibuang karena tidak

diinginkan atau tidak digunakan kembali. Sampah dapat menimbulkan pencemaran tanah, air dan udara. Sampah yang sukar membusuk akan mengakibatkan pencemaran tanah, sedangkan sampah yang dibakar akan menghasilkan gas-gas yang dapat mencemari udara dan air rembesan hasil pembusukan sampah akan menyebabkan pencemaran air (Rahmawati Yustikarini dkk, 2017).

Senada juga yang diungkapkan oleh Salim (2010) yang mengatakan bahwa permasalahan sampah merupakan masalah umum yang dikarenakan pertambahan penduduk yang diikuti oleh proses urbanisasi dan perubahan pola konsumsi dari bahan alami ke bahan buatan manusia dan teknologi. Seiring dengan perkembangan kota, sehingga keberadaan sampah harus ditangani secara serius karena apabila tidak dikelola dengan baik akan mengakibatkan terjadinya perubahan keseimbangan lingkungan dan pencemaran lingkungan yaitu tanah, air dan udara. Paradigma pengelolaan sampah yaitu kumpul-angkut-buang hanya akan menambah beban TPA. Untuk itu perlu dilakukan pengembangan teknologi pengelolaan sampah.

Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup bahwa rata-rata komposisi sampah terbesar di Indonesia adalah sampah organik sebesar 60%. Sampah organik basah dapat dijadikan sumber daya sebagai pupuk kompos melalui teknologi pengomposan. Sedangkan organik kering seperti kertas, kayu dan anorganik seperti plastik, kaca, besi dapat dimanfaatkan kembali melalui mekanisme 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*) Penelitian oleh Annisa (2015) menyatakan bahwa sampah di TPA berpotensi untuk bahan baku RDF (*Refuse Derived Fuel*) yakni sebesar 27,62 % sampah mudah terbakar dan 24,63 sampah organik kering. RDF merupakan salah satu teknik penanganan sampah dengan mengubah sampah menjadi sesuatu yang bermanfaat yaitu bahan bakar.

Selain memacu program pemerintah dalam mengurangi beban TPA melalui teknologi pengelolaan sampah, juga perlu dilakukan pemberdayaan masyarakat dalam upaya melakukan pengurangan sampah pada sumbernya. Pengurangan sampah dengan mekanisme 3R menjadi prioritas utama dimana keberhasilan konsep ini membutuhkan komitmen pemerintah

daerah terutama instansi berwenang yang disertai dengan keterpaduan dengan sistem penanganan sampah secara keseluruhan.

Pengelolaan sampah menurut Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012 adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah. Jadi selain pengurangan sampah perlu menjadi perhatian adalah penanganan sampah yang meliputi pemilahan, pengumpulan, pengangkutan dan pengolahan dan Pemrosesan Akhir Sampah di TPA. Pengelolaan sampah yang terpadu mulai dari sumber hingga hilir akan meminimalkan dampak yang timbul dari sampah seperti timbulnya berbagai penyakit, pencemaran lingkungan baik air, udara dan tanah. Dengan pengelolaan yang baik sampah justru akan menjadi sumber daya yang bermanfaat dan dapat menjadi sumber energi terbarukan.

9.2.2 Pengolahan Sampah Berbasis Masyarakat

Pendekatan pengelolaan persampahan yang semula didekati dengan wilayah administrasi, dapat diubah dengan melalui pendekatan pengelolaan persampahan secara regional dengan menggabungkan beberapa kota dan kabupaten dalam pengelolaan persampahan. Hal ini sangat menguntungkan karena akan mencapai skala ekonomis baik dalam tingkat pengelolaan TPA, dan pengangkutan dari TPS ke TPA (Nahadi, Tanpa Tahun).

Berbagai prinsip yang perlu dilakukan dalam menerapkan pelaksanaan pengelolaan persampahan secara regional ini adalah sebagai berikut:

- a. Membentuk peraturan daerah bersama yang mengatur pengelolaan persampahan. Peraturan tersebut berisi berbagai hal dengan mempertimbangkan aspek hukum dan kelembagaan, teknik, serta aspek keuangan;
- b. Dari aspek kelembagaan telah ada pemisahan peran yang jelas antara pembuat peraturan, pengatur/pembina dan pelaksana (operator). Dengan adanya pemisahan yang jelas ini, diharapkan penerapan peraturan dapat dilakukan dengan optimal termasuk unsur pembinaan yang berupa sangsi-sangsi yang tegas.
- c. Dari aspek teknis telah diterapkan beberapa indikator-indikator pelayanan, antara lain: (a) Tidak terdapat timbunan sampah

pada tempat terbuka; (b) Pengumpulan sampah harus dilakukan secepat mungkin dan menjangkau seluruh kawasan perkotaan termasuk kawasan rumah tinggal, niaga, fasilitas umum dan tempat-tempat wisata; (c) Sampah hanya dikumpulkan pada TPS atau kontainer sampah yang telah ditentukan; (d) Sampah yang terkumpul pada TPS harus sudah diangkat ke TPA dalam waktu yang kurang dari 24 jam; (e) Pengangkutan dari TPS dan dibuang ke TPA harus tidak menyebabkan kemacetan lalu lintas serta tidak menimbulkan pencemaran sampah maupun cairannya di sepanjang jalan; (f) Pengoperasian TPA dilakukan dengan sistem *sanitary landfill*; (g) Mengoptimalkan manfaat nilai tambah dari sampah dengan menerapkan daur ulang atau melakukan pengomposan.

- d. Dari aspek keuangan, indikator minimal yang harus diterapkan adalah biaya untuk pengelolaan persampahan harus menerapkan prinsip pemulihan biaya (*full cost recovery*), dan sedapat mungkin menghindari dana subsidi dari pemerintah (Nahadi, Tanpa Tahun).

Untuk menerapkan indikator tersebut diatas dapat dilakukan beberapa hal pada tahapan pengelolaan persampahan, yaitu: 1) Pada tahap pengumpulan sampah disumber timbulan harus menerapkan program penghematan lahan TPA yaitu dengan melakukan pemisahan jenis-jenis sampah (sampah organik dan non organik). Untuk dapat melaksanakan pemisahan ini perlu dilakukan hal-hal sebagai berikut: konsumen perlu menyediakan tempat sampah yang terpisah untuk sampah yang organik dan non organik, melakukan sosialisasi dan pelatihan bagi pemisah sampah di sumber timbulan.

Pengatur perlu membuat Peraturan Daerah yang mengatur tentang pelaksanaan pemisahan jenis sampah, disertai dengan *enforcement* yang ketat. Untuk kawasan fasilitas umum perlu ada operator pengumpulan sampah, yang ditunjuk oleh badan pengatur dan pembiayaannya dilakukan melalui subsidi silang dari kawasan komersial atau domestik, atau melalui subsidi pemerintah daerah yang diberikan dengan cara pelelangan, dimana operator yang paling rendah meminta subsidi pemerintah daerah akan ditunjuk sebagai pengelola persampahan di kawasan fasilitas umum, 2)

Tempat pembuangan sementara sedapat mungkin dilakukan dengan menggunakan kontainer tertutup agar mudah diangkut sehingga penggunaan truk akan semakin efisien dan tidak menimbulkan kemacetan lalu lintas pada saat pemindahan sampah dari TPS ke truk pengangkut (Nahadi, Tanpa Tahun).

Hal tersebut akan meningkatkan biaya investasi tetapi biaya operasi dan perawatan serta biaya sosial yang ditimbulkan dapat ditekan menjadi lebih rendah, 3) Dengan menggunakan kontainer sebagai TPS maka, truk pengangkut yang digunakan haruslah yang sesuai dengan kontainer tersebut.

Dengan demikian pemindahan sampah dari TPS cukup dilakukan dengan mengangkat kontainer yang telah disediakan. Hal ini akan mempersingkat waktu pemindahan sampah dari TPS ke TPA. Tempat pembuangan akhir (TPA) yang direkomendasikan oleh para ahli dengan menggunakan sistem *sanitary landfill* dapat dilengkapi dengan sarana pengomposan dan pemanfaatan sampah menjadi bahan baku daur ulang. Sisa sampah yang tidak dapat didaur ulang ataupun dibuat menjadi kompos kemudian dibakar dan disimpan dalam kolam *sanitary landfill*.

Proses ini dapat dinamakan Instalasi pengolahan sampah terpadu (IPST) Proses daur ulang, produksi kompos dan pembakaran tersebut bertujuan untuk memperkecil volume sampah yang dihasilkan, sehingga pembuangan sampah pada kolam sanitari landfill dapat diperkecil dan akhirnya dapat menghemat penggunaan lahan TPA. Pembuatan kompos dapat dilakukan dengan beberapa macam teknologi, diantaranya menggunakan salah satu metodologi di bawah ini; a) metodologi *aerasi*; b) metodologi *turning over* bahan kompos (membolak balik bahan kompos); c) metodologi *open air* atau *reactor based*.

Pemilihan jenis metodologi yang tepat perlu mempertimbangkan beberapa hal diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. proses yang digunakan haruslah ramah terhadap lingkungan;
- b. Biaya investasi tidak terlalu tinggi/ terjangkau;
- c. Biaya operasional dan perawatan pembuatan kompos cukup murah;
- d. Kualitas kompos yang dihasilkan cukup baik dibandingkan dengan pupuk kimia buatan;

- e. Harga kompos dapat terjangkau oleh masyarakat dan penggunaannya dapat bersaing dengan pupuk kimia buatan;
- f. Menggunakan tenaga kerja yang bersifat padat karya.

Persampahan telah menjadi suatu agenda permasalahan utama yang dihadapi oleh hampir seluruh perkotaan di Indonesia. Pesatnya pertumbuhan penduduk yang disertai derasnya arus urbanisasi telah meningkatkan jumlah sampah di perkotaan dari hari keharinya. Keterbatasan kemampuan Dinas Kebersihan dalam menangani permasalahan tersebut menjadi tanda awal dari semakin menurunnya sistem penanganan permasalahan tersebut. Hal ini semakin sulit karena adanya keterbatasan lahan untuk Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah, dan terkendala jumlah kendaraan serta kondisi peralatan yang telah tua. Belum lagi pengelolaan TPA yang tidak sesuai dengan kaidah-kaidah yang ramah lingkungan. Dengan teknologi komposting, sampah dapat diolah menjadi sesuatu yang menguntungkan (Nahadi, Tanpa Tahun).

9.2.3 Lahan untuk Pengolahan Sampah

Sebagaimana telah disinggung sebelumnya, bahwa masalah kebutuhan lahan untuk pembuangan sampah terutama di daerah perkotaan, merupakan kebutuhan yang sangat urgen dan sulit serta mahal untuk memperoleh-nya. Oleh karena itu rancangan pemanfaatan tempat pembuangan akhir sampah harus diarahkan untuk dapat dimanfaatkan kembali sebagai tempat pengolahan sampah selanjutnya, yang memfokuskan reduksi sampah serta pemanfaatan kembali hasil pengolahan, sehingga masalah kebutuhan lahan terjawab dan masalah pencemaran lindi dapat diatasi (Didik Sarudji, 2007).

Pada prinsipnya dalam merancang pemanfaatan lahan bekas TPA harus dimulai dari saat penimbunan sampah dilakukan. Sampah diperlakukan sebagai bahan untuk reklamasi. Lahan yang akan digunakan sebagai area terbuka dalam pengolahan sampah yang akan datang boleh ditimbun sampah sebagai bahan reklamasi. Tetapi area yang dirancang akan didirikan bangunan gedung (perkantoran, ruang mesin dan sejenisnya) tidak boleh diuruk dengan sampah (Didik Sarudji, 2007).

Lahan yang diuruk dengan sampah memungkinkan timbulnya gas metan sehingga apabila gas metan tersebut timbul dan terakumulasi di dalam ruangan/ gedung dalam konsentrasi tertentu (5-15%) dan bercampur dengan oksigen udara dapat menimbulkan ledakan/kebakaran. Dalam pengolahan sampah khususnya untuk daerah yang komposisi sampah organik (*garbage*) nya tinggi maka prioritas pengolahan sampah adalah pemanfaatan sampah *garbage* ini, yang umumnya dibuat kompos atau gas bio. Karena jumlah yang besar dan memerlukan pengolahan dalam waktu yang cukup lama, maka sebagian besar lahan akan terpakai untuk keperluan ini. Dalam pengomposan secara aerobik (*windrow composting*) untuk tempat pengolahan dengan kapasitas 50 ton/hari diperlukan sekitar 2,5 acre atau sekitar 1,01 hektar lahan (Didik Sarudji, 2007).

Dari jumlah ini 1,5 acre untuk pembangunan gedung, tempat peralatan, dan jalan, 1 acre untuk proses pengomposan. Dan setiap penambahan kapasitas 50 ton diperkirakan 1,0 acre lahan ditambahkan untuk pengoperasian pengomposan dan 0,25 acre untuk tambahan gedung dan jalan (Tchobanoglous, G. 1977).

9.2.4 Timbulan Sampah

Timbulan sampah adalah volume sampah atau berat sampah yang di hasilkan dari jenis dan sumber sampah diwilayah tertentu persatuan waktu (Departemen PU, 2004). Timbulan sampah adalah banyaknya sampah yang timbul dari masyarakat dalam satuan volume maupun berat perkapita per hari, atau perluas bangunan, atau sepanjang jalan.

Timbulan sampah sangat diperlukan untuk menentukan dan mendesain peralatan yang digunakan dalam transportasi sampah, fasilitas *recovery* material, dan fasilitas Lokasi Pembuangan Akhir (LPA) sampah. Menurut SNI 19-3964-1995, bila pengamatan lapangan belum tersedia, maka untuk menghitung besaran sistem, dapat digunakan angka timbulan sampah sebagai berikut: 1. Satuan timbulan sampah kota sedang = 2,75 – 3,25 L/orang/hari atau 0,07 – 0,08 kg/orang/hari. 2. Satuan timbulan sampah kota kecil = 2,5 – 2,75 L/orang/hari atau 0,0625 – 0,07 kg/orang/hari. Keterangan: Untuk kota sedang jumlah penduduknya 100.000 < p < 500.000. Untuk kota kecil jumlah penduduknya < 100.000.

Prakiraan timbulan sampah baik untuk saat sekarang maupun dimasa mendatang merupakan dasar dari perencanaan, perancangan dan pengkajian sistem pengelolaan persampahan. Prakiraan timbulan sampah merupakan langkah awal yang biasa dilakukan dalam pengelolaan persampahan. Satuan timbulan sampah biasanya dinyatakan sebagai satuan skala kuantitas perorang atau perunit bangunan dan sebagainya.

Rata-rata timbulan sampah tidak akan sama antara satu daerah dengan daerah lainnya, atau suatu negara dengan negara lainnya. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain (Damanhuri & Padmi, 2010): (1) Jumlah penduduk dan tingkat pertumbuhannya. (2) Tingkat hidup. (3) Perbedaan musim. (4) Cara hidup dan mobilitas penduduk. (5) Iklim. (6) Cara penanganan makanannya.

9.2.5 Tempat Pembuangan Akhir (TPA)

Tempat pembuangan akhir atau TPA adalah suatu areal yang menampung sampah dari hasil pengangkutan dari TPS maupun langsung dari sumbernya (bak/tong sampah) dengan tujuan akan mengurangi permasalahan kapasitas/timbunan sampah yang ada dimasyarakat (Suryono & Budiman 2010).

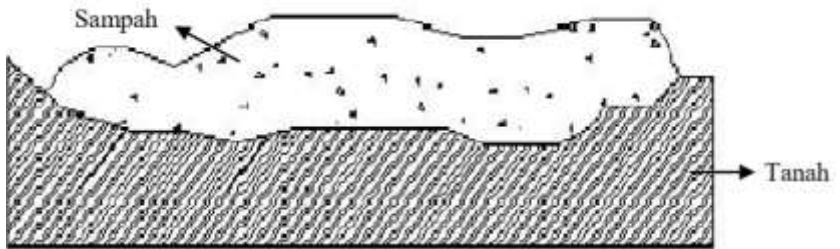
Di TPA, sampah masih mengalami proses penguraian secara alamiah dengan jangka waktu panjang.

9.2.6 Jenis-Jenis Tempat Pembuangan Akhir (TPA)

Menurut Damanhuri & Padmi (2010), berdasarkan tipe lahan urug terdapat 3 sistem pembuangan akhir sampah, yaitu:

1. *Open Dumping*

Sistem *open dumping* merupakan sistem tertua yang dikenal manusia dalam pembuangan sampah, dimana sampah hanya dibuang/ditimbun di suatu tempat tanpa dilakukan penutupan dengan tanah.

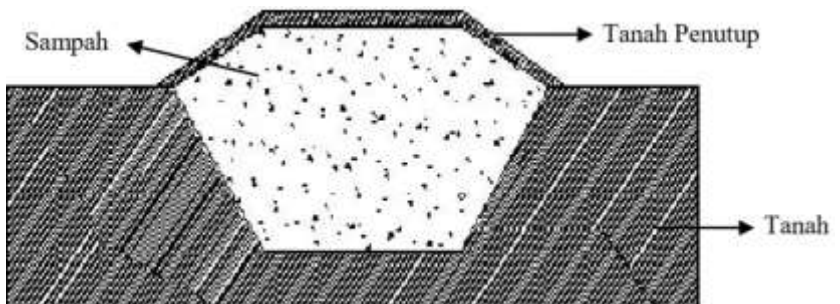


Gambar 9.1 : Sistem *open dumping*
(sumber: Damanhuri & Padmi 2010)

Cara ini tidak direkomendasikan lagi mengingat banyaknya potensi pencemaran lingkungan yang dapat ditimbulkannya seperti: (a) Perkembangan vektor penyakit seperti lalat, tikus, dan sebagainya. (b) Polusi udara oleh bau dan gas yang dihasilkan. (c) Polusi air akibat banyaknya lindi (cairan sampah) yang timbul. (d) Estetika lingkungan yang buruk karena pemandangan yang kotor.

2. ***Controlled Landfill***

Pada sistem ini prinsip penimbunan sampah dilakukan dengan menutup timbunan sampah dengan tanah pada periode tertentu atau setelah timbunan sampah dianggap penuh.



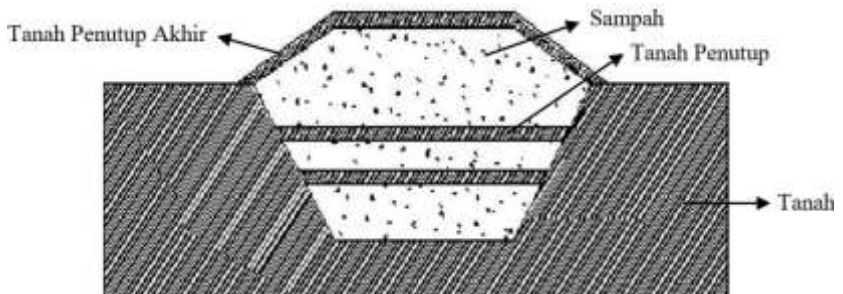
Gambar 9.2 : Sistem *controlled landfill*
(sumber: Damanhuri & Padmi 2010)

Metode ini merupakan peningkatan dari *open dumping* dimana secara periodik sampah yang telah tertimbun ditutup dengan lapisan tanah untuk mengurangi potensi gangguan lingkungan yang ditimbulkan. Dalam operasionalnya juga

dilakukan perataan dan pemadatan sampah untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan lahan dan kestabilan permukaan TPA. Metode *control landfill* dianjurkan untuk diterapkan dikota sedang dan kecil. Untuk dapat melaksanakan metode ini diperlukan penyediaan beberapa fasilitas diantaranya: (a) Saluran drainase untuk mengendalikan aliran air hujan. (b) Saluran pengumpul lindi dan kolam penampungan. (c) Pos pengendalian operasional. (d) Fasilitas pengendalian gas metan. (e) Alat berat.

3. *Sanitary Landfill*

Pada sistem ini sampah ditutup dengan lapisan tanah pada setiap akhir hari operasi. Sistem ini merupakan yang paling dianjurkan untuk pengelolaan sampah akhir.



Gambar 9.3 : Sistem *sanitary landfill*
(sumber: Damanhuri & Padmi 2010)

Sanitary landfill adalah suatu sistem pengolahan sampah dengan mengandalkan areal tanah yang terbuka dan luas dengan membuat lubang bertempat sampah dimasukkan kelubang tersebut kemudian ditimbun, dipadatkan, diatas timbunan sampah tersebut ditempatkan sampah lagi kemudian ditimbun kembali sampai beberapa lapisan yang terakhir ditutup tanah setebal 60 cm atau lebih (Suryono & Budman, 2010).

Metode ini merupakan metode standar yang dipakai secara Internasional dimana penutupan sampah dilakukan setiap hari sehingga potensi gangguan yang timbul dapat diminimalkan. Namun demikian diperlukan penyediaan

prasarana dan sarana yang cukup mahal bagi penerapan metode ini sehingga sampai saat ini baru dianjurkan untuk kota besar dan metropolitan.

9.2.7 Operasional Prosedur Pembuangan Sampah

Pada proses pengolahan sampah di UPTD TPA Manggar terdapat standar operasional prosedur dalam penatalaksanaan sampah yang masuk ke UPTD TPA Manggar. Kendaraan pengangkut sampah yang masuk ke TPA pertama harus melalui pos penjagaan untuk ketertiban truk angkutan yang masuk ke UPT. Selanjutnya truk masuk ke TPA melalui jembatan timbang untuk menghitung jumlah kotor sampah dan truk (timbangan awal) (Kartiwi, Imamujahid Imanullah Al-Amin, 2019).

Pendataan ini dilakukan oleh tim administrasi jembatan timbang. Setelah ditimbang truk diarahkan untuk menuju lokasi *landfield* untuk melakukan pembuangan sampah dibantu dengan truk *excavator* (Kartiwi, Imamujahid Imanullah Al-Amin, 2019). Sampah yang dibuang ke *sanitary landfield* kemudian diratakan menggunakan *buldozzer* untuk menekan sampah agar tumpukan sampah menjadi padat dan tidak mudah longsor. Setelah tumpukan sampah mencapai ketinggian 2 meter tumpukan sampah akan ditimbun dengan tanah setinggi 1 meter.

Penumpukan sampah dengan tanah bertujuan untuk mempercepat penguraian sampah dan juga mengurangi bau sampah yang dibuang pada lokasi *sanitary landfield*. Selain itu juga berfungsi untuk mengurung kandungan gas metan yang ada pada tumpukan sampah. Truk pengangkut sampah meninggalkan lokasi *sanitary landfield* melalui pos pencucian kendaraan. Kendaraan pengangkut sampah dicuci setiap 2 kali pembuangan sampah. Pencucian kendaraan pengangkut sampah memiliki tujuan untuk memperpanjang usia bak angkut sehingga bak angkut tidak mudah mengalami korosi akibat zat-zat yang terkandung dalam sampah.

Kendaraan pengangkut yang sudah bersih akan kembali ke jembatan timbang untuk mengukur berat bersih sampah yang sudah dibuang ke lokasi *sanitary landfield*. Untuk mengetahui berat bersih total berat truk pengangkut sampah dan angkutan sampah (timbangan awal) dikurangi dengan berat truk tanpa sampah, sehingga dapat dihitung jumlah sampah yang masuk ke lokasi

sanitary landfill. Selanjutnya kendaraan pengangkut sampah kembali beroperasi mengangkut sampah di TPS (tempat pembuangan sementara) (Kartiwi, Imamujahid Imanullah Al-Amin, 2019).

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa, B. 2015. Asesmen Potensi Recovery Energi dari Sampah Perkotaan di TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) Sampah untuk Infrastruktur Persampahan Berkelanjutan. *Annual Civil Engineering Seminar Universitas Riau*, 235-242.
- Asmi Citra Malina, Suhasman, Asikin Muchtar, Sulfahri. 2017. KAJIAN LINGKUNGAN TEMPAT PEMILAHAN SAMPAH DI KOTA MAKASSAR. *Jurnal Inovasi dan Pelayanan Publik Makassar* Volume 1, Nomor 1, Januari – Juni 2017. Hal. 14-27.
- Azwar Azrul. 1986. *Pengantar Ilmu kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Mutiara Sumber Widya.
- Damanhuri, Enri dan Tri Padmi. 2010. *Diklat Kuliah TL-3104, Pengelolaan Sampah*. Bandung: ITB.
- Didik Sarudji. 2007. RENCANA REKLAMASI LAHAN PEMBUANGAN SAMPAH UNTUK RANCANGAN LAHAN PENGOLAHAN SAMPAH TERPADU DI TPA BENOWO KOTA SURABAYA. *wijaya kusuma*, Volume I, Nomor 1, Januari 2007, 31-40.
- I Made Wahyu Widyarsana & Athaya Dhiya Zafira. 2015. KAJIAN PENGEMBANGAN SISTEM PENGELOLAAN SAMPAH DI KABUPATEN TANGERANG. *Jurnal Teknik Lingkungan* Volume 21 Nomor 1, Mei 2015 (Hal 87-97)
- Johana S. Sumarab, Isri R. Mangangka, Cindy J. Supit. 2022. Perencanaan Tempat Pengolahan Sampah (TPS) 3R Di Kecamatan Amurang Raya. <https://ejournal.unsrat.ac.id/>. *TEKNO – Volume 20 Nomor 81 – Agustus 2022*. Hal. 217-231
- Materi Pelatihan Berbasis Kompetensi Bidang Persampahan (*Balai Teknik Air Minum dan Sanitasi Wilayah 2*, Wiyung – Surabaya, 2010).
- Nahadi. Tanpa Tahun. *PROGRAM PENGELOLAAN SAMPAH MELALUI PEMANFAATAN TEKNOLOGI KOMPOSTING BERBASIS MASYARAKAT*. Jurusan Pendidikan Kimia FPMIPA UPI.
- Nining latianingsih, dewi winarni susyanti & iis Mariam. 2018. MODEL KEBIJAKAN PENGELOLAAN SAMPAH DAERAH DALAM MEWUJUDKAN MASYARAKAT SEJAHTERA. *Epigram* Vol. 15 No. 2 Oktober 2018. Hal. 145-154.

- Nitikesari, Putu Ening. 2005. *Analisis Tingkat Partisipasi Masyarakat dalam Penanganan Sampah Secara Mandiri di Kota Denpasar*. Tesis Magister Program Pascasarjana Universitas Udayana, Denpasar.
- Rahmawati Yustikarini, Prabang Setyono, & Wiryanto. 2017. Evaluasi dan kajian penanganan sampah dalam mengurangi beban tempat pemrosesan akhir sampah di TPA Milangasri Kabupaten Magetan. *Proceeding Biology Education Conference Volume 14*, Nomor 1 Halaman 177- 185.
- Republik Indonesia. 2012. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tngga dan Sejenis Sampah Rumah Tangga. *Lembaran Negara RI Tahun 2012, Nomor 118*. Jakarta: Sekteriat Negara.
- Salim, Emil. 23 Juni, 2010. *Hidup Dari Sampah, Belajar dari Prof Hasan Poerbo*. Harian Kompas.
- SNI 193964-1995: Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan. (n.d.).
- Suyono dan Budiman. 2010. *Ilmu Kesehatan Masyarakat dalam Konteks Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: EGC.
- Tchobanoglous, George dan Frank Keith. 1977. *Handbook of Solid Waste Management, Second Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Tchobanoglous, George dan Frank Keith. 1993. *Handbook of Solid Waste Management, Second Edition*. New York: McGraw-Hill.
- UU RI No. 18 Tahun 2008 dan PP RI No. 81 Tahun 2012. *Mengamanatkan Perlunya Perubahan Paradigma Yang Mendasar Dalam Pengolahan Sampah*.
- UU RI No. 18 tahun 2008: *Pengelolaan Sampah*. (n.d.).

BAB 10

PENGELOLAAN SAMPAH ANORGANIK DENGAN PEMBUATAN BUBUR KERTAS

Oleh Marlia Mamede

10.1 Pendahuluan

Sampah adalah sisa dari buangan suatu usaha atau aktifitas kegiatan manusia dalam bentuk padat baik organik maupun anorganik, dapat terurai maupun tak terurai yang tidak dapat berguna hingga dibuang ke lingkungan. Sampah merupakan salah satu permasalahan yang saat ini dihadapi oleh berbagai tempat/Negara di dunia. Tingginya jumlah penduduk dan aktifitas manusia, mengakibatkan volume sampah semakin meningkat. Sehingga dalam mengatasi permasalahan sampah dibutuhkan biaya yang cukup besar. Salah satunya adalah dibutuhkan lahan yang sangat luas untuk tempat pembuangan akhir sampah. Selain itu daerah tempat pembuangan sampah dapat membahayakan kesehatan dan lingkungan apabila tidak dilakukan penanganan dengan baik dalam hal pengelolaan sampah.

Daur-ulang limbah/sampah pada dasarnya telah dimulai sejak lama. Di Indonesiapun, khususnya di daerah pertanian, masyarakat sudah mengenal daur ulang limbah, khususnya limbah yang bersifat hayati, seperti sisa makanan, daun-daunan dsb. Dalam pengelolaan persampahan di Indonesia, upaya daurulang memang cukup menonjol, walaupun umumnya baru melibatkan sektor informal, seperti pedagang sampah (tukang loak), tukang servis alat-alat elektronika, petugas sampah, pemulung, bandar/lapak dan sebagainya (Enri.2010)

Usaha mengelola limbah atau sampah secara baik, ada beberapa pendekatan teknologi, di antaranya penanganan pendahuluan. Penanganan pendahuluan umumnya dilakukan untuk memperoleh hasil pengolahan atau daur-ulang yang lebih baik dan memudahkan penanganan yang dapat dilakukan. Penanganan pendahuluan yang umum dilakukan saat ini adalah

pengelompokan limbah sesuai jenisnya, pengurangan volume dan pengurangan ukuran. Usaha penanganan pendahuluan ini dilakukan dengan tujuan memudahkan dan mengefektifkan pengolahan sampah selanjutnya, termasuk upaya daur-ulang. Dalam pengelolaan sampah, upaya daur-ulang dapat berhasil baik bila dilakukan pemilahan dan pemisahan komponen sampah mulai dari sumber sampah sampai ke proses akhirnya (UGM. Universitas)

Pengelolaan sampah dimaksudkan agar sampah tidak membahayakan kesehatan manusia dan tidak mencemari lingkungan. Pengelolaan sampah juga dilakukan untuk memperoleh manfaat dan keuntungan bagi manusia. Pengelolaan Sampah Organik & Anorganik, dimana pandangan orang bahwa sampah adalah sumber daya yang masih bisa dimanfaatkan dan bahkan memiliki nilai ekonomi. Pandangan tersebut seiring dengan semakin langkanya sumber daya alam dan semakin rusaknya lingkungan.

10.2 Pemilahan Sampah

Pemilahan yaitu memisahkan menjadi kelompok sampah organik dan non organik dan ditempatkan dalam wadah yang berbeda. Pemilahan sampah menjadi sangat penting untuk mengetahui sampah yang dapat digunakan dan dimanfaatkan. Pemilahan sampah sebaiknya dilakukan sejak dari sumbernya, termasuk sampah rumah tangga. Di bawah ini adalah contoh bagan alir pemilahan sampah rumah tangga.

keseluruhan (*unbiodegradable*). Sementara, sebagian lainnya hanya dapat diuraikan dalam waktu yang lama. Sampah jenis ini pada tingkat rumah tangga misalnya botol plastik, botol gelas, kantong plastik, dan kaleng (Gelbert dkk, 1996)

10.3 Pengelolaan Sampah Anorganik

Limbah atau sampah merupakan bahan buangan sebagai dampak dari eksploitasi lingkungan oleh manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya. Sampah atau limbah yang kita hasilkan setiap hari kita buang begitu saja tanpa kita pilah-pilah. Hal ini mungkin karena kita tidak tahu atau mungkin tidak mau tahu bahwa sampah tersebut dapat kita pilah-pilahkan menjadi limbah organik dan anorganik yang dapat kita manfaatkan menjadi barang yang berguna.

Limbah anorganik adalah limbah yang berasal bukan dari makhluk hidup. Limbah anorganik ini memerlukan waktu yang lama atau bahkan tidak dapat terdegradasi secara alami. Beberapa limbah anorganik diantaranya *Styrofoam*, plastik, kaleng, dan bahan gelas atau beling. Salah satu pemanfaatan limbah anorganik adalah dengan proses daur ulang (*recycle*). Daur ulang merupakan upaya untuk mengolah barang atau benda yang sudah tidak dipakai agar dapat dipakai kembali. Beberapa limbah anorganik yang dapat dimanfaatkan melalui proses daur ulang, misalnya plastik, gelas, logam, dan kertas. Berikut adalah pemanfaatan limbah anorganik, yaitu;

A. Limbah plastik

Sebagian besar limbah plastik dimanfaatkan sebagai pembungkus suatu produk makanan atau minuman. Selain itu plastik juga digunakan sebagai perabotan rumah tangga seperti ember, piring, gelas, dan lain sebagainya. Keunggulan barang-barang yang terbuat dari plastik yaitu tidak berkarat dan tahan lama. Banyaknya pemanfaatan plastik berdampak pada banyaknya sampah plastik. Sampah plastic jika ditimbun dalam tanah memerlukan waktu cukup lama untuk dapat hancur secara alami.

Upaya yang dapat dilakukan dalam pemanfaatan limbah plastic dalam mendaur ulang untuk menjadi barang yang jadi untuk dapat dimanfaatkan.



Gambar 10.2 : Pemanfaatan Limbah Plastik

Sumber: artikel.rumah123.com

B. Limbah logam

Limbah dari bahan logam seperti besi, kaleng, alumunium, timah, dan lain sebagainya dapat dengan mudah ditemukan di lingkungan tempat tinggal. Sampah dari bahan kaleng biasanya yang paling banyak kita temukan dan yang paling mudah memanfaatkan menjadi barang lain yang bermanfaat. Sampah dari bahan kaleng dapat dijadikan berbagai jenis barang kerajinan yang bermanfaat. Berbagai produk yang dapat dihasilkan dari limbah kaleng di antaranya tempat sampah, vas bunga, gantungan kunci, celengan, gift box, dan lain sebagainya.



Gambar 10.3 : Pemanfaatan Limbah Logam

Sumber; selasar.com

C. Limbah gelas atau kaca

Limbah gelas atau kaca yang sudah pecah dapat didaur ulang menjadi barang-barang jadi seperti barang semula atau menjadi barang lain seperti botol yang baru, vas bunga, cinderamata, atau hiasan-hiasan lainnya yang mempunyai nilai artistik dan ekonomis.



Gambar 10.4 : Pemanfaatan Limbah Botol Kaca

Sumber; adahobi.com

D. Limbah kertas

Sampah kertas kelihatannya memang mudah hancur dan tidak berbahaya seperti sampah plastik. Namun dengan demikaian yang namanya sampah pasti menimbulkan masalah jika berserakan begitu saja. Sampah dari kertas dapat didaur ulang baik secara langsung ataupun tak langsung. Secara langsung artinya kertas tersebut langsung dibuat kerajinan atau barang yang berguna lainnya. Sedangkan secara tak langsung artinya kertas tersebut dapat dilebur terlebih dahulu menjadi kertas bubur, kemudian dibuat berbagai kerajinan. Hasil daur ulang kertas banyak sekali ragamnya seperti tas/dompet, kotak hiasan, sampul buku, bingkai photo, tempat pensil, dan lain sebagainya.



Gambar 10.5 : Pemanfaatan Limbah Kertas
 Sumber; made.blog.com

10.4 Pengelolaan Sampah Anorganik Menjadi Bubur Kertas

Pengelolaan limbah anorganik dapat dilakukan dengan system 3R (*reuse, reduce, dan recycle*). Reuse artinya memanfaatkan kembali sampah anorganik yang masih bisa di gunakan. Sedangkan *reduce* adalah mengurangi penggunaan barang sekali pakai. *Recycle* adalah mendaur ulang sampah anorganik menjadi sesuatu benda yang bermanfaat yang dapat menghasilkan nilai ekonomis.

Secara sederhana, daur-ulang adalah upaya untuk mendapatkan sesuatu yang berharga dari sampah, seperti kertas/koran diproses agar tinta-nya disingkirkan (*deink*), atau repulping yang dapat dihasilkan bahan kertas baru atau menjadi bahan bakar pengganti arang dalam bentuk briket atau asbes dan lain sebagainya.

Kertas bekas dan kardus kemasan merupakan bahan yang mudah terbakar, hal ini dapat dijadikan sebagai indikator, bahan tersebut memiliki energi. Namun jika bahan yang dimaksud tidak dikelola dengan baik, maka dapat dipastikan dapat menjadi sumber limbah yang dapat mengganggu. Kertas yang direndam dalam jangka waktu tertentu dapat menghasilkan bubur kertas yang dapat didaur ulang menjadi kertas, dan jenis lainnya yang dapat bermanfaat bernilai ekonomis. Cara ini memungkinkan untuk dijadikan sebagai bahan perekat dalam pembuatan briket dengan campuran serbuk gergaji atau sejenis lainnya (Andi, 2016)

Berbagai macam yang dapat dimanfaatkan dari pengelolaan kertas bekas menjadi bubur kertas, salah satunya adalah sebagai berikut:

A. Bubur kertas menjadi briket

Menurut Adella sampah dapat di manfaatkan menjadi bahan bakar pengganti kayu bakar, arang, atau minyak dan gas dengan metode mengolahnya menjadi briket. Salah satunya bahan utama dalam pembuatan briket adalah sampah kertas dan serbuk kayu.

Sampah kertas diolah menjadi bubur kertas kemudian di campur dengan serbuk gergaji lalu di bentuk seperti bata kemudian di keringkan semaksimal mungkin.

B. Bubur kertas menjadi asbes

Menurut penelitian asbes merupakan serat mineral silica yang bersifat fleksibel, tahan lama dan tidak mudah terbakar. Asbes sendiri banyak dimanfaatkan sebagai pengantar listrik dan pengantar panas yang baik. Selain itu asbes juga banyak di manfaatkan sebagai isolator panas pada pipa saluran pembuangan limbah rumah tangga dan bahan material atap rumah.

Saat ini muncul ide lain dalam pembuatan asbes dengan memanfaatkan limbah bahan anorganik yang terbuang. Pembuatan asbes dilakukan dengan teknik mendaur ulang sampah kertas dengan berbagai perekat yang dapat mendukung terbentuknya asbes yang bermutu dan berkualitas serta tahan lama. Sampah yang dapat dimanfaatkan sebagai daya guna dan ramah lingkungan.

10.5 Manfaat Pengelolaan Sampah Anorganik

10.5.1 Aspek Lingkungan

A. Penghematan Sumber Daya Alam

Terpenuhnya bahanbaku utama pabrik dari hasil pengumpul sampah, menyebabkan penggunaan bahanbaku yang berasal dari alam menjadi berkurang dan dapat ditekan. Selanjutnya bahanbaku dari alam dapat digunakan untuk proses produksi yang memiliki nilai tambah lebih tinggi. Sebagai contoh, setiap ton daur-ulang baja dapat menghemat

1.5 ton biji besi dan 3.6 barel minyak atau menghemat 67 % energi

B. Pengurangan Pencemaran Lingkungan

Beberapa manfaat utama daur-ulang sampah anorganik yang berkaitan dengan penanggulangan pencemaran lingkungan antara lain adalah sebagai berikut:

- a. Mendaur-ulang 1 ton kertaskoran akan menyelamatkan 17 pohon dan menggunakan kertas daur-ulang dapat mengurangi 74% pencemaran udara, 34% pencemaran air, dan menghemat energi hingga 67%.
- b. Usaha daur-ulang sampah anorganik seperti kaca, plastik, kertaskoran, kaleng, besi, dapat mengurangi tumpukan sampah dikota hingga 25%.

10.5.2 Aspek Ekonomi

A. Menghemat Biaya Operasional

Daur-ulang sampah anorganik telah terbukti dapat meminimalis biaya pengangkutan dan pembuangan akhir. Sebagai contoh, dikota Bandung laju daur-ulang sampah anorganik di titik 38 TPS yang ada sekitar 37.204 kg per minggu atau 1.939.923 kg per tahun. Biaya satuan pengangkutan dan pembuangan akhir untuk setiap ton sampah di Kota Bandung adalah sebesar Rp.58.540,- dan Rp.17.700,-, maka biaya pengelolaan sampah yang dapat dihemat bisa mencapai Rp. 147 juta setiap tahun. Bila diasumsikan laju daur-ulang sampah anorganik meningkat sampai 20% dari total sampah anorganik yang masuk ke TPS, maka biaya yang dapat dihemat mencapai Rp. 379 juta per tahun.

B. Menciptakan Lapangan Kerja

Studi CPIS (1988) menyebutkan bahwa seorang pemulung di Jakarta mampu mengumpulkan rata-rata 35 kg sampah per hari. Apabila penyerapan pemulung terhadap total produksi sampah dikota sebesar 25%, maka di Jakarta saja yang menghasilkan sekitar 6.000 ton sampah per hari mampu menciptakan lapangan kerja di sektor informal bagi Kurang lebih 40.000 pemulung. Selain itu kegiatan daur-ulang sampah anorganik mampu menciptakan usaha bagi pelapak, bandar dan pemasok. Dengan asumsi dasar bahwa seorang pelapak

membeli dari 15.5% pemulung setiap harinya (CPIS, 1988), maka kegiatan daur-ulang sampah mampu menciptakan usaha bagi sekitar 2.500 pelapak di Jakarta, dengan keuntungan bersih yang relatif cukup besar, yaitu Rp.32.445 setiap hari.

C. Menyediakan Bahan Baku Industri Daur Ulang

Sampah hasil penyortiran oleh pengepul akhirnya disetorkan ke pabrik pengolah bahan sampah sebagai bahanbaku kelas dua. Sebagai contoh di Indonesia terdapat dua pabrik kertas berskala besar yang membutuhkan bahanbaku dari sampah kertas sebesar 50 ton per hari (PT. Gunung Jaya Agung) dan 1.000 ton/hari (PT. Sinar Dunia Makmur).

Daur ulang adalah proses menjadikan suatu bahan bekas menjadi bahan baru dengan tujuan mencegah adanya sampah tumukan sampah dan menjadi sesuatu yang berguna yang bernilai ekonomis, mengurangi penggunaan bahanbaku yang baru, mengurangi penggunaan energi, mengurangi polusi, kerusakan lahan, dan emisi gas rumah kaca jika dibandingkan dengan produksi bahanbaku yang baru. Daur ulang adalah salah satu strategi pengelolaan sampah padat yang terdiri atas kegiatan pemilahan, pengumpulan, pemrosesan, pendistribusian dan pembuatan produk / material bekas pakai, dan komponen utama dalam manajemen sampah modern dan bagian ketiga adalah proses hierarki sampah 3R (Reuse, Reduce, and Recycle).

DAFTAR PUSTAKA

- Adella.H.S, Sargi Br .G & Alina.C.D. 2020. Daur Ulang Sampah Kertas Menjadi Briket. IKRAITH-ABDIMAS Vol 3 No 2 Bulan Juli 2020
- Andi. M.L. 2016. Bubur Kertas Untuk Perekat Briket Serbuk Gergaji Sebagai Sumber Energi Alternatif. -Sistem-Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer-2301-4652.
<https://www.researchgate.net/journal/Setrum>
- Enri. D & Tri.P. 2010/2011. *Pegolahan Samapah*. Diktat Kuliah. Teknik Lingkungan. Universitas Gajah Mada
- Darto, K. A. 2007. *Kisah Sukses Pengelolaan Persampahan di Berbagai Wilayah di Indonesia*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Sulistyawati E dan Ridwan N. *Efektivitas Kompos Sampah Perkotaan sebagai Pupuk Organik dalam Meningkatkan Produktivitas dan Menurunkan Biaya Produksi Budidaya Padi*. Bandung: ITB.
https://www.academia.edu/Documents/in/Pengolahan_sampah_kertas_menjadi_asbes?swp=tc-ri-7451195
- <http://www.perikanan.blogspot.com/2009/05/pengolahan-sampah-kertas-menjadi-asbes.html>

BAB 11

PENGHITUNGAN NILAI EKONOMI SAMPAH ORGANIK

Oleh Fathur Rahman Rustan

11.1 Umum

Pertambahan jumlah penduduk dengan berbagai keberagaman aktivitas di seluruh daerah baik perkotaan maupun pedesaan semakin berkembang pesat, hal ini akan berdampak pada peningkatan jumlah sampah yang dihasilkan. Peningkatan jumlah sampah yang tidak dibarengi oleh pembenahan dan peningkatan sarana dan prasarana pengelolaan sampah menyebabkan permasalahan sampah yang semakin kompleks, antara lain sampah yang tidak terangkut dan pembuangan sampah secara liar, yang dapat menimbulkan berbagai penyakit, kotor, bau tidak sedap, berkurangnya kapasitas aliran sungai dan lain-lain.

Salah satu isu yang ada saat ini adalah pengelolaan sampah. Menurut Undang-Undang No. 18 Tahun 2008, sampah merupakan sisa-sisa dalam bentuk padat dari kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam. Masalah tersebut semakin kompleks akibat pembangunan daerah dalam hal aglomerasi ekonomi dan perluasan wilayah kota. Persoalan semakin pelik jika bersentuhan dengan tempat pembuangan sampah, penolakan warga sekitar, pembiayaan dalam pengelolaan, serta kerja sama lintas daerah.

Saat ini sampah dianggap sebagai sisa-sisa padat dan cair yang tidak dimanfaatkan oleh manusia, sehingga jika masalah sampah ini tidak ditangani dengan baik maka secara otomatis akan mengakibatkan kerusakan lingkungan yang pada gilirannya mengancam kehidupan masa depan manusia itu sendiri. Sampai saat ini, kebanyakan orang masih menganggap sampah sebagai sampah yang tidak berguna daripada sebagai sumber daya yang perlu dimanfaatkan. Masyarakat yang mengelola sampah masih mengandalkan cara lama. Sudah saatnya membuang model pengelolaan lama berdasarkan metode *end-of-life* dan

menggantinya dengan model pengelolaan sampah baru yang memperlakukan sampah sebagai sumber daya yang bernilai ekonomi tinggi dan bermanfaat.

Masyarakat biasanya enggan untuk mengelola sampahnya karena masyarakat belum memahami ancaman sampah bagi lingkungan ataupun potensi keuntungan yang dapat masyarakat peroleh jika mereka melaksanakan tata kelola sampah dengan benar. Oleh karenanya, diperlukan upaya-upaya pengelolaan sampah berbasis pemberdayaan masyarakat dalam usaha untuk mengurangi dampak negatif dari sampah baik yang berupa pencemaran tanah, air maupun udara serta berbagai potensi penyakit pada masyarakat.

11.2 Paradigma Lama Pengelolaan Sampah

Tata kelola persampahan yang umum dilakukan sampai saat ini masih mengacu pada pendekatan akhir atau lebih dikenal dengan paradigma kumpul-angkut-buang (Damanhuri, 2000). Sampah yang terkumpul, dilakukan pengangkutan, pembuangan selanjutnya dibiarkan terjadi penumpukan hingga menggunung di lokasi TPA. Perilaku masyarakat dalam tata kelola sampah yang tidak begitu ramah lingkungan masih jadi kebiasaan, sampah rumah tangga banyak yang dibuang ke selokan atau sungai, dibiarkan menumpuk di tempat pembuangan sampah (TPS) ataupun di tempat pemrosesan akhir (TPA). Oleh karena itu, konsep pengelolaan sampah yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan menurut Undang-Undang perlu kembali diterapkan dan dipertegas serta diperlukan tambahan paradigma baru dalam pengelolaan sampah yang menjadikan sampah memiliki nilai ekonomis tinggi.

Konsep pengelolaan sampah yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan dalam Undang-Undang No. 18 Tahun 2008 (Anonim, 2018), meliputi kegiatan pengurangan dan penanganan sampah seperti digambarkan dalam Gambar 11.1.



Gambar 11.1 : Konsep Pengelolaan Persampahan
(Sumber : Anonim, 2008)

11.3 Pengelolaan Sampah

Secara umum, kegiatan tata kelola sampah (Wintoko, 2012) yaitu:

- 1) Timbulan sampah. Pada dasarnya sampah itu tidak diproduksi, tetapi hanya ditimbulkan. Oleh karena itu dalam menentukan metode penanganan yang tepat, penentuan besarnya timbulan sampah sangat ditentukan oleh jumlah pelaku dan jenis kegiatannya. Idealnya, untuk mengetahui besarnya timbulan sampah yang terjadi, harus dilakukan dengan suatu studi sesuai dengan standar yang telah dibuat oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- 2) Penanganan ditempat (*on site handling*) atau langsung pada sumbernya merupakan perlakuan terhadap sampah yang dilakukan sebelum sampah ditempatkan di lokasi tempat pembuangan. Suatu material sampah yang tidak terpakai dan siap buang, sering kali masih memiliki nilai ekonomis. Konsep yang sering kali digunakan antara lain dilakukan 3R meliputi *reduce* (sortir untuk membatasi sampah), *reuse* (memanfaatkan kembali) dan *recycle* (mendaur ulang).
- 3) Pengumpulan (*collecting*) adalah suatu tindakan mengumpulkan sampah dari sumbernya menuju ke TPS dengan menggunakan gerobak dorong atau truk khusus pengangkut sampah.

- 4) Pengangkutan atau pemindahan sampah dari TPS ke TPA dengan menggunakan truk pengangkut sampah.
- 5) Pengolahan (*treatment*) dilakukan bergantung pada jenis dan komposisi sampahnya. Berbagai alternatif yang biasa dilakukan oleh masyarakat dalam mengolah sampah diantaranya perubahan fisik sampah, pembakaran, komposting dan transformasi energi.
- 6) Pembuangan akhir sampah harus memenuhi persyaratan kesehatan dan lingkungan sekitarnya. Teknik yang lazim digunakan kebanyakan kota-kota besar adalah menempatkan dan menumpuk sampah begitu saja hingga kapasitasnya tidak mencukupi lagi, serta mengganggu lingkungan masyarakat sekitar (teknik *open dumping*). Teknologi yang direkomendasikan adalah *sanitary landfill*, dimana dilakukan kegiatan tertentu dalam pengolahan timbunan sampah di lokasi TPA.

11.4 Prediksi Timbunan Sampah

Dalam SNI 19-2454-2002, timbunan sampah didefinisikan sebagai jumlah sampah yang dihasilkan oleh masyarakat dalam satuan volume dan per kapita per hari, atau dengan perluasan bangunan atau perluasan jalan. Perhitungan timbunan sampah diperlukan saat mengidentifikasi dan merancang peralatan untuk pengangkutan sampah, fasilitas pemulihan material, dan fasilitas pembuangan akhir sampah (TPA).

Berbagai macam cara dilakukan dalam penentuan laju timbunan sampah, salah satu diantaranya didasarkan pada proyeksi jumlah penduduk dan penetapan kriteria besar timbunan sampah. Tabel 11.2. dan Tabel 11.3. Kriteria besar timbunan sampah yang ditetapkan oleh Kementerian PUPR.

Tabel 11.1 : Prediksi Timbulan Sampah di Dunia (milyar ton/tahun)

Negara	2020	2015	2025	2050
Asia	2,8	4,8	5,3	10,8
Eropa	2,8	3,6	4,0	4,1
Amerika Utara	2,3	3,6	4,6	5,9
Amerika Latin dan Karibia	1,7	2,2	1,9	2,7
Afrika	2,0	2,2	2,7	3,0
Negara Kepulauan	1,1	0,7	0,6	0,5
Total	12,7	17	19	27

Sumber: Tanaka (2008)

Tabel 11.2 : Timbulan Sampah Didasarkan Pada Jenis Sumber Sampah

Jenis Sumber Sampah	Satuan	Volume (Liter)	Berat (Kg)
Rumah permanen	org/hr	2,25 - 2,50	0,350 - 0,400
Rumah semi permanen	org/hr	2,00 - 2,25	0,300 - 0,350
Rumah non permanen	org/hr	1,75 - 2,00	0,250 - 0,300
Kantor	pgw/hr	0,50 - 0,75	0,025 - 0,100
Toko/ruko	karyawan/hr	2,50 - 3,00	0,150 - 0,350
Sekolah	siswa/hr	0,10 - 0,15	0,010 - 0,020
Jalan arteri sekunder	meter/hr	0,10 - 0,15	0,020 - 0,100
Jalan kolektor sekunder	meter/hr	0,10 - 0,15	0,010 - 0,050
Jalan lokal	meter/hr	0,05 - 0,10	0,005 - 0,025
Pasar	m ² /hr	0,20 - 0,60	0,100 - 0,300

Sumber: Anonim (2017)

Tabel 11.3 : Timbulan Sampah Didasarkan Pada Klasifikasi Kota

Klasifikasi Kota	Volume (L/Org/Hr)	Berat (Kg/Org/Hr)
Kota Besar (500.000 – 1.000.000 jiwa)	2,75 - 3,25	0,70 - 0,80
Kota Sedang (100.000 – 500.000 jiwa)	2,75 - 3,25	0,70 - 0,80
Kota Kecil (20.000 – 100.000 jiwa)	2,50 - 2,75	0,625 - 0,70

Sumber: Anonim (2017)

11.5 Perhitungan Nilai Ekonomi Sampah

Nilai (*value*) bukan merupakan sesuatu yang dapat dilihat secara kasat mata (abstrak). Nilai berasal dari persepsi konsumen terhadap jumlah sebenarnya dalam batas kewajaran jika dihargai dengan mata uang suatu produk yang ditinjau dari mutunya. Nilai atau “value” dalam istilah ekonomi diartikan sebagai “arti barang secara ekonomis”, di antaranya: nilai pakai atau nilai tukar (Pringgogodgo, 1993). Menurut Hasan (2010), setiap konsumen akan mempersepsikan nilai itu dalam persepsi masing-masing, nilai dibangun berdasarkan tiga unsur, yaitu: (a) Kualitas produk; (b) Brand value; dan (c) Kualitas pelayanan yang diberikan.

Setiap sampah memiliki kandungan nilai ekonomi yang beragam tergantung dari karakteristik, komposisi dan pengolahan yang dilakukan sebelum sampah tersebut dijual (Handayani, 2009). Berbagai macam penelitian serta perlakuan di berbagai daerah telah dilakukan dengan tujuan mengetahui besar potensi ekonomi sampah yang dapat digunakan pada proses daur ulangnya dengan harapan dapat memberikan gambaran informasi kepada pemerintah setempat terkait timbunan, komposisi, dan nilai ekonomi sampah. Perhitungan nilai ekonomi sampah dapat dilakukan berdasarkan pada harga sampah dari bank sampah yang dimiliki masing-masing daerah, sedangkan sampah organik lainnya yang memiliki nilai jual dihitung berdasarkan nilai harga ketika menjadi kompos. Jenis sampah yang dijual oleh bank sampah merupakan jenis sampah yang laku dijual di pengepul-pengepul di masing-masing daerah.

Tabel 11.4 : Contoh Analisis Nilai Ekonomi Sampah Perumahan

No.	Jenis Sampah	Timbunan Sampah (Kg/Hr)	Harga Per Kg (Rp.)	Nilai Ekonomi Sampah (Rp.)
1.	Kardus	1.277,59	1.100	1.405.344
2.	Koran	569,25	800	455.402
3.	Kertas Putih	841,80	800	673.436
4.	Botol	3.998,87	800	3.199.100
5.	Gelas Plastik	1.596,61	800	1.277.292
6.	Kaleng	1.236,42	8.000	9.891.336
7.	Botol Plastik	2.240,59	800	1.792.469

No.	Jenis Sampah	Timbunan Sampah (Kg/Hr)	Harga Per Kg (Rp.)	Nilai Ekonomi Sampah (Rp.)
	Berwarna			
8.	Organik Lainnya	57.708,15	2.500	144.270.380

Sumber: Asdiantri (2016)

11.6 Pemanfaatan Sampah Organik

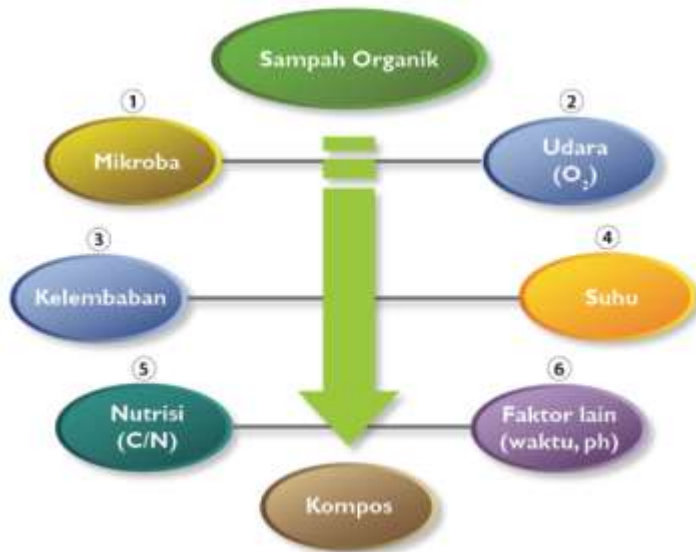
Pengelolaan sampah membantu mengurangi dampak negatif sampah terhadap lingkungan dengan menjadikan sampah yang masih memiliki nilai ekonomis menjadi bahan yang tidak merusak lingkungan sekitar, yaitu melalui pengelolaan sampah yang baik.

11.6.1 Komposting/Pengomposan

Kehidupan manusia setiap harinya tidak terlepas dari sampah organik. Penguraian sampah organik akibat proses biokimia yang terjadi sebagai akibat mikroorganisme pengurai bahan organik sampah dengan dukungan faktor lain di lingkungan. Cara yang paling tepat untuk menangani sampah organik tentu saja melalui dekomposisi terkendali yang dikenal dengan istilah komposting atau pengomposan. Pengomposan adalah upaya membuang sampah organik melalui proses pembusukan yang terkontrol atau terkendali. Hasil produk pengomposan bersih lingkungan karena jumlah sampah organik yang tidak terpakai dan yang dibuang di tempat pembuangan akhir berkurang (Anonim, t.th.). Kompos sebagai produk komposting merupakan tambahan atau bonus yang dapat kita gunakan sebagai pupuk untuk tanaman kita sendiri atau dapat dijual.

a) Prinsip dasar pengomposan

Proses metabolisme alami dengan bantuan makhluk hidup sebagai proses perubahan sampah organik menjadi kompos wajib memenuhi beberapa faktor yang tergambar dalam Gambar 11.2.



Gambar 11.2: Faktor yang mempengaruhi proses pembuatan kompos

(Sumber : Anonim, t.th.)

b) Jenis sampah organik dapat diolah menjadi kompos

Sampah organik lebih sering disebut sampah basah yang bersumber dari jasad hidup sehingga mudah membusuk dan dapat hancur secara alami (Anonim, t.th.). Terdapat beberapa contoh sampah organik yang dapat dijadikan kompos seperti sisa sayuran, daging, ikan, nasi sisa/nasi basi, ampas sisa perasan kelapa, potongan rumput/dedaunan kering/ranting dari tumbuhan/tanaman, dan sisa buah serta kulit buah.

c) Metoda komposting

Ada 2 (dua) model yang biasa digunakan di masyarakat yaitu : skala rumah tangga dan skala komunal.

1) Skala rumah tangga

- (a) Takakura dan Bambookura menggunakan prinsip aerob (dengan udara). Takakura terdiri dari keranjang berpori, bantal sekam padi, kardus tebal, kain penutup, dan kompos jadi.



(a)



(b)

Gambar 11.3 : (a) Metode Takakura, (b) Metode Bambookura
(Sumber : Anonim, t.th.)

(b) Dorskura

Disebut dorskura karena menggunakan media kardus sebagai pengganti keranjang dan diberi lapisan karung plastik glangsing serta kompos sebagai aktivator.



Gambar 11.4 : Metode Dorskura
(Sumber : Anonim, t.th.)

Metode ini memiliki kekurangan, dikarenakan menggunakan media kardus (bahan yang mudah lapuk) maka setiap 6 – 8 minggu sekali harus diganti secara kontinyu. Sebaiknya kardus tidak diletakkan langsung di lantai, tetapi harus diberi alas berupa kayu atau tripleks agar memperpanjang proses pelapukan kardus.

(c) Gentong

Dengan sirkulasi udara dan kelembapan yang cukup, ember tanah liat (gentong) dapat dijadikan sebagai komposter (media kompos). Namun pembalikan dengan

pengadukan tetap perlu dilakukan juga untuk menjadi mutu dan kualitas kompos.

(d) Ember Berlubang

Penyediaan lubang ventilasi (aerasi) yang cukup, ember bekas dapat diubah menjadi komposter sederhana. Serupa dengan model Takakura, sekam padi dan kardus digunakan sebagai pengontrol kelembaban udara agar bau berkurang.

2) Skala komunal

(a) Metode Gundukan (*Windrow Composting*)



Gambar 11.5 : Metode Gundukan

(Sumber : Anonim, t.th.)

Jika memiliki lahan luas, metode ini efektif digunakan karena sederhana dan murah dalam pelaksanaan dilapangan. Sampah ditumpuk dalam tumpukan tergantung pada usia proses perawatan dan secara teratur dibalik untuk proses aerobnya.

(b) Metode Takakura Susun

Metode ini menggunakan keranjang berlubang yang dilapisi plastik glangsing. Caranya cukup mudah, sampah organik yang telah bercampur dengan mikroorganisme padat dari campuran dedak, sekam, kompos dan air, kemudian dimasukkan ke dalam keranjang lalu ditutup dengan lapisan sabut kelapa.

(c) Drum/Tong

Terdapat 2 (dua) cara yang bisa digunakan : (1) tong plastik ukuran 120 liter yang telah dilengkapi dengan perpipaan vertikal dan horizontal sehingga proses

dilakukan secara aerob (udara), dapat dilihat pada gambar 11.6 (b); (2) tong plastik yang didesain memiliki kerangka yang kokoh untuk menopang berat sampah organik dan didalamnya terdapat pipa berlubang dan pemecah gumpalan sampah yang berfungsi menghilangkan kelebihan air saat proses aerasi. Proses aerasi dilakukan dengan menggoyang/memutar komposter (Gambar 11.7).



(a)



(b)

Gambar 11.6 : (a) Metode Takakura Susun, (b) Metode Drum/Tong Menggunakan Pipa
(Sumber : Anonim, t.th.)



Gambar 11.7 : Metode Tong Plastik Modifikasi
(Sumber : Anonim, t.th.)

(d) Bak/Kotak

Ruang pengomposan didesain dengan konstruksi pasangan dinding bata yang dikombinasikan dengan kotak kayu sebagai pintu.

11.6.2 Bahan Bakar Pelet Partikel Arang Sampah Organik

Permintaan energi yang terus meningkat namun ketersediaan bahan bakar yang semakin berkurang, memaksa masyarakat untuk mencari sumber bahan bakar alternatif lainnya. Cadangan energi fosil saat ini semakin menipis, sehingga penggunaan energi biomassa kembali diminati dan mendapat perhatian khusus karena sumber energi ini bersifat terbarukan (*renewable*).

Salah satu bentuk pemanfaatan energi sumber daya hayati sebagai bioenergi yaitu bahan bakar pelet partikel arang yang dihasilkan dari pengomposan sampah organik. Pemanfaatan energi ini memiliki potensi yang baik untuk menggantikan bahan bakar fosil. Energi yang dihasilkan oleh bahan bakar pellet arang sampah organik dapat digunakan untuk memenuhi berbagai kebutuhan energi domestik (rumah tangga) dan industri, mulai dari memasak hingga pembangkit tenaga listrik (Mustiadi, 2019).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008. *Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah*. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Anonim. 2017. *CK-Spesifikasi Teknis Persampahan-Lampiran A-Spesifikasi Teknis Sektor Persampahan*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Konstruksi.
- Anonim. t.th. *Modul Pelatihan Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat*. Jakarta: Enviromental Service Program.
- Asdiantri, A., Fitriyaningsih, Y., dan Fitria, L. 2016. Analisis Potensi Nilai Ekonomi Sampah Perumahan Kota Pontianak. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 4 (1), 1-10.
<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jmtluntan/article/view/17502>.
- Damanhuri, E. 2000. *Paradigma Pengelolaan Sampah dengan Kumpul-Angkut-Buang Harus Ditinggalkan*. Workshop Rancangan Keputusan Menteri Negara Pekerjaan Umum tentang Pedoman Pengelolaan Sampah, Jakarta 10 Agustus 2020.
- Damanhuri, E., & Padmi, T. 2019. *Pengelolaan Sampah Terpadu*. Bandung: ITB Press.
- Handayani, D. S., Budisulistiorini, S. H., dan Nuraini M. R. 2009. Kajian Nilai Ekonomi Penerapan Konsep Daur Ulang Pada TPA Jatibarang Kota Semarang. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 6(2), 35-44.
<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/presipitasi/article/view/2835/0>.
- Hasan, A. 2010. *Marketing Bank Syariah Cara Jitu Meningkatkan Pertumbuhan Pasar Bank Syariah*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Mustiadi, L., Astuti, S., Purkuncoro, A. E. 2019. *Buku Ajar Mengubah Sampah Organik dan Anorganik Menjadi Bahan Bakar Pelet Partikel Arang*. Malang: CV. IRDH
- Pringgodoogdo, A. G. dan Shadily, H. 1993. *Ensiklopedia Umum*. Yogyakarta: Kanisius dan Yayasan Dana Buku Franklin Jakarta.
- SNI 19-2454-2002. *Standar Nasional Indonesia (SNI) – Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

- Tanaka, M. 2008. Effort to Reduce SW – Why SW is Generated? How SW is Reduced?. *Proceeding of International Symposium on SWAPI, KSWM*, Incheon, South Korea, Nov 12-14.
- Wintoko, B. 2012. *Panduan Praktis Mendirikan Bank Sampah Keuntungan Ganda Lingkungan Bersih dan Kemapanan Finansial*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.

BAB 12

PENGELOLAAN SAMPAH DI NEGARA MAJU

Oleh Nila Puspita Sari

12.1 Pendahuluan

Sampah menjadi salah satu permasalahan yang dialami oleh berbagai negara di dunia karena sifatnya yang sulit diurai, namun keberadaannya semakin meningkat setiap tahun. Masing-masing negara memiliki jumlah sampah yang berbeda dengan berbagai latar belakang penduduk dan kondisi negaranya. Maka dari itu perlu dilakukan pengelolaan sampah yang efektif dan optimal.

Sampah merupakan konsekuensi dari adanya aktifitas manusia. Setiap aktifitas manusia pasti menghasilkan buangan atau sampah. Jumlah sampah sebanding dengan tingkat konsumsi kita terhadap barang (material) yang kita gunakan sehari-hari. Jenis sampah pun sangat tergantung dari jenis material yang kita konsumsi. Untuk itu perlu dilakukan pengelolaan sampah agar tidak mencemari lingkungan. Berikut merupakan tiga negara dengan sistem pengelolaan sampah terbaik di dunia.

12.2 Pengelolaan Sampah di Jerman

Jerman merupakan salah satu negara dengan pengolahan sampah terbaik di dunia. Sudah dua dekade terakhir Jerman berupaya untuk meningkatkan kesadaran bahwa sampah bisa menjadi sumber bahan baku dan energi yang bermanfaat. Untuk mencapai tujuan itu, pemerintah Jerman lewat kementerian lingkungannya mengeluarkan Undang-Undang Manajemen Siklus Tertutup yang baru. Lewat kebijakan ini, pemerintah memberikan tanggung jawab pengolahan sampah kepada produsen dan distributor produk. Sehingga, produsen dan distributor ikut bertanggung jawab atas sampah-sampah yang dihasilkan. Dampaknya, kesadaran memilah sampah, penggunaan teknologi terbarukan, dan kapasitas untuk daur ulang, meningkat.

Jerman berhasil mendaur ulang 56,1% sampahnya. Upaya pengelolaan sampah ini menuai kesuksesan berkat ketatnya penegakan hukum Jerman. Undang-Undang tentang Pengelolaan Limbah Cair dan Sampah secara tertutup di tahun 1996 memastikan bahwa semua pabrik meninggalkan limbah seminimal mungkin. Hal tersebut mampu diwujudkan karena semua pabrik di Jerman melakukan daur ulang terhadap materi limbah yang dihasilkan terlebih dahulu.

Selain itu, para penduduk Jerman diwajibkan untuk memilah sampah rumah tangga dalam empat macam tempat sampah sesuai fungsinya. Sampah sisa makanan dibuang ke dalam tempat sampah yang berwarna cokelat. Sampah kertas atau karton berwarna biru. Sampah rumah tangga berwarna hitam. Dan sampah plastik yang berwarna kuning. Jika terdapat kesalahan, sampah tersebut tidak akan diambil oleh petugas dan pemilik sampah akan mendapatkan surat teguran dari pemerintah Jerman.

Di Jerman ada perusahaan yang khusus menangani sampah bekas kemasan seperti plastik, kertas, botol, logam dan lainnya. Perusahaan itu disebut DSG/AG (*Dual System Germany Co*) dan didanai oleh mereka yang memakai kemasan itu. Sistem *sanitary landfill* juga sudah lama dilarang karena bisa mencemari tanah serta air tanah.

Dikutip dari jurnal "*Waste Management in Germany- Development to a Sustainable or Circular Economy?*", diketahui bahwa sebanyak 14 persen bahan mentah yang digunakan dalam dunia industri Jerman, berasal dari sampah. Selain itu, Jerman juga berhasil menerapkan skema daur ulang yang mampu mengurangi total sampah nasional sebesar 1 juta ton setiap tahunnya. Metode pengolahan sampah di Jerman ini, cukup kuat di bagian kebijakan dan aturan pengolahan sampah yang jelas serta tegas.

Jerman dikenal sebagai negara pelopor kebijakan pengelolaan sampah terbaik di dunia. Tidak hanya pemerintahnya saja yang ketat, masyarakat juga menyadari betapa pentingnya mengelola sampah. Dalam dua dekade terakhir, Jerman berupaya meningkatkan kesadaran memanfaatkan sampah sebagai sumber bahan baku dan energi.

Dalam mencapai upaya itu, pemerintah Jerman mencoba banyak strategi dalam sistem pengelolaan sampah mereka. Di antaranya penerapan Undang-Undang Manajemen Siklus Tertutup yang baru, di mana pemerintah memberikan tanggung jawab

pengelolaan sampah secara penuh kepada produsen dan distributor produk.



Gambar 12.1 : Jerman membedakan sampah menjadi 6 jenis
(Sumber: Earth.org)

Aturan tersebut berhasil meningkatkan kesadaran memilah sampah dari sumber pertama, memanfaatkan teknologi terbaru, dan meningkatkan kapasitas daur ulang. Ini dibuktikan dengan keberhasilan Jerman mengurangi total sampah nasional mereka sebesar 1 juta ton setiap tahunnya.

12.2.1 Sistem Pengelolaan Sampah di Jerman dan Aturannya

Jerman berupaya memanfaatkan sampah sebaik mungkin melalui aturan yang ketat, pemerintah Jerman juga memperkenalkan peta transisi menuju energi rendah karbon dan terbarukan yang disebut dengan *Energiewende*. Strategi ini digunakan untuk membentuk opini publik agar lebih sadar mengenai pentingnya mengelola sampah. Selain dengan strategi itu, Jerman juga menerapkan *Deposit Refund System (DRS)*.

DRS adalah salah satu strategi yang diterapkan pada pengembalian kemasan produk yang dapat didaur ulang. Jadi, ketika konsumen membeli produk yang menggunakan, akan dikenakan biaya deposit. Dan, biaya tersebut akan kembali jika kemasan produk

dikembalikan. Skema ini dinilai efektif sebagai upaya mengurangi sampah kemasan botol (baik yang terbuat dari plastik atau kaca) berakhir sia-sia di tempat sampah. Sebelum DRS, Jerman juga sudah menerapkan peraturan mengenai Ordonansi Pengemasan dan Sistem Titik Hijau di tahun 1991.

Karena aturan dan strategi itu, tingkat daur ulang sampah mereka cukup tinggi. Jerman telah berhasil mendaur ulang sebanyak 56 persen sampahnya di tahun 2002, dan terus meningkat hingga saat ini. Satu lagi aturan menarik yang diterapkan di Jerman, yakni soal pemilahan sampah adalah wajib. Aturan ini membuat ada banyak jenis tempat sampah di Jerman.

12.2.2 Jenis Tempat Sampah di Jerman

Jerman memiliki enam jenis tempat sampah yang berbeda-beda. Tempat sampah ini memiliki warna yang berbeda, sesuai dengan jenisnya. Tempat sampah sangat mudah ditemui di jalanan Jerman, dan disediakan oleh dinas kesehatan pemerintah kota masing-masing. Berikut enam jenis tempat sampah di Jerman:

1. Tempat Sampah Berwarna Coklat (*Braune Mülltonne*)

Tempat sampah ini diwakili dengan warna coklat dan khusus untuk membuang sampah organik. Sampah organik yang boleh dibuang di tempat sampah ini harus sisa-sisa organik (belum diolah), seperti potongan sayuran, kulit buah, daun, ampas kopi, dan teh. Sisa makanan yang sudah diolah, seperti potongan roti burger, sisa potongan daging, dan sisa sayur matang, tidak boleh dimasukkan ke dalam tempat sampah ini.



Gambar 12.2 : Tempat sampah di Jerman

2. Tempat Sampah Berwarna Biru (*Blaue Mülltonne*)

Jika di Indonesia kertas, koran, kardus, sobekan buku, atau jenis kertas lainnya dikelompokkan dalam tempat sampah organik, di Jerman, sampah-sampah ini dipisahkan. Jenis sampah ini harus dimasukkan dalam tempat sampah berwarna biru.



Gambar 12.3 : Tempat sampah di Jerman
(Sumber: Climateaction.org)

3. Tempat Sampah Berwarna Kuning (*Galbe Sacke*)

Tempat sampah ini dikhususkan untuk membuang sampah kemasan makanan, minuman seperti kemasan susu, saus, kaleng sarden, botol sampo, botol sabun dan jenis botol kemasan lainnya yang tidak terbuat dari kaca.

4. Tempat Sampah Warna Hijau (*Atglas*)

Jika botol dan kemasan minuman yang berbahan plastik dan kaleng dibuang di tempat sampah warna kuning, di Atglas khusus untuk sampah yang terbuat dari kaca. Misalnya botol kaca bekas selai, botol sirup dari kaca, gelas kaca dan bahan kaca lainnya.

5. Tempat Sampah Warna Orange (*Orange Box*)

Tempat sampah berwarna orange di Jerman dikhususkan untuk barang-barang elektronik dan barang aksesoris elektronik lain seperti kaset dan CD. Selain itu, barang-barang berbahan metal yang sudah tidak dipakai, juga bisa dibuang ke tempat sampah satu ini.

6. Tempat Sampah Berwarna Hitam (*Schwarze Mülltonne*)

Satu lagi tempat sampah di Jerman, yakni yang berwarna hitam. Jenis tempat sampah ini dikhususkan untuk barang-barang yang sulit dipilah, seperti popok bayi, pembalut, tisu bekas, perabotan rumah tangga yang rusak atau mainan rusak.

Selain keenam jenis tempat sampah tersebut, ada satu lagi tempat sampah khusus untuk pakaian bekas atau biasa disebut *Alte Kleider*. Biasanya, ada kotak khusus yang disediakan untuk membuang pakaian bekas. Tempat-tempat sampah tersebut akan diambil secara berkala oleh petugas. Setelah itu, sampah akan didaur ulang sesuai jenisnya. Jerman memiliki perusahaan yang menangani kemasan bekas (plastik, kertas, botol, metal dsb) di seluruh negeri, yaitu DSD/AG (*Dual System Germany Co*). DSD dibiayai oleh perusahaan-perusahaan yang produknya menggunakan kemasan. DSD bertanggung jawab untuk memungut, memilah dan mendaur ulang kemasan bekas. Berbeda dengan kondisi Jerman 30 tahun silam, terdapat 50.000 tempat sampah yang tidak terkontrol, tapi kini hanya 400 TPA (Tempat Pembuangan Akhir). 10-30 % dari sampah awal berupa 'slag' yang kemudian dibakar di insinerator dan setelah itu ionnya dikonversikan, dan dapat digunakan untuk bahan konstruksi jalan.

Cerita menarik proses daur ulang ini datang dari Passau Hellersberg adalah sampah organik yang dijadikan energi. Produksi kompos dan biogas ini memulai operasinya tahun 1996. Sekitar 40.000 ton sampah organik pertahun selain menghasilkan pupuk kompos melalui fermentasi, gas yang tercipta digunakan untuk pasokan listrik bagi 2.000 – 3.000 rumah. Sejak 1972 pemerintah Jerman melarang sistem 'sanitary landfill' karena terbukti selalu merusak tanah dan air tanah. Sampah merupakan campuran segala macam barang (tidak terpakai) dan hasil reaksi campurannya seringkali tidak pernah bisa diduga akibatnya. Pada beberapa TPA atau instalasi daur ulang selalu terdapat pemeriksaan dan pemilahan secara 'manual'. Hal ini untuk menghindari bahan berbahaya tercampur dalam proses, seperti misalnya baterai dan kaleng bekas oli yang dapat mencemari air tanah. Sampah berbahaya ini harus dibuang dan dimusnahkan dengan cara khusus.

12.3 Pengelolaan Sampah di Korea Selatan

Sistem pengelolaan sampah di Negeri Ginseng ini dikendalikan oleh Menteri Lingkungan Hidup Korea Selatan. Korea Selatan merupakan salah satu negara yang memiliki tingkat daur ulang yang cukup tinggi. Berdasarkan hasil riset *Eunomia Research and Consulting* di tahun 2018, Korea Selatan berada di ranking 3 negara dengan tingkat daur ulang yang mencapai 53,7%. Berbagai jenis sampah dipisahkan dalam tempat sampah dengan warna berbeda-beda. Yaitu sampah makanan, sampah yang bisa didaur ulang, dan sampah lain-lain yang tidak bisa masuk ke dalam dua kategori tersebut. Misalnya popok bayi dan tisu bekas. Jika salah buang, denda dan hukuman siap menanti. Bahkan, hampir di setiap wilayah Korea Selatan menugaskan seseorang untuk mengawasi kegiatan buang sampah.



Gambar 12.4 : Sistem *Pay as Your Trash* untuk menangani *Food Waste*
(Sumber: PBS)

12.3.1 Sistem Pengolahan Sampah di Korea Selatan

Pada tahun 1995, pemerintah Korea Selatan mulai membangun standar pengolahan sampah yang ketat dan sistematis untuk memastikan kestabilan ekonomi mereka di masa depan. Standar ini dimulai dengan kebijakan *Volume-based Waste Fee* (VWF). Sistem ini membuat setiap individu, rumah tangga, maupun pelaku usaha diwajibkan untuk membeli kantong sampah yang dijual oleh pemerintah daerah untuk membuang limbah rumah tangga. Kantong

sampah ini memiliki ukuran volume, warna yang berbeda sesuai dengan jenisnya dan informasi mengenai wilayah tempat tinggal.

Sampah yang dapat didaur ulang harus dipisahkan dan disortir di tempat sampah yang telah disediakan. Dengan begitu, masyarakat akan dikenakan biaya berdasarkan volume sampah yang dihasilkan. Satu dekade setelah pengenalan dan penerapan sistem VWF, tingkat timbunan sampah berkurang, dan tingkat daur ulang meningkat cukup drastis. Keberadaan sistem VWF meningkatkan keinginan daur ulang warga Korea Selatan untuk menghemat pengeluaran pembelian kantong plastik sehingga mengurangi beban pembakaran atau tempat pembuangan sampah.

Menurut Departemen Penelitian Statistika Korea Selatan pada data yang dipublikasi pada Juli 2022 menyebutkan bahwa di tahun 2019 terdapat 497 juta ton sampah dihasilkan di Korea Selatan. Data tersebut menunjukkan terjadi peningkatan volume sampah sebesar 12% dari tahun sebelumnya yaitu 446 juta ton sampah. Angka yang cukup fantastis dan kemungkinan akan terus bertambah seiring bertambahnya pertumbuhan penduduk serta modernisasi dan kehidupan yang serba cepat dan instan.

Dengan data volume sampah yang ada, baik Korea berupaya melakukan pencegahan terbentuknya sampah makanan serta menanggulangi jumlah sampah agar tidak langsung terbangun di TPA. Salah satu upaya yang dilakukan Korea Selatan adalah dengan memberlakukan sistem bayar sampah sesuai dengan sampah yang mereka miliki. Dengan sistem ini, warga akan lebih sadar untuk menghabiskan makanan serta mengurangi sampah organik agar tidak bayar lebih banyak.

Pay as Your Trash merupakan aturan yang mengenakan biaya kepada individu yang membuang sampah berdasarkan volume nya. Pemerintah Korea telah memperkenalkan sistem bayar sampah sesuai volume atau PAYT ini sejak 2013 sebagai langkah mengelola sampah makanan di Korea Selatan. Tujuannya adalah mendorong warga untuk mengurangi sampah serta meningkatkan daur ulang.

Terdapat tiga metode dalam sistem ini. Pertama, warga dapat menggunakan kartu RFID (*Radio Frequency Identification*). Kartu personal ini dapat digunakan di tempat sampah khusus sehingga membuat tutup sampah terbuka saat kartu ditempelkan. Nantinya jumlah sampah akan tercatat berikut dengan biaya yang harus

dikeluarkan. Metode kedua adalah menggunakan kantung sampah berbayar. Kantung ini didesain khusus sesuai dengan volume sampah. Kantung sampah berbayar dapat ditemukan dengan mudah di toko, pasar hingga supermarket. Selain itu terdapat juga sistem *barcode* yang mana warga dapat menyetorkan sampah organik nya langsung ke tempat sampah kompos. Cara pembeliannya adalah dengan membeli stiker *barcode* yang menempel pada tempat sampah.

Tidak hanya terjadi di Korea Selatan, sistem PAYT juga telah dipraktikkan di lebih dari 7000 kota di Amerika Serikat seperti Berkeley, Austin, Seattle, Maine dan Portland. Sistem ini terbukti digunakan di banyak kota dan negara karena efektivitas nya yang mampu menekan jumlah sampah organik dan mampu membangun kesadaran warga.

12.3.2 Pembagian Kategori Sampah di Korea Selatan

Manajemen pengelolaan sampah yang baik tentunya dapat hadir didukung adanya upaya pemilahan yang benar. Secara umum, Korea Selatan membagi sampah ke dalam lima kategori dan ditempatkan di tempat sampah yang berbeda, yaitu sebagai berikut:



Gambar 12.5 : Pembagian tempat sampah berdasarkan jenisnya
(Sumber: Wikiwand)

Food Waste

Setiap limbah yang dapat digunakan sebagai pakan hewan dianggap sebagai limbah makanan. Dengan demikian, sisa makanan seperti tulang, biji buah, kantong teh, cangkang dan limbah beracun tidak termasuk ke dalam kategori *food waste*. Limbah makanan dapat

dibuang di tempat sampah makanan khusus yang terletak di luar tempat tinggal Anda. Selain itu, dapat juga dibuang melalui saluran masuk limbah otomatis sekali pakai yang menggunakan chip atau stiker untuk membukanya. Beberapa distrik juga memiliki mesin dengan sistem *radio-frequency identification* (RFID) untuk mengukur berat dari sampah sisa makanan. Berkat kebijakan ini angka daur ulang sampah sisa makanan Korea Selatan telah mencapai angka 95% (World Economic Forum, 2019).

Recyclable Materials

Kategori sampah yang satu ini perlu Anda pilah dengan teliti karena jenisnya cukup banyak dan terlihat rumit. Tempat untuk mengumpulkan sampah jenis ini juga sudah ditetapkan di sekitar tempat tinggal.

a) **Kertas**

Kategori ini berisi produk berbasis kertas, seperti koran, kertas, karton, buku, kertas kado, tas belanja, kalender, karton susu, karton minuman, cangkir kertas, dan kardus. Anda perlu memastikan sampah kategori ini bersih, kering, dan tidak memiliki stiker/selotip yang menempel. Masyarakat perlu meratakan kardus, karton minuman, karton susu, dan cangkir kertas agar tidak memakan tempat. Produk kertas yang berlapis plastik tidak masuk ke dalam kategori ini.

b) **Kaca**

Sampah berbahan dasar kaca seperti botol bir, botol soda, botol minuman keras perlu dikosongkan dan dicuci terlebih dahulu. Kemudian, pisahkan tutup botol dan kategorikan berdasarkan warnanya (bening, hijau, dan cokelat). Untuk botol bir, soju, dan soda dapat dikembalikan ke supermarket tempat mereka dibeli untuk dapat ditukarkan dengan deposit pengembalian botol. Sementara itu, terdapat jenis kaca yang tidak dapat didaur ulang, seperti cermin, botol kosmetik, piring porselen, piring tahan panas, dan botol berwarna putih susu.

c) **Logam**

Kategori ini berisi peralatan berbahan dasar logam, seperti kaleng minuman, kaleng aluminium, kaleng gas, dan stainless steel. Anda perlu mengosongkan dan membersihkan isi kaleng dari cairan dan gas yang ada di dalamnya.

d) **Plastik**

Produk plastik bertanda PET, PVC, PE, PP, PS, HDPE, dan LDPE dapat didaur ulang dengan mengosongkan dan membersihkan isinya. Untuk memaksimalkan tempat, plastik tersebut bisa diremukkan. Terdapat produk plastik yang tidak dapat didaur ulang. Produk tersebut adalah alat tulis, kancing, soket, pemanas listrik, mainan, baby walker, telepon, dan kamera sekali pakai.

e) **Kantong Plastik**

Kantong plastik yang bersih dapat didaur ulang. Anda perlu memisahkan kantong plastik sesuai dengan warnanya. Plastik pembungkus mie instan dan plastik yang sudah terkontaminasi kotoran lainnya tidak dapat didaur ulang.

f) **Styrofoam**

Gabus sintetis untuk pelindung alat elektronik, kotak buah, ataupun kontainer mie instan dapat didaur ulang apabila bersih dari noda bekas makanan. Jika gabus memiliki noda yang parah maka tidak dapat didaur ulang.

g) **Bohlam Lampu**

Bohlam lampu yang sudah tidak menyala dapat didaur ulang. Namun, pemerintah Korea Selatan hanya menerima bohlam yang utuh dan tidak pecah.

h) **Baterai**

Pemerintah Korea Selatan tidak memperbolehkan warganya membuang sampah baterai ke sembarang tempat. Anda perlu memisahkan baterai dan membuangnya di tempat yang telah disediakan di sekitar rumah atau kantor distrik.

Clothing and Bedding

Pakaian, tas, sepatu, sprei, selimut, dan barang berbahan dasar kain lainnya memiliki tempat pengumpulan yang terpisah. Bedding, seperti selimut dan sprei harus dikemas dan diikat dalam tumpukan setinggi 30 cm agar tidak rusak akibat hawa lembap. Opsi lainnya adalah dengan menyumbangkannya ke pasar barang bekas.

Large Waste

Kategori ini mengacu pada sampah yang terlalu besar untuk dimasukkan ke dalam standar ukuran kantong sampah yang telah

ditetapkan. Contoh dari barang yang masuk ke dalam kategori ini adalah perabot rumah tangga dan kantor, elektronik besar, produk pemanas serta pendingin. Untuk membuang produk tersebut, masyarakat harus melaporkannya ke kantor distrik dan membayar biaya tergantung ukuran serta beratnya. Kemudian akan mendapatkan stiker yang perlu ditempelkan pada barang tersebut. Hari pembuangan pun tidak bisa seenaknya. Masyarakat perlu membuang produk tersebut di hari yang telah ditentukan. Jika barang masih berfungsi dengan baik, dapat menghubungi pusat daur ulang agar dapat digunakan kembali oleh orang lain dengan tepat,

General Waste

General waste mengacu pada limbah yang bukan termasuk ke dalam empat kategori di atas, seperti label paket, popok bayi, tisu bekas, dan lain sebagainya. Sampah jenis ini harus dibuang di kantong sampah plastik standar yang berlaku di distrik. Kantong yang tersedia dalam berbagai ukuran di supermarket lokal. Setelah kantong penuh, masyarakat harus mengikat kantong sampah dengan simpul berbentuk salib (†).

12.3.3 Langkah-langkah Pemilahan Sampah di Korea Selatan

Korea Selatan memberlakukan sanksi yang cukup tegas terkait manajemen pengelolaan sampah. Jika tidak melakukan pemilahan, Masyarakat dapat dikenakan penalti berupa denda. Besaran denda cukup beragam, tergantung distrik tempat tinggal, jumlahnya bisa mencapai ₩300,000 atau sekitar Rp3.300.000,00. Berikut merupakan cara buang sampah di Korea Selatan:

1. Siapkan Tempat Sampah Terpisah untuk Memilah

Masyarakat Korea biasanya memiliki tempat sampah khusus untuk menampung sampahnya sebelum di drop pada tempat daur ulang terdekat dari rumahnya. Dengan menyiapkan tempat sampah sendiri, aktivitas memilah Anda akan menjadi lebih efisien.

2. Pastikan Sampah Anorganik Anda Bersih

Jangan lupa untuk mengosongkan, membilas, dan mengeringkan sampah anorganik sebelum menaruhnya ke tempat sampah. Perhatikan ketentuan pengelolaan setiap jenis

sampah. Contohnya ketika membuang kardus, Anda harus menghilangkan label yang menempel di kardus dan melipatnya agar tidak memakan tempat.

3. **Kenali Kategori Sampahmu**

Langkah selanjutnya adalah mengenali kategori sampah yang telah dihasilkan. Anda perlu memberikan perhatian khusus ke setiap bagian sampah, seperti sampah botol bir misalnya. Botol bir terbuat dari kaca, tetapi tutupnya terbuat dari aluminium.

4. **Pisahkan Sampah Berdasarkan Jenisnya**

Di Korea Selatan, setelah mengenali kategori sampah yang dihasilkan, Anda perlu memisahkannya ke masing-masing tempat berdasarkan kategori. Jangan lupa untuk menggunakan plastik yang telah disarankan oleh pemerintah daerah agar tidak terkena denda.

5. **Buang Sampah di Tempat yang Telah Disediakan**

Setelah melakukan pemilahan, Anda bisa membuangnya di tempat sampah yang telah disediakan. Setiap kategori sampah biasanya memiliki tempat sampah dan hari penjemputan yang berbeda. Pastikan untuk mengecek jadwal terlebih dahulu.

12.3.4 Dampak Sistem PAYT Bagi Lingkungan

Mengelola sampah makanan di Korea Selatan melalui sistem *Pay as Your Trash* terbukti dapat menurunkan volume sampah organik pada tahun berikutnya. Jumlah rata-rata sampah yang dihasilkan setiap orang menurun dari 1.33 kg sampah menjadi 0.98 kg. Hal ini diakui oleh warga Seoul merupakan suatu himbauan untuk tidak berlebihan dalam membeli dan mengonsumsi makanan. Mereka juga menyebut sekarang dapat lebih mengontrol makanan apa yang dibeli agar tidak mubazir menjadi sampah. Selain itu, sampah makanan menjadi lebih sedikit dan lingkungan menjadi lebih bersih. Tak hanya individu, restoran dan bisnis berbasis makanan juga secara aktif menghindari sampah makanan untuk mengurangi biaya pembuangannya.

Kesuksesan Korea Selatan dalam mengelola sampah tidak bisa dicapai dalam semalam. Banyak kebijakan yang dijalankan dan telah melalui serangkaian proses *trial and error*. Selain itu, pengelolaan sampah merupakan usaha kolektif dari berbagai pihak, dari masyarakat, pelaku bisnis hingga pemerintah. Bukanlah hal yang

mustahil untuk mengikuti jejak kesuksesan Korea Selatan dalam mengelola sampah. Mulai dari diri sendiri.

12.4 Pengelolaan Sampah di Swedia

Swedia merupakan salah satu negara maju di Eropa dengan jumlah penduduk kurang lebih 10 juta jiwa yang tidak memiliki cukup sumberdaya alam seperti halnya di Indonesia, namun terkenal dengan industri mobil raksasa Volvo. Dibandingkan dengan negara-negara Eropa pada umumnya, Swedia memiliki konsep pembangunan yang sedikit berbeda, yaitu sangat berorientasikan pada kelestarian alam. Di beberapa kota seperti di Gotenborg, banyak dijumpai kondisi perumahan yang halaman belakang rumah penduduknya adalah hutan pinus asli. Selain itu Swedia merupakan salah satu negara yang telah berhasil mengedepankan peran perempuan (gender) dalam derap pembangunannya termasuk dalam dunia politik. Sebagai contoh di kota Gotenborg, anggota parlemen perempuan mencapai 50 %.

Berkaitan dengan sistem pengelolaan persampahan, Swedia selalu mengedepankan bahwa sampah merupakan salah satu *resources* yang dapat digunakan sebagai sumber energi. Dasar pengelolaan persampahan diletakkan pada minimasi sampah dan pemanfaatan sampah sebagai sumber energi. Keberhasilan penanganan sampah tersebut didukung oleh tingkat kesadaran masyarakat yang sudah sangat tinggi mengingat perilaku masyarakat merupakan variabel penting. Swedia merupakan negara yang dikenal inovatif termasuk dalam hal pengelolaan sampah. Selama bertahun-tahun Swedia secara konsisten menerapkan kebijakan pengelolaan sampah demi mewujudkan negara yang bebas sampah. Selain dari kebijakan pemerintah dan inovasi teknologi, ternyata peran serta masyarakat juga menjadi faktor utama yang mendukung terwujudnya negara bebas sampah tersebut.



Gambar 12.6 : Sampah dipilah sesuai jenisnya

Dengan meletakkan titik fokusnya pada kesadaran masyarakat dan kebijakan ketat, negara terluas ke-3 di Benua Eropa ini telah berhasil melakukan pengelolaan sampah dan air limbah untuk dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Negara terkaya ke-7 di dunia ini telah menekan pencemaran lingkungan dengan mendaur ulang 49,7% sampahnya. Swedia selalu berpedoman bahwa sampah bisa dipakai untuk sumber energi. Untuk itu mereka mengeluarkan pedoman bahwa senyawa beracun yang ada di sampah harus dikurangi saat proses produksi. Pemerintah Swedia juga membuat kebijakan untuk mengurangi masyarakatnya membuang sampah. Bahkan sampah yang bisa dibakar tidak boleh dibuang di TPA sejak 2002 silam. Teknologi juga terus ditingkatkan untuk mengelola sampah menjadi sumber energi.



Gambar 12.7 : Jenis tempat sampah di Swedia
Sumber : sweden.se

1. **Pemilahan Sampah dan Daur Ulang**

Masyarakat Swedia telah terbiasa memilah sampah yang mereka hasilkan di rumah-rumah sebelum membuangnya ke tempat pembuangan. Hal tersebut tentu saja mempermudah proses pemilahan sampah dalam skala yang lebih besar. Selain itu, ada kebijakan pemerintah yang menetapkan ketersediaan pusat daur ulang sampah setiap 300m dari wilayah pemukiman. Hal ini ditargetkan untuk mendorong perilaku masyarakat untuk membuang dan memperlakukan limbah dengan benar.

2. **Memberdayakan kembali barang bekas**

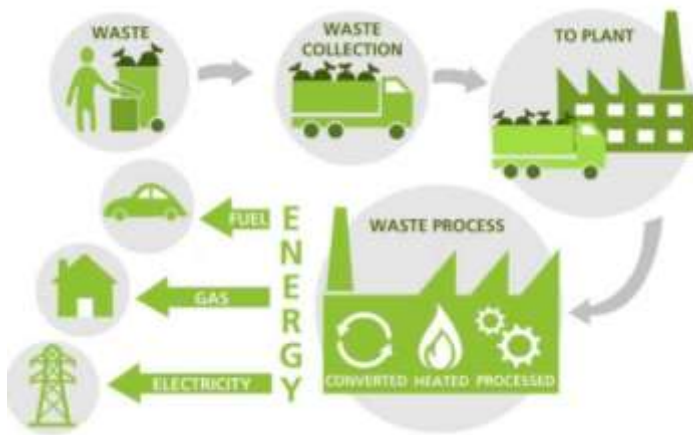
Warga Swedia cenderung menggunakan kembali barang-barang daripada membuang atau mendaur ulang. Ini termasuk kebiasaan mengisi ulang produk-produk, daripada membuang atau mendaur ulang wadahnya. Kebiasaan menggunakan produk yang bisa digunakan ulang, tentu saja membuat mereka terhindar dari membeli produk baru yang berpotensi menghasilkan sampah lainnya.

3. **“Pant System”**

Pemerintah menyediakan *reward* dalam bentuk uang bagi setiap botol atau kaleng bekas yang ditaruh di fasilitas daur ulang. Sistem ini disebut *pant system* yang telah sukses mendaur ulang jutaan sampah setiap tahunnya. *Pant system* juga disebut sebagai salah satu faktor yang membentuk perilaku masyarakat dalam menangani sampah sehari-hari.

4. **Peran Produsen**

Pemerintah juga menghimbau pihak produsen yang memproduksi barang yang berpotensi menjadi limbah untuk berpartisipasi. Beberapa retail barang seperti perusahaan pakaian H&M akan memberikan diskon bagi pelanggan yang ‘mengembalikan’ pakaian yang sudah tidak dipakai lagi. Di samping itu, mereka juga mencoba inovasi agar limbah pakaian bekas dapat diatasi dengan lebih baik untuk ke depannya.



Gambar 12.8 : Ilustrasi Pengolahan sampah di Swedia

12.4.1 Penerapan *Waste-to-Energy*

Hal yang paling signifikan dari pengelolaan sampah di Swedia adalah tersedianya fasilitas *waste-to-energy*. Lebih dari lima puluh persen limbah di Swedia dibakar dengan suhu yang sangat tinggi di fasilitas ini untuk mengubahnya menjadi energi listrik atau panas. Selain itu, abu dari proses pembakaran limbah ini juga dapat dijadikan bahan konstruksi jalan. Untuk membuat fasilitas ini selaku bekerja menghasilkan energi, Swedia bahkan mengimpor sampah dari negara-negara tetangga. Hal-hal tersebut menunjukkan bahwa masalah sampah adalah persoalan semua pihak dalam suatu negara. Untuk menjadi negara yang bebas sampah, juga diperlukan partisipasi pihak industri serta peran aktif masyarakat untuk mengelola sampah. Dengan penanganan yang tepat dan tunjangan teknologi, Swedia berhasil membuktikan diri sebagai negara terdepan dalam hal pengelolaan sampah.

12.4.2 Segi Peran Serta Masyarakat dan Swasta

1. Peran Masyarakat

Masyarakat Swedia telah memiliki kesadaran yang sangat tinggi dalam pengelolaan sampah. Sebagai contoh Pemilahan sampah dilakukan sesuai dengan ketentuan baik yang dilakukan di wadah individu maupun wadah komunal. Masyarakat membayar retribusi sesuai ketentuan, masyarakat

hanya membeli produk yang memiliki kemasan dapat didaur ulang (memiliki tanda khusus), dan masyarakat merasa bangga dapat menjaga lingkungan tetap bersih dengan melakukan pemilahan sampah.

2. Peran Swasta

Peran serta swasta dalam pengelolaan sampah (pengumpulan/pengangkutan, incinerator, daur ulang, landfill dll) sangat dominan dan dilakukan dengan sangat transparan dan accountable. Direksi perusahaan berasal dari perwakilan semua partai sehingga control public dan konsultasi publik dapat dengan mudah dilakukan.

12.4.3 Kebijakan Pengolahan Sampah

Landasan kebijakan Swedia, senyawa beracun yang terkandung dalam sampah harus dikurangi sejak pada tingkat produksi. Minimasi jumlah sampah dan daur ulang ditingkatkan. Pembuangan sampah yang masih memiliki nilai energi dikurangi secara signifikan. Sehingga, Pemerintah Swedia membuat kebijakan seperti: Pengurangan volume sampah yang dibuang ke TPA harus berkurang sampai dengan 70 % pada tahun 2015. Sampah yang dapat dibakar (*combustible waste*) tidak boleh dibuang ke TPA sejak tahun 2002. Sampah organik tidak boleh dibuang ke TPA lagi pada tahun 2005. Tahun 2008 pengelolaan lokasi landfill harus sesuai dengan ketentuan standar lingkungan. Pengembangan teknologi tinggi pengolahan sampah untuk sumber energi ditingkatkan.

Swedia juga memiliki landasan kebijakan seperti : senyawa beracun yang terkandung dalam sampah harus dikurangi sejak pada tingkat produksi, minimasi jumlah sampah dan daur ulang ditingkatkan, pembuangan sampah yang masih memiliki nilai energi dikurangi secara signifikan, dan pencemaran lingkungan dicegah sedini mungkin.

Berdasarkan landasan tersebut, kebijaksanaan pengelolaan sampah tersebut antara lain meliputi: pengurangan volume sampah yang dibuang ke TPA harus berkurang sampai dengan 70 % pada tahun 2015, sampah yang dapat dibakar (*combustible waste*) tidak boleh dibuang ke TPA sejak tahun 2002, sampah organik tidak boleh dibuang ke TPA lagi pada tahun 2005, tahun 2008 pengelolaan lokasi landfill harus sesuai dengan ketentuan standar lingkungan, dan

pengembangan teknologi tinggi pengolahan sampah untuk sumber energi ditingkatkan.

Kebijakan penanganan sampah di Swedia memiliki scenario, target dan tahapan yang jelas dan realistis, seperti pengurangan sampah sebesar 70 % pada tahun 2015 atau mengurangi sampah organik dan *combustible* dibuang ke TPA pada tahun 2005. Hal tersebut dimaksudkan untuk mendapatkan energi sampah semaksimal mungkin. Berbeda dengan konsep kebijakan persampahan di Indonesia yang tidak memiliki skenario, jangka waktu dan target yang jelas.

12.4.4 Teknis Pelaksanaan Pengolahan Sampah

1. Segi Teknis

Program 3R di swedia sudah dilaksanakan dengan sangat memadai. Hal tersebut berkat adanya dukungan dari masyarakat yang sudah memiliki wawasan dan pengetahuan yang cukup mengenai konsep penanganan sampah dan pencemaran lingkungan. Kita di Indonesia perlu melaksanakan sosialisasi untuk mengajak masyarakat melaksanakan program 3 R. Pembelajaran yang menarik dari program 3 R ini adalah maksimalnya manfaat sampah sebagai sumber daya yang di Indonesia belum bisa dilaksanakan. Sebagai contoh suplai energi listrik untuk seluruh kota di Swedia yang berasal dari incinerator cukup besar (20 40 %), suplai energi panas untuk district heating sebagian besar juga didapat dari biogas, landfill gas dan incinerator. Selain itu produk daur ulang dari plastik sebagai bahan baju panas memiliki kualitas yang cukup baik, demikian pula dengan produk kertas daur ulang yang berhasil diexport ke negara lain (Eropa Timur, Asia, Afrika dan lain-lain).

Incinerator telah berkembang bukan hanya berfungsi sebagai alat pereduksi sampah tetapi juga sebagai penghasil energi listrik. Di Indonesia hal ini sulit dilaksanakan, karena kondisi yang sangat berbeda terutama masalah keterbatasan biaya dan karakteristik sampah kita yang memiliki nilai kalor rendah. Konsep mengenai landfill sudah bergeser dari yang semula hanya sebagai tempat pembuangan sampah menjadi tempat pengolahan karena dilengkapi recycling center, biogas, landfill gas extraction dan lain-lain. Di Indonesia, peran landfill

sebagai hanya tempat pembuangan sampah yang cenderung mencemari lingkungan secara bertahap perlu dikurangi, dengan menerapkan proteksi lingkungan dan pemanfaatan landfill gas sebagai energy.

2. Segi Kelembagaan

Adanya pemisahan peran stakeholder antara pembuat kebijakan dan operator, di Indonesia kedua peran tersebut masih jadi satu. Peran Pemerintah (Pusat maupun kota) lebih dominan sebagai pembuat kebijakan dan fasilitator, di Indonesia seharusnya dapat melakukan hal yang sama. Pihak swasta dan masyarakat sebagai operator, di Indonesia jumlahnya sangat terbatas. Kemampuan SDM yang sangat handal dan profesional dalam system pengelolaan sampah merupakan modal yang sangat kuat dalam menentukan keberhasilan program kebersihan di swedia, di Indonesia perlu upaya serius dalam meningkatkan kualitas SDM.

3. Segi Keuangan

Retribusi yang dibebankan kepada masyarakat dibayarkan per tahun dengan nilai yang sama untuk setiap jenis rumah tangga (tidak ada prinsip cross subsidi) yaitu sebesar 1200 SEK atau 150 US dolar . Insentif diberikan kepada mereka yang secara signifikan dapat mengurangi jumlah sampah (untuk kompos maupun daur ulang). Pendapatan dari retribusi 100 % dikembalikan untuk biaya pengelolaan sampah melalui kontrak dengan pihak swasta.

4. Segi Peraturan

Peraturan yang dibuat oleh Pemerintah yang berkaitan dengan ketentuan pengelolaan sampah di Swedia (juga mengacu pada ketentuan Eropa) cukup realistis, sistematis dan selalu menjadi acuan dalam pelaksanaan penanganan sampah di lapangan baik oleh pihak pengelola maupun masyarakat.

5. Segi Peran Serta Masyarakat dan Swasta

Tingginya kesadaran dalam proses pemilahan sampah, memilih produk dengan kemasan yang ramah lingkungan (dapat didaur ulang) dan membayar retribusi sesuai dengan ketentuan. Tingginya peran perempuan (gender responsive) di bidang pengelolaan kebersihan merupakan salah satu kunci sukses program 3 R terutama yang berkaitan dengan proses

pemilahan sampah. Pembelajaran yang menarik dari aspek peran swasta adalah adanya kompetisi yang sehat dalam memenangkan tender dan kualitas pekerjaan yang sangat baik (tidak ada KKN) serta duduknya wakil partai /masyarakat sebagai direksi perusahaan. Hal tersebut memungkinkan terselenggaranya kontrol aktif dan perhatian terhadap kebutuhan masyarakat dalam pengelolaan sampah.

Target Pemerintah Swedia pada Tahun 2025 adalah untuk mengurangi sampah makanan hingga 20 % per orang mulai tahun 2020 hingga 2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Asia, E., & Kim, D. Y. 2019. How the Volume-based Waste Fee Policy Increased Household Recycling Rates in the Republic of Korea (1995–2009).
- Bartelings, H., Sterner, T. Household Waste Management in a Swedish Municipality: Determinants of Waste Disposal, Recycling and Composting. *Environmental and Resource Economics* **13**, 473–491. 1999. <https://doi.org/10.1023/A:1008214417099>
- Borchard R, Zeiss R, Recker J. Digitalization of waste management: Insights from German private and public waste management firms. *Waste Management & Research*. 2022;40(6):775-792. doi:10.1177/0734242X211029173
- European Environmental Agency. 2021. Overview of national waste prevention programmes in Europe : Sweden 2021.
- Hartlén, J. 1996. Waste management in Sweden. *Waste Management*, **16**, 385-388.
- Hansen, D., Mikloweit, U., Ross, B., & Popp, W. 2014. Healthcare waste management in Germany. *International Journal of Infection Control*, **10** (1). <https://doi.org/10.3396/ijic.v10i1.12511>
- Mele, M., Magazzino, C., Schneider, N. *et al.* Innovation, income, and waste disposal operations in Korea: evidence from a spectral granger causality analysis and artificial neural networks experiments. *Econ Polit* **39**, 427–459. 2022. <https://doi.org/10.1007/s40888-022-00261-z>
- Morlok, Juergen, Harald Schoenberger, David Styles, Jose-Luis Galvez-Martos, and Barbara Zeschmar-Lahl. 2017. "The Impact of Pay-As-You-Throw Schemes on Municipal Solid Waste Management: The Exemplar Case of the County of Aschaffenburg, Germany" *Resources* **6**, no. 1: 8. <https://doi.org/10.3390/resources6010008>
- Nelles, Michael & Grünes, J. & Morscheck, Gert. 2016. Waste Management in Germany – Development to a Sustainable Circular Economy?. *Procedia Environmental Sciences*. **35**. 6-14. 10.1016/j.proenv.2016.07.001.
- Rylander H. Waste Management in Sweden. a National Report. *Waste Management & Research*. 1985;3(1):81-88. doi:10.1177/0734242X8500300107

- S. Lee *et al.* 2011. Korean household Waste Manage. and recycling behavior. Building and Environment. Volume 46, Issue 5, May 2011, Pages 1159-1166.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.12.005>
- Sweden is aiming for zero waste. This means stepping up from recycling to reusing..
<https://sweden.se/climate/sustainability/swedish-recycling-and-beyond>
- Sweden sverige. Swedish recycling and beyond Sweden is aiming for zero waste. This means stepping up from recycling to reusing.
<https://sweden.se/climate/sustainability/swedish-recycling-and-beyond>
- Vehlow, J. 1996. "Municipal solid waste management in Germany". United States. [https://doi.org/10.1016/S0956-053X\(96\)00081-5](https://doi.org/10.1016/S0956-053X(96)00081-5).
- Waste Management in Sweden. <https://smartcitysweden.com/focus-areas/climate-environment/waste-management/>
- Yang, Won-Seok & Park, Jun-Kyung & Park, Se-Won & Seo, Yong-Chil. 2014. Past, present and future of waste management in Korea. Journal of Material Cycles and Waste Management. 17. 10.1007/s10163-014-0301-7.
- Yoo, K. Y., & Yi, S. 2015. Evaluation and development of solid waste management plan: a case of Seoul for past and future 10 years. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 17(4), 673-689.

BAB 13

PERANAN BIOAKTIVATOR DALAM PEROMBAKAN SAMPAH DAUN

Oleh Fahrudin

13.1 Pendahuluan

Di beberapa kota besar di Indonesia, sampah organik merupakan salah satu permasalahan di kota – kota besar yang ada di Indonesia, karena hal ini terkait dengan keindahan dalam penataan kota. Sampah dedaunan adalah salah satu sampah organik bersumber dari pepohonan yang sulit tertanggulangi, terutama pada kota – kota yang sedang menggalakkan penghijauan atau membangun hutan (Rijal, 2008.).

Beberapa kota di Indonesia sedang menggalakkan penghijauan dan membuat hutan kota di beberapa sudut kota. Ini membentuk suatu ekosistem yang memberikan kontribusi pada keindahan kota dan terbentuknya mikro-iklim untuk perbaikan kualitas udara. Adapun pohon pelindung yang dominan tumbuh di dalam kota pada umumnya adalah adalah Angsana (*Pterocarpus indicus*), KI Hujan (*Samanea saman*) dan Bungur (*Lagerstromia speciosa*) serta beberapa jenis pohon pelindung lainnya seperti pohon Ketapang Kencana (*Terminalia mantaly*) (Sihite dan Nur, 1997)

Namun demikian, sampah dedaunan tersebut, dapat didayagunakan untuk menghasilkan produk kompos yang bernilai ekonomi, sekaligus mengelola sampah perkotaan berbasis lingkungan dan ekonomi. Dengan memanfaatkan sampah dedaunan ini dapat mengurangi penumpukan daun-daun yang sudah tua. Sampah dedaunan memiliki potensi untuk bahan kompos menjadikan pupuk kompos yang tinggi haranya, kaya mineral dan material organik sehat lainnya sebagai pupuk organik. Dengan demikian, penggunaan pupuk organik dapat mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan pupuk kimia (Rosen, dkk. 2007)

Keistimewaan dedaunan sebagai bahan kompos, karena mengandung nitrogen berkisar 0,4 -1,0 % dan rasio C:N 40-80. Namun

kandungan nutriennya bervariasi tergantung pada jenis daun tanamannya. Selama proses penguraian pada daun, nilai rasio C:N akan mengalami penurunan sekitar 10:1 ketika bahan bercampur dengan tanah. Kompos kaya dengan nutrisi yang terdiri dari karbon (C), fosfor (P), kalium (K) dan magnesium (Mg), serta beberapa unsur mikro seperti tembaga (Cu), molibdenum (Mo), seng (Zn) (Neugebauer, dkk. 2017).

Dedaunan menjadi kompos, sebelumnya mengalami tahap penguraian oleh mikroorganisme pengurai menjadi bahan organik kompleks mengubah senyawa organik sederhana. Hasil penguraian inilah yang menjadi kompos digunakan untuk menjaga sifat-sifat tanah secara fisik, kimia dan biologi. Proses dekomposisi akan membutuhkan waktu lama, jika hanya daun itu dibiarkan secara alami untuk menjadi kompos, tetapi memerlukan nutrisi dan tambahan mikroba dari luar untuk mempercepat proses pengomposan. Pengomposan terjadi secara alami memakan waktu dalam beberapa minggu, bahkan ada satu sampai dua tahun hingga kompos benar-benar matang (Andriany, dkk. 2018).

Beberapa faktor yang berpengaruh dalam mempercepat proses pengomposan meliputi temperatur, ukuran bahan, mikroba, pH, dan juga rasio bahan organik. Waktu yang diperlukan untuk pengomposan tergantung pada karakteristik yang dimiliki material organik yang dikomposkan, metode pengomposan yang dipergunakan dan penambahan bioaktivator (Fahrudin, 2020). Bioaktivator adalah pencampuran bahan organik dan mikroorganisme, yang keduanya berperan dalam proses dekomposisi. Peran bioaktivator adalah sebagai sumber inokulum sejumlah jenis mikroba pengurai dan sebagai penyedia nutrisi bagi mikroba itu untuk memicu laju proses dekomposisi bahan kompos (Chan, dkk. 2010).

Tujuan menggunakan bioaktivator, agar proses pengomposan lebih cepat dan menghasilkan kompos yang memenuhi syarat untuk digunakan sebagai pupuk organik (Fahrudin, 2019). Mikroorganisme yang terdapat dalam bioaktivator berperan dalam keseimbangan karbon (C) dan nitrogen (N) sebagai faktor penentu berhasilnya dalam pembuatan kompos. Bioaktivator yang sering digunakan dalam pembuatan kompos adalah kotoran ternak atau bahkan sudah bisa diperoleh dari yang dikomersilkan, seperti *Effective Microorganisms* (EM4), *orgadec* dan *stardec* (Neugebauer, dkk. 2017).

13.2 Bioaktivator

Proses pengomposan umumnya berlangsung selama empat bulan dalam kondisi alami. Proses ini dapat dipercepat dengan penambahan bioaktivator. Bioaktivator merupakan suatu bahan bioaktif yang dapat berupa mikroorganisme yang telah dimurnikan dan mampu merombak bahan-bahan organik yang mengandung serat selulosa. Bioaktivator tidak hanya mampu mempercepat proses pengomposan namun juga dapat meningkatkan kualitas dari kompos yang dihasilkan (Andriany, dkk. 2018).

Salah satu bioaktivator yang dimanfaatkan dalam pembuatan kompos adalah *Effective Microorganism-4* (EM-4). Bioaktivator EM-4 berperan dalam meningkatkan dan mempercepat proses penguraian serta bau yang muncul dapat hilang selama proses dekomposisi bahan - bahan organik. Selain pada produk EM4 yang telah dikomersilkan, terdapat berbagai mikroorganisme pengurai yang ada di alam dapat berperan sebagai bioaktivator pada proses dekomposisi sampah organik. Mikroba bioaktivator ini disebut sebagai mikroorganisme lokal (MOL), dapat ditumbuhkan dan dibiarkan dengan menggunakan bahan organik sebagai sumber nutriennya. Salah satu contohnya, menggunakan limbah sayur sebagai media yang untuk perkembangbiakan mikroorganisme pengurai, kemudian dimanfaatkan sebagai bioaktivator dalam proses pengomposan (Riwandi, dkk. 2017).

Adapun mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi asam laktat pada semua sayuran adalah jenis bakteri *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, serta *Pediococcus*. Mikroorganisme ini akan mengkonversi gula pada sayuran terutama menjadi asam laktat yang akan membatasi pertumbuhan organisme lain. Limbah sayuran pada umumnya terdiri dari bahan-bahan yang mempunyai kandungan air yang cukup banyak sehingga mudah dan cepat membusuk, dimana contoh sayuran yang cepat membusuk yaitu salah satunya tomat menurut, buah tomat adalah buah yang banyak dikonsumsi masyarakat, namun buah tomat akan mudah membusuk jika sudah matang ketika dibeli tidak segera digunakan sehingga cepat mengalami yang namanya pembusukan (Rasmito, dkk. 2019).

Bioaktivator atau mikroorganisme mempengaruhi tahapan dekomposisi, dapat dilakukan dengan metode yaitu dengan menginokulasi mikroorganisme yang efektif dalam menguraikan bahan organik; kedua yaitu menambah jumlah kadar N sebagai nutrisi tambahan bagi mikroorganisme tersebut (Riwandi, dkk. 2017).

13.2.1 Mikroorganisme Lokal (MOL)

Mikroorganisme lokal (MOL) berupa cairan yang berasal dari beberapa sumber bahan yang terdapat di alam. Komponen utama penyusun MOL adalah glukosa, karbohidrat, dan sejumlah mikroorganisme yang terkandung. MOL mengandung bioaktivator yang diracik khusus untuk mempercepat proses pengomposan bahan organik. Selain itu, MOL juga dapat menambah efisiensi perombakan bahan - bahan dari sisa tumbuhan, menghilangkan timbulnya penyakit dan meminimalisir persoalan lingkungan yang berkaitan dengan masalah penumpukan sampah organik. MOL merupakan kumpulan beberapa mikroba pengurai komponen selulosa dan lignin dengan fungsi metabolik menjadi bahan organik tanah dan menyuburkan tanah (Suwahyono, 2014).

Pada dasarnya larutan MOL dapat diracik sendiri dari berbagai macam bahan organik yang disukai dan dapat dijadikan media tumbuh mikroorganisme. Sumber utama MOL dapat bersumber dari berbagai jenis bahan lokal, antara lain urin ternak, batang tanaman pisang, daun gamal, buah-buahan, nasi basi, sampah domestik atau sampah rumah tangga, rebung bambu, serta rumput gajah dan dapat berperan dalam proses pengelolaan limbah ternak, baik limbah padat untuk dijadikan kompos, serta limbah cair ternak untuk dijadikan bio-urine. Kualitas dan efisiensi yang dihasilkan oleh MOL dalam proses dekomposisi berbeda-beda sesuai dengan jenis mikroorganisme yang terkandung dalam MOL tersebut (Wenda, dkk. 2018).

Bahan pada mikroorganisme lokal (MOL) dapat bersumber dari beberapa sumber yang ada tersedia di sekitar kita, seperti MOL dari sayuran terdiri dari kandungan unsur nutrisi makro dan mikro. Selain itu juga mengandung mikroorganisme memiliki potensi berguna sebagai agen hayati untuk menstimulasi pertumbuhan dan sebagai pengendali hama dan penyakit tanaman. Penggunaan MOL akan lebih ramah terhadap lingkungan, lebih ekonomis atau murah serta dapat diramu sendiri. Pemanfaatan pupuk MOL pada pertanian akan

memberikan alternatif dalam penggunaan pupuk kimia. Dengan demikian, penggunaan MOL menghasilkan hasil pertanian atau perkebunan yang sehat dikonsumsi dan bergizi. Menyediakan ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan bagi tanaman. MOL juga menyimpan zat perangsang pertumbuhan dan perkembangan tanaman (fitohormon) seperti giberlin, sitokinin, auxin dan inhibitor dapat meningkatkan aktivasi tanaman dan tambahan nutrisi bagi tanaman (Panjaitan, dkk. 2020).

Bahan baku limbah tomat dan sayuran busuk yang diperoleh dari pasar dapat digunakan dalam pembuatan MOL karena banyak tersedia dan terbuang di pasar. Sebagian peneliti telah mengemukakan pengaruh pemberian MOL mampu menambah produktivitas dan produksi tanaman (Panjaitan, dkk. 2020). Limbah tomat mampu mensubsitisi fungsi EM4 dalam proses penguraian bahan dari sampah organik. Hal ini, karena kandungan limbah tomat terdapat mikroorganisme tertentu yang mampu melakukan dekomposisi bahan organik dalam sampah lebih cepat (Panjaitan, dkk.2020).

13.2.2 Effective microorganism (EM4)

Dalam mempercepat perkembangbiakan suatu mikroorganisme dalam membantu proses dekomposisi suatu bahan yang akan dijadikan kompos atau pupuk organik disebut bioaktivator. Salah satu bioaktivator yang dikenal adalah EM4 ditemukan pertama kali oleh Teruo Higa dari universitas Ryukyus, Jepang. Dalam EM4 terkandung berbagai jenis mikroorganisme sekitar 80 genus dapat bekerja secara efektif dalam fermentasi bahan organik. Mikroorganisme yang terkandung dalam EM4 yang paling banyak ada tiga kelompok yaitu bakteri fotosintetik, *Lactobacillus sp.*, dan jamur fermentasi (Setyorini, 2006).

EM4 adalah suatu bahan tambahan terdiri dari kelompok mikroba dapat mengurai selulosa, pati, gula, protein, lemak, terutama pada bakteri *Lactobacillus sp* untuk mengoptimalkan penggunaan bahan - bahan organik. (EM4) dapat meningkatkan tahapan penguraian material organik dan ketersediaan zat hara pada tanah bagi pertumbuhan berbagai jenis tanaman. EM4 mengandung sekitar 80 genus mikroba untuk fermentasi seperti bakteri fotosintetik, *Lactobacillus sp.*, *Streptomyces sp.*, *Actinomycetes sp.* dan ragi (Fahrudin, 2010).

Kelebihan dari EM4, dapat meningkatkan proses dekomposisi, juga mampu menghilangkan bau yang muncul dalam proses dekomposisi. Bahan organik yang bisa diuraikan oleh EM4 yaitu kotoran hewan, jerami, rumput, serbuk gergaji, dan sekam. namun tidak disarankan untuk bahan-bahan yang keras karena relatif membutuhkan waktu yang cukup lama.

Peran EM4 sebagai bioaktivator akan mempercepat proses dekomposisi bahan organik, karena itu zat - zat unsur hara yang terkandung akan lebih cepat terserap serta tersedia bagi tanaman. EM4 selain berperan dalam peningkatan kesuburan tanah dan tanaman, EM4 juga memiliki fungsi sebagai pestisida hayati yang berguna terhadap kondisi kesehatan pada tanaman. Selain itu, EM4 juga dimanfaatkan dalam sektor perikanan dan peternakan (Subandriyo, dkk. 2020).

13.2.3 Kotoran hewan

Jenis bioaktivator yang sering digunakan yaitu kotoran ternak sapi yang mewakili kelompok ternak besar dan kotoran ayam yang mewakili kelompok ternak unggas, dengan pertimbangan selain kotoran ternak banyak tersedia pada peternak dan petani, juga memiliki kandungan nitrogen (N), posfor (P) dan kalium (K) sehingga sangat baik untuk digunakan dalam mempercepat laju pengomposan dan proses pengomposan berlangsung secara sempurna (Maradhy, 2005).

Bioaktivator pada proses dekomposisi bahan - bahan organik bisa berupa kotoran ternak, pupuk nitrogen dan larutan bakteri. Dalam hal ini organisme yang bereperan sebagai aktivatornya proses pengomposan, sehingga proses penguraian berlangsung lebih cepat dan sempurna perombakannya. Organisme tersebut yang bertindak sebagai bioaktivator ditambahkan ke dalam bahan organik sampah daun dengan tujuan untuk meningkatkan kecepatan proses penguraian bahan organik menjadi kompos (Riwandi, dkk. 2017).

Kotoran kambing etawah dapat dimanfaatkan menjadi pupuk organik yang kaya akan kandungan bahan yang dibutuhkan untuk kesuburan tanah. Tekstur kotoran kambing sangat khas karena pada kotoran kambing berbentuk butiran-butiran yang sukar dipecah secara fisik yang berpengaruh terhadap proses dekomposisi dan penyediaan unsur hara mikro yang baik untuk tanaman. Adapun keunggulan dari

pupuk organik menggunakan kotoran hewan (Barus, 2012), sebagai berikut:

1. Manfaat yang dirasakan oleh seorang petani adalah meningkatnya produktivitas tanaman karena meningkatnya kandungan bahan organik yang ada dalam tanah (memperbaiki sifat kimia dan fisika tanah).
2. Semakin mudah melakukan pengolahan lahan karena tanah semakin subur.
3. Meminimalisir penggunaan pupuk anorganik.
4. Pupuk organik akan memberikan kehidupan bagi mikroorganisme tanah.
5. Mempunyai kemampuan dalam melepas unsur hara yang berlebih dan menyuplai unsur hara dengan baik.
6. Daya ikat tanah semakin meningkat.
7. Meningkatkan populasi musuh alami patogen tanah untuk melawan aktivitas saprofitik pathogen

13.3 Kajian peran bioaktivator pada pengkomposan sampah daun

Sampah seresah daun di perkotaan telah menjadi masalah, selain menjadi sampah organik, juga akan mengurangi nilai estetika pada lingkungan dalam kota – kota besar yang menggalakkan penghijauan. Agar seresah daun dapat bermanfaat secara ekonomis sebagai bahan dalam pembuatan kompos. Oleh karena itu, dilalukan kajian seresah daun menjadi kompos dengan menambahkan jenis bioaktivator untuk mempercepat laju dekomposisi dalam proses pengomposan.

13.3.1 Warna Kompos

Pengamatan pada warna dari hasil proses dekomposisi setelah 30 hari, menunjukkan coklat kehitaman dari warna awal kekuningan. Pada semua perlakuan diawal pengomposan, yaitu warna yang sama dengan bahan dedaunan yang berwarna kuning kecoklatan. Pada akhir pengomposan, semua perlakuan termasuk pada perlakuan P0 atau kontrol juga ada perubahan pada warna. Pada perlakuan PA, PB, dan PC berubah menjadi coklat kehitaman sedangkan warna pada PO menjadi kecoklatan, seperti yang terlihat pada Gambar 15.1.

Adanya warna kompos yang berubah pada setiap perlakuan menjadi coklat kehitaman sebelumnya warna kuning kecoklatan menandakan bahwa terdapat bakteri yang melakukan aktivitas dekomposisi selama (Fahrudin, dkk. 2022).



Gambar 13.1 : Perubahan secara fisik yaitu warna pada hasil dekomposisi, sebelum dekomposisi (kiri) dan sesudah dekomposisi (kanan) dengan perlakuan seresah daun: PA (20% kotoran ayam), PB (20%kotoran sapi), PC (10% kotoran sapi + 10% kotoran ayam) P0 (kontrol).

(Sumber: Fahrudin, dkk. 2022)

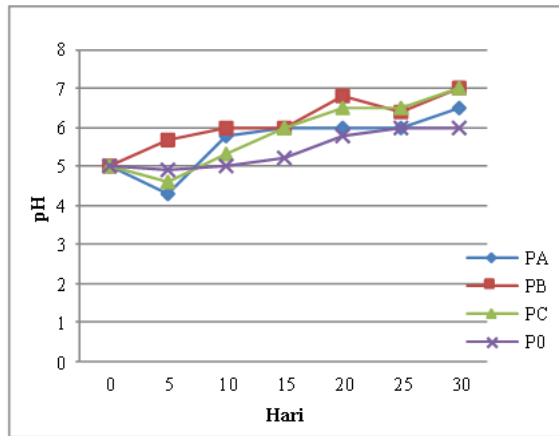
Proses dekomposisi (Andriany *et al.*, 2018). Warna hitam kecoklatan merupakan indikator kompos yang telah matang yang ditandai dengan dengan ciri lain yaitu dan tidak lagi berbau busuk, kompos menyerupai tanah, dan suhu menjadi stabil sekitar 40°C. Pelapukan- pelapukan dedaunan yang menjadi tanah serta ada percampuran dari kotoran hewan yang menyebabkan perubahan warna coklat kekuningan menjadi hitam kecoklatan setelah menjadi kompos dari hasil penguraian oleh mikroorganisme (Kulkarn, 2017).

13.3.2 Perubahan pH

Pada pengamatan pH selama proses dekomposisi, semua perlakuan mendekati nilai pH netral pada hari ke 30. Pada hari ke-5 nilai pH mengalami penurunan pH pada semua perlakuan. Perlakuan P0 nilai pH 4,9, PA nilai pH 4,3 dan PC nilai pH 4,6 sedangkan pada perlakuan PB mengalami peningkatan dengan pH 5,7 seperti diperlihatkan pada Gambar 13.2.

Terjadinya penurunan pH disebabkan karena adanya proses pelepasan asam secara temporer dari hasil perombakan materi organik menjadi asam – asam organik. Pada tahap awal proses dekomposisi, oksigen dan bahan-bahan lainnya yang mudah terurai akan selanjutnya digunakan oleh mikroba mesofilik (Nenobesi *et al.*, 2017).

Pada hari ke-10 hingga akhir pengomposan, nilai pH pada semua perlakuan mengalami peningkatan mendekati pH netral, karena adanya mikroba yang menggunakan asam organik yang akan mempengaruhi nilai pH yang mendekati pH 7. pH kompos yang matang biasanya mendekati netral. pH ideal untuk terjadinya penguraian aerobik adalah pada pH 6-8 karena mikroorganisme dapat beraktifitas dalam penguraian bahan organik pada sampah daun.

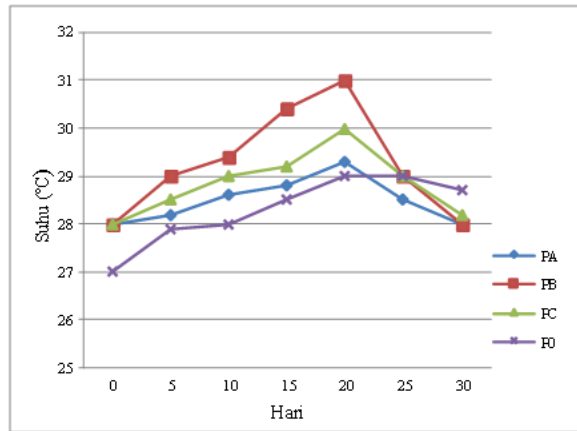


Gambar 13.2 : Perubahan pH pada selama proses dekomposisi pada perlakuan seresah daun: PA (20% kotoran ayam), PB (20%kotoran sapi), PC (10% kotoran sapi + 10% kotoran ayam) P0 (kontrol).
(Sumber: Fahrudin, dkk. 2022)

13.3.3 Suhu Kompos

Pengukuran suhu selama proses dekomposisi, pada awal inkubasi atau hari ke-0 menunjukkan semua perlakuan adalah 28°C. Pada hari ke-5 suhu meningkat, pada perlakuan PA adalah 28,2°C, PB adalah 29°C, PC adalah 28,5°C dan P0 adalah 27,9°C (Gambar 13.3).

Pada hari ke-5 hingga hari ke-20 terus mengalami peningkatan suhu, terjadi pada perlakuan PA, PB dan PC. Peningkatan suhu maksimum rata-rata terjadi pada hari ke-20, suhu tertinggi terdapat pada perlakuan PB yaitu sebesar 31°C, sedangkan suhu minimum pada P0 (kontrol). Peningkatan suhu akan meningkat seiring dengan proses penguraian bahan organik, sedangkan penurunan suhu terjadi pada kontrol tanpa penambahan bioaktivator karena tidak adanya penambahan bioaktivator sebagai sumber inokulum mikroba yang dapat mempercepat proses dekomposisi (Barus, 2012, Fahrudin, 2020).



Gambar 13.3 : Pengukuran perubahan suhu selama proses dekomposisi pada perlakuan seresah daun: PA (20% kotoran ayam), PB (20%kotoran sapi), PC (10% kotoran sapi + 10% kotoran ayam) P0 (kontrol).
(Sumber: Fahrudin, dkk. 2022).

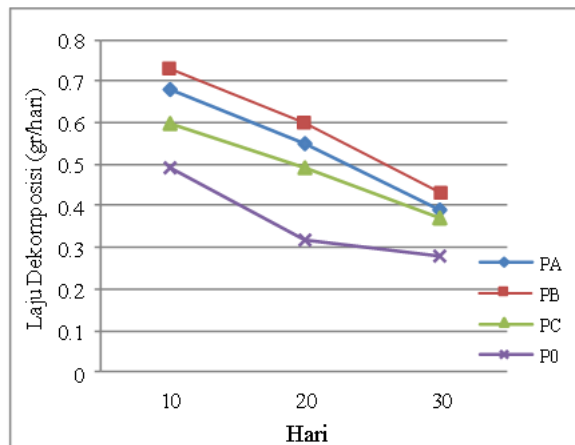
Pencapaian suhu selama proses pengomposan berkisar antara 27 – 31°C, menunjukkan adanya aktifitas mikroba mesofilik yaitu mikroba yang dapat hidup pada suhu yang berkisar antara 20 – 35°C (Rosen et al. 2007). Perubahan suhu selama proses dekomposisi sangat ditentukan oleh perbandingan isi timbunan dengan permukaan, makin tinggi volume timbunan dibanding permukaan, sehingga isolasi panas makin besar, maka semakin mudah volume sampah menjadi panas (Fahrudin, 2022).

Tumpukan sampah terlalu rendah akan cepat panas lepas, sebab pada timbunan sampah tidak mencukupi dalam menahan panas lebih banyak (Rynk, 1992). Panas yang tertahan dalam perangkat tumpukan akan meningkatkan suhu pada tumpukan, maka proses penguraian bahan organik terjadi sangat aktif. Setelah sebagian besar bahan telah terurai, maka suhu dalam tumpukan juga akan berangsur-angsur mengalami penurunan yang mendekati suhu awal pengomposan. Dimana fase ini disebut juga fase pematangan kompos.

13.3.4 Laju Dekomposisi

Pada pengamatan laju dekomposisi sampah seresah daun, mulai dari awal pengomposan pada semua perlakuan, menunjukkan mengalami penurunan hingga akhir pengomposan. yaitu pada hari ke 30. Nilai laju dekomposisi paling tinggi yaitu pada PC ditunjukkan hari ke-10 adalah yaitu 0,73 gr/hari, pada hari ke-20 yaitu 0,60 gr/hari dan pada hari ke-30 yaitu 0,43 gr/hari. Sedangkan nilai terendah laju dekomposisi adalah pada perlakuan P0 (kontrol) yaitu pada hari ke-10 nilainya yaitu 0,49 gr/hari, hari ke-20 sebesar 0,32 gr/hari dan hari ke-30 yaitu 0,28 gr/hari (Gambar 13.4). Hal ini terjadi d bahan organik yang ada secara perlahan semakin sedikit akibat dari aktivitas mikroba yang merombak bahan organik (Fahrudin, 2010).

Laju perombakan bahan organik dalam sampah didasarkan oleh pengaruh dari bahan organik itu sendiri dan faktor lingkungan yang mempengaruhi pada pertumbuhan dan metabolisme mikroba pengurai (Rynk, 1992).



Gambar 13.4 : Pengukuran laju selama proses dekomposisi pada perlakuan seresah daun: PA (20% kotoran ayam), PB (20%kotoran sapi), PC (10% kotoran sapi + 10% kotoran ayam) P0 (kontrol).
(Sumber: Fahrudin, dkk. 2022).

Rasio C:N

Rasio karbon-nitrogen (C:N) dijadikan dasar untuk memperoleh perombakan biologis yang bersumber dari material organik sebagai indikator bahwa baik atau tidak materi organik tersebut dibuat sebagai kompos, juga merupakan indikator kematangan kompos. Hasil perhitungan untuk derajat rasio C/N dari awal dekomposisi dan diakhir proses dekomposisi semua perlakuan mengalami peningkatan nilai rasio C:N. Adapun hasil penghitungan untuk nilai rasio C:N pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 13.1.

Tabel 13.1 : Rasio C:N sebelum dan sesudah dekomposisi

Perlakuan	C/N (%)	
	sebelum dekomposisi	sesudah dekomposisi
PA	7,82	11,67
PB	8,88	15,73
PC	7,37	19,51
P0	8,03	11,60

(Sumber: Fahrudin, dkk. 2022)

Pada awal pengomposan nilai rasio C:N tertinggi pada perlakuan PB 8,88% dan terendah pada perlakuan PC yaitu 7,37%, sedangkan pada akhir pengomposan nilai rasio C:N paling tinggi adalah perlakuan PC yaitu 19,51% dan terendah pada perlakuan P0 yaitu 11,60%.

Rasio C:N adalah faktor kimia yang menentukan laju perombakan atau proses mineralisasi elemen nitrogen. Dekomposisi material organik pada bahan - bahan organik dalam sampah daun adalah hasil aktifitas mikroorganisme pengurai, berikutnya dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk sumber energi. Timbulnya perbedaan hasil dekomposisi material organik karena perbedaan penambahan bioaktivator yang diberikan dan kandungan mikroorganisme yang ada dalam aktivator (Fahrudin, 2010).

Menurut Chan *et al* (2010) pada proses dekomposisi akan terjadi perombakan material organik oleh aktifitas mikroorganisme, akan menggunakan air, oksigen dan nutrien dari bahan organik

tersebut, selanjutnya akan terjadi penguraian dan menghasilkan karbondioksida dan oksigen. Bakteri pengurai tersebut berasal dari bahan aktivator yang terdapat dalam kotoran sapi dan kotoran ayam yang memingkatkan proses pematangan kompos.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriany, dkk. 2018. *Pengaruh jenis bioaktivator terhadap laju dekomposisi seresah daun jati Tectona grandis L.f., di wilayah Kampus Unhas Tamalanrea*. Bioma: Jurnal Biologi Makassar 3:31–42.
- Barus, Y. 2012. *Application of rice straw compost with different bioactivators on the growth and yield of rice plant*. Journal of Tropical Soils 17(1):25-29.
- Chan, dkk. 2010. *Emission of greenhouse gases from home aerobic composting, anaerobic digestion and vermicomposting of household wastes in Brisbane (Australia)*. Waste Management and Research 29(5):540–548.
- Djuarnani, N. 2004. *Cara cepat membuat kompos*. P.T. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Fahrudin, F. 2020. *Isolasi dan karakteristik bakteri pendegradasi selulosa dari limbah Pusat Industri Mebel Antang Makassar*. Serambi Engineering 5(2):1951 - 956
- Fahrudin. 2010. *Bioteknologi Lingkungan*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Fahrudin. 2022. *Mikrobiologi Pengolahan Limbah Tambang*. Surabaya: Penerbit Qiara Media.
- Fahrudin, dkk. 2022. *The use of livestock manure as bioactivator to accelerate decomposition rate of urban leaf waste*. International Conference on Science (ICoS) 2022. Faculty of Mathematics and Natural Sciences Hasanuddin University, Makassar.
- Kulkarn, S. J. 2017. *Aerobic Composting -A Short Review*. International Journal of Research and Review . 4(2):73-75.
- Maradhy, E. 2005. *Aplikasi campuran kotoran ternak dan sedimen mangrove sebagai aktivator pada proses dekomposisi limbah domestik*. Tesis. Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Nenobesi, dkk. 2017. *Pemanfaatan limbah padat kompos kotoran ternak dalam meningkatkan daya dukung lingkungan dan biomassa tanaman kacang hijau (Vigna radiata L.)*. Pangan 26(1):43 - 56
- Neugebauer, dkk. 2017. *The influence of the C: N ratio on the composting rate*. International Journal of Smart Grid and Clean Energy 54-60.

- Panjaitan, dkk. 2020. *Aplikasi Beberapa Jenis Dan Dosis Mikroorganisme Lokal Limbah Tomat Dan Sayuran Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Cabai Capsicum annum L.* Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian. 5 (1): 72-81.
- Rasmito, dkk. 2019., *Pembuatan Pupuk Organik Cair Dengan Cara Fermentasi Limbah Cair Tahu, Starter Filtrat Kulit Pisang Dan Kubis, Dan Bioaktivator EM4.* Jurnal IPTEK. 23 (1): 55-62.
- Rijal, S. 2008. *Kebutuhan ruang terbuka hijau di Kota Makassar.* Jurnal Hutan dan Masyarakat 3 (1):1-10.
- Riwandi, dkk. 2017. *Compost Derived from Local Orrganic Materials as Source of Plant Nutrients.* International Conference on Green Environmental Engineering and Technology. 1-9.
- Rosen and Deborah. 2007. *Exploring the benefits of organic nutrient sources for crop production and soil quality.* HortTechnology. 17(4): 422-430.
- Rynk, R. 1992. *On Farm Composting Handbook.* Northeast Regional Agricultural Engineering Service Pub. No. 54. Cooperative Extension Service. Ithaca, N.Y. 1992; 186pp.
- Setyorini, dkk. 2006. *Pupuk Organik Dan Pupuk Hayati Organic Fertilizer And Biofertilizer.* Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian : Jawa Barat.
- Sihite dan Nur. 1997. *Pengelolaan Pembangunan Ruang Terbuka Hijau Kota.* Majalah Trisakti 3: 41-57.
- Subandriyo, dkk. 2012. *Optimasi Pengomposan Sampah Organik Rumah Tangga Menggunakan Kombinasi Aktivator EM4 Dan Mol Terhadap Rasio C/N.* Jurnal ilmu lingkungan. 10 (2) : 70-75.
- Wenda, dkk. 2018. *Tingkat Pengetahuan Petani Tentang Penggunaan Mol Sayur Sebagai Penyubur Tanaman Kubis (Brassica Oleracea. Var Capitata. L) Di Kampung Sairo Distrik Manokwari Utara Provinsi Papua Barat.* Jurnal Triton. 9 (2) : 61-70.

BIODATA PENULIS



Andi Ibrahim Yunus, S.T., M.T.
Dosen Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Fajar

Penulis lahir di Ujung Padang Tanggal 31 Desember 1978. Penulis mempunyai seorang istri, Andi Sempa, S. Pd., dan 2 (dua) orang anak, Andi Azman Awwadi dan Andi Afiq Azha. Penulis menjadi Dosen Yayasan Pendidikan Fajar pada Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Fajar mulai sejak Tahun 2010. Penulis memperoleh Piagam Penghargaan sebagai Dosen Tetap Yayasan dengan Masa Pengabdian 10 Tahun dari LLDIKTI9 Tahun 2022. Penulis memperoleh Sertifikat Pendidik dari Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Tahun 2018.

Penulis menyelesaikan Studi S1 - Sarjana Teknik (S.T.) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia Tahun 2002 Konsentrasi Transportasi dan Studi S2 - Magister Teknik (M.T.) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin (Unhas) Tahun 2007 Konsentrasi Perancangan Teknik Prasarana.

Penulis mengampuh Mata Kuliah Konsentrasi Manajemen Transportasi. Penulis telah menulis beberapa Buku, Prosiding, Jurnal Nasional, dan Jurnal Internasional. WhatsApp: 085298341278 email: andiibrahimjunus@yahoo.com.

BIODATA PENULIS



Jernita Sinaga, SKM.MPH
Dosen Poltekkes Kemenkes Medan
Jurusan Kesehatan Lingkungan

Jernita Sinaga, SKM.MPH, Lahir di Hutabayu Marubun, pada tanggal 08 Juni 1974. Tahun 2004 bergabung di Poltekkes Kemenkes Medan pada Jurusan Kesehatan Lingkungan dan Dosen Tetap pada tahun 2017 pada Politeknik Kesehatan Kementerian Medan Jurusan Kesehatan Lingkungan Menyelesaikan pendidikan Sarjana muda (1997) di Akademik Kesehatan Lingkungan meraih gelar (AMKL) dan Sarjana Kesehatan Masyarakat (2011) dengan ilmu minat Jurusan Kesehatan Lingkungan pada Universitas Sumatera Utara dengan gelar (SKM). Gelar Master of Public Health (MPH) diperoleh dari Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat pada Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada Yogyakarta pada tanggal 19 Juli 2017, dengan Ilmu Kesehatan Lingkungan. Disiplin ilmu yang disandang adalah Ilmu Kesehatan Lingkungan.

BIODATA PENULIS



Erika Herliana, S.T., M.T.

Dosen Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Kebangsaan Republik Indonesia

Penulis lahir di Bandung tanggal 22 Oktober 1985. Penulis menyelesaikan jenjang pendidikan S1 pada Program Studi Teknik Lingkungan ITB tahun 2007 dan melanjutkan S2 Joint Program pada Magister Teknik Sistem UGM, Magister Rekayasa Pertambangan ITB dan mendapat kesempatan sebagai mahasiswa undangan di RWTH Aachen Jerman pada tahun 2009 dan mahasiswa riset di TUAT Jepang pada tahun 2011-2012.

BIODATA PENULIS



Dr. Ir. Andi Zulfikar Syaiful, S.T., M.T.

Dosen Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik
Universitas Bosowa

Andi Zulfikar Syaiful, lahir di Makassar 18 Pebruari 1969. Memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Hasanuddin tahun 1992, gelar Magister Teknik, Konsentrasi Konversi Energi pada universitas yang sama tahun 2003, dan gelar Doktor di Universitas Negeri Makassar pada Program Studi PKLH tahun 2016. Aktif sebagai tenaga pengajar pada Program Studi Teknik Kimia dan Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Bosowa Makassar sejak tahun 1993. Konsentrasi penelitian pada perilaku hemat energi masyarakat, disamping itu juga aktif melakukan pengabdian kepada masyarakat terutama dalam mengolah limbah kulit buah dan sayuran menjadi *Eco Enzyme*. Pengurus pada Yayasan Khairu Ummah dan Yayasan Nurul Fajri Mulia yang bergerak dalam bidang pendidikan dan sosial, serta aktif memotivasi masyarakat dalam penanganan sampah dengan membuat program “sedekah sampah”.

BIODATA PENULIS



**Dodi Satriawan, S.T., M.Eng., CPHCEP., CPMP., CPRW., CBOA.,
CNPHRP., CLMA.**

Staf Dosen Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Politeknik
Negeri Cilacap

Penulis lahir di Bengkulu tanggal 07 Mei 1988. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi D-IV Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Politeknik Negeri Cilacap. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sriwijaya dan melanjutkan S2 pada Jurusan Teknik Kimia, Magister Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Universitas Gadjah Mada. Penulis menekuni bidang bioproses, bioenergi, dan pengolahan air limbah.

BIODATA PENULIS



Devita Sari,ST.,M.M

Dosen Program Studi S1 Kesehatan Lingkungan
STIKES Widyagama Husada

Penulis lahir di Jombang, 09 Juli 1978. Penulis adalah Dosen Tetap pada Program Studi S1 Kesehatan Lingkungan, STIKES Widyagama Husada. Menyelesaikan pendidikan S1 Fak. Teknik Universitas Widyagama, dan S2 Magister Manajemen. Penulis menekuni bidang riset K3, Manajemen Pengelolaan & Pengendalian Limbah, dan Ekonomi Kesehatan

BIODATA PENULIS



Mochammad Imam Indra Gumirat

Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan,
Politeknik Negeri Cilacap

Penulis lahir di Cilacap tanggal 05 Maret 2002. Penulis adalah mahasiswa pada Program Studi D-IV Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan (2020), Politeknik Negeri Cilacap. Menyelesaikan pendidikan SMK pada Jurusan Teknik Pengolahan Migas dan Petrokimia di SMK MIGAS Muhammadiyah Cilacap. Penulis menekuni bidang bioproses dan bioenergi.

BIODATA PENULIS



Salbiah

Dosen di Jurusan Kesehatan Lingkungan Kementerian Kesehatan
Potianak

Lahir tanggal 1 November 1967 dari pasangan Ayah tercinta Kastari (Alm) dan Ibunda tercinta Arni (Almh). Kedua orang tua asli jawa, merantau ke Medan, pada usia 2 tahun ikut orang tua berpindah ke Pontianak-Kalimantan Barat. Masa kecil hingga dewasa dan bekerja (saat ini) di Pontianak. Menempuh sekolah Dasar hingga menengah atas di Pontaiak. Pendidikan S1 di Universitas Negeri Tanjungpura Pontianak dan menempuh Pendidikan S2 di Fakultas Kedokteran Prodi Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Penulis menjadi fungsional dosen di Jurusan Kesehatan Lingkungan Kementerian Kesehatan Potianak dari tahun 2012 hingga sekarang, sebelumnya di bagian perencanaan. Pengalaman sebagai penulis, karya penulisan ini adalah buku yang ke tiga. Sebagai dosen, penulis wajib melaksanakan Tri Dharma Perguruan tinggi (Pengajaran, Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat). Selain itu ditengah-tengah kesibukan tugas sebagai dosen (mengajar, meneliti, membimbing penulisan karya ilmiah mahasiswa dalam menyelesaikan tugas akhirnya, melakukan pengabdian kepada masyarakat dengan penyuluhan maupun pemicuan) penulis tetap berkarya menulis buku sesuai bidang ilmu dan mata kuliah yang penulis ampu. Akhir kata, Penulis berharap tulisan yang dituangkan dalam buku ini akan menjadi nilai tambah pengetahuan bagi yang membacanya. Email Penulis: salbiahdosenpoltekes@gmail.com

BIODATA PENULIS



Dr. Irwanto, S.Pd.T., M.M.

Dosen Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Elektro
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Penulis lahir di Jambu (Palopo), 10 Oktober 1983 merupakan Dosen bidang Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (UNTIRTA), Serang-Banten. Semua Pendidikan mulai dari program Sarjana, Magister dan Doktor di selesaikan di Universitas Negeri Yogyakarta Dengan Jurusan Pendidikan Teknologi dan Kejuruan (PTK). Penyandang gelar Doktor dengan predikat Sangat Memuaskan merupakan Doktor ke 108 Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta dan merupakan Doktor ke 18 Program Studi Pendidikan Teknologi Kejuruan (PTK) Universitas Negeri Yogyakarta. Di luar itu, juga sebagai asisten pengajar Prof. Dr. Sugiyono, M.Pd. Untuk Mata Kuliah Statistik Pendidikan, Manajemen Pendidikan, Teknik Analisis Data Kuantitatif dan Metode Penelitian Pendidikan di Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta. Dalam kesibukannya itu, Irwanto masih aktif sebagai tenaga pengajar di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang-Banten, di program studi pendidikan vokasional teknik elektro pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang-Banten. Adapun mata kuliah yang diberikan adalah Matematika Teknik 1, Matematika Teknik 2, Elektronika Daya, Metodologi Penelitian Pendidikan Teknik Elektro, Telaah Kurikulum Pendidikan Kejuruan, Pengelolaan Pendidikan, Literasi

ICT dan Media Pembelajaran, Pembinaan Kompetensi Pembelajaran, Mikrokontroller, Neuro Fuzzy, Praktik Elektronika Daya, Manajemen Pendidikan Kejuruan, Medan Elektromagnet, Struktur dan Organisasi Komputer, Kurikulum dan Pembelajaran, dan lain-lain. Juga, telah menulis puluhan artikel ilmiah dan ilmiah populer. Ia pernah melakukan studi banding bidang vokasional antara lain, Malaysia, Singapura untuk menambah wawasan studi dalam bidang pendidikan vokasional teknik elektro (PVTE) tersebut, sehingga keahlian yang dimiliki adalah manajemen pendidikan kejuruan yang ditekuni sampai sekarang ini.

BIODATA PENULIS



Marlia Mamede.,S.T.,M.Ling

Dosen Politeknik Indonesia Makassar
Program Studi Teknologi Lingkungan

Penulis lahir di Ujung Pandang tanggal 08 April. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknologi Lingkungan. Menyelesaikan pendidikan S1 di Universitas Veteran Republik Indonesia pada Jurusan Teknik Pertambangan kemudian melanjutkan S2 di Universitas Hasanuddin pada Jurusan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Penulis telah melakukan penelitian terkait dengan sulfat pada air asam tambang batubara. Penulis pernah bekerja sebagai tenaga teknis pada Dinas Pertambangan Kabupaten Paser Kalimantan Timur pada bidang Pengawasan Tambang & K3, Bidang Konservasi dan Sumber Daya Alam. Penulis sebagai dosen tidak tetap di Universitas Pejuang Republik Indonesia bidang Studi Teknik Peledakan, Tambang Terbuka dan Tambang Bawah Tanah, dan bidang studi Rencana Reklamasi dan Penutupan Tambang.

BIODATA PENULIS



Ir. Fathur Rahman Rustan, S.T., M.T., IPM.

Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Sembilanbelas November Kolaka

Penulis lahir di Kendari, tanggal 25 Maret 1985. Penulis adalah dosen tetap di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sembilanbelas November Kolaka. Penulis tercatat sebagai lulusan Sarjana Teknik (S.T.) pada Prodi Teknik Sipil Fak. Teknik Universitas Halu Oleo tahun 2009, Magister Teknik (M.T.) bidang Manajemen Rekayasa dan Sumber Air FTSP ITS Surabaya tahun 2013, dan tahun 2020 mengambil Pendidikan Profesi Insinyur (Ir.) dari Prodi Pendidikan Profesi Insinyur Universitas Hasanuddin Makassar. Penulis telah menghasilkan beberapa artikel penelitian dan menghasilkan beberapa Book Chapter di antaranya: Sistem Irigasi dan Bangunan Air, Pengembangan Sumber Daya Air, Dasar-Dasar Ilmu Ukur Tanah, Perancangan Geometrik Jalan, Ekonomi Teknik, dan Teknik Sipil (Sebuah Pengantar) serta telah memiliki hak kekayaan intelektual berupa hak cipta.

BIODATA PENULIS



Nila Puspita Sari

Dosen Tetap di Universitas Hang Tuah Pekanbaru, Fakultas Kesehatan
Prodi Kesehatan Masyarakat di Kota Pekanbaru

Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, lahir di Kota Padang pada 27 April 1989. Menempuh pendidikan S1 di Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro Tahun 2007-2011, Peminatan Kesehatan Lingkungan, dan melanjutkan studi S2 di Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia Tahun 2014-2016, Peminatan Kesehatan Lingkungan. Saat ini Penulis merupakan Dosen Tetap di Universitas Hang Tuah Pekanbaru, Fakultas Kesehatan Prodi Kesehatan Masyarakat di Kota Pekanbaru. Saat ini aktif menjalankan Tri Dharma Perguruan Tinggi, baik kegiatan Penelitian, Pengabdian Masyarakat, dan juga Pengajaran. Mata kuliah yang diampu saat ini diantaranya adalah Dasar Kesehatan Lingkungan, Analisis Kualitas Lingkungan, Manajemen Pengendalian Vektor, Pengelolaan Sampah Padat dan Pengendalian Vektor, dan Manajemen Penyehatan Makanan dan Minuman.

BIODATA PENULIS



Prof. Dr. Fahrudin, M.Si.

Dosen Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (F.MIPA), Universitas Hasanuddin

Penulis Lahir di Soppeng, 15 September 1965. Memperoleh Gelar Sarjana Biologi di Program Studi Biologi, Universitas Hasanuddin (1991), gelar Master bidang Bioteknologi di Universitas Gadjah Mada (2000), dan gelar Doktor pada bidang Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan di Institut Pertanian Bogor (2006), kemudian tahun 2021 meraih gelar akademik tertinggi sebagai Guru Besar. Bekerja sebagai dosen, sejak tahun 1991–sekarang; pernah menjadi dosen lepas di Program Studi Bioteknologi Universitas Al Azhar Indonesia (UAI), Jakarta tahun 2004–2006 dan mengajar di Surya Institute, Tangerang tahun 2004– 2005, kemudian, bergabung pada Chairul Tanjung Foundation di Medan tahun 2010–2012. Aktif mengikuti seminar nasional dan internasional sebagai pemakalah. Menggeluti dunia tulis-menulis sejak duduk di bangku SMA hingga sekarang. Penulis pernah aktif menulis artikel dan opini di majalah dan di koran lokal: Pedoman Rakyat, Harian Fajar, Tribun Timur (Makassar), Waspada (Medan), termasuk koran nasional, Kompas, pernah mendapatkan penghargaan dari Pusat Kurikulum dan Perbukuan Badan Penelitian - Jakarta dalam penulisan Buku Pengayaan. Sebagai seorang dosen, telah menerbitkan buku bahan ajar untuk Perguruan Tinggi Bioteknologi Lingkungan pada tahun 2010 (Penerbit Alfabeta); Pada tahun 2013, menulis buku biografi berjudul Berbisnis dengan

Allah Lewat Supermarket Syariah (Penerbit: Mutiara Media), *Became an Excellent Principal* (Penerbit Elexmedia Komputindo), tahun 2015 Fendi Leong: Sang Pengusaha Mencari Tuhan (Pustaka Ilmu). Tahun 2019 buku ajar Pengolahan limbah Tambang Secara Biologi (Celebes Penerbit); selanjutnya menulis kembali biografi Tahun 2020 Nurdin Abdullah, Act Locally, Think Globally (Noura Books) dan tahun 2022 menulis buku ajar Mikrobiologi Pengolahan Limbah Tambang (Qiara Media). Tahun 2022 Buku *Chapter* : Aplikasi Bioteknologi (Penerbit Get Press)