

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Sampah

Sub-bab ini akan menjelaskan tentang definisi sampah, sumber penghasil sampah, komposisi sampah, serta cara menghitung kuantitas sampah.

2.1.1 Definisi Sampah

Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, mendefinisikan sampah sebagai material berbentuk padat yang merupakan sisa proses alam dan/atau sisa aktivitas manusia sehari-hari. Sedangkan sampah yang memerlukan pengelolaan khusus karena sifat, konsentrasi, dan/atau volumenya disebut sebagai sampah spesifik (Republik Indonesia, 2008). Definisi ini sama dengan definisi sampah menurut Peraturan Daerah Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 3 Tahun 2013 tentang Pengelolaan Sampah (Pemerintah Provinsi DKI Jakarta, 2013).

Selanjutnya SNI 19-2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan mengartikan sampah sebagai material yang dianggap tidak berguna lagi, bersifat padat, terdiri dari bahan organik dan anorganik, serta harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan (Badan Standardisasi Nasional, 2002).

2.1.2 Sumber Sampah

Sumber sampah dikelompokkan menjadi delapan (Tchobanoglous et al, 1993), yakni:

a. Pemukiman

Pemukiman memiliki beberapa jenis sampah yang dihasilkan, yaitu: sisa makanan; kulit; kaca; kertas; plastik; logam; tekstil; kayu; kardus; barang bekas rumah tangga; serta limbah B3.

b. Fasilitas umum

Sampah yang ditimbulkan berasal dari aktivitas fasilitas umum seperti taman dan penyapuan jalan yang biasanya terdiri dari sampah mudah mengurai seperti sampah taman, ranting, dan daun.

c. Daerah komersial

Sampah yang ditimbulkan berasal dari aktivitas restoran, pertokoan, perkantoran, dan pasar yang terdiri dari sampah plastik, kertas, kayu, sisa makanan, kardus, logam, kaca, serta limbah B3.

d. Institusi

Sampah yang berasal dari institusi seperti pusat pemerintahan, rumah sakit, sekolah, dan penjara. Jenis sampah ini terdiri dari sampah yang mirip dengan sampah dari daerah komersial.

e. Kegiatan konstruksi dan pembongkaran bangunan

Sampah ini biasanya terdiri dari sisa puing bangunan seperti kayu, baja, beton, dan debu.

f. Pertanian

Sampah ini terdiri dari sisa pertanian dan makanan.

g. Kawasan industri

Sampah yang ditimbulkan biasanya terdiri dari sisa proses produksi serta residu non-industri lain.

h. Pengolah limbah domestik

Sampah yang ditimbulkan biasanya terdiri dari lumpur hasil pengolahan dan debu karena berasal dari instalasi pengolahan air minum maupun air buangan serta insinerator.

Di Indonesia, pengelompokan sampah perkotaan berdasarkan sumbernya dibagi menjadi lima (Damanhuri & Padmi, 2010), antara lain:

a. Rumah tinggal

Sampah ini tergolong sampah domestik seperti sisa makanan, daun, karton, kertas, plastik, kain, kaca, dan kayu. Terdapat pula sampah logam dan elektronik.

b. Daerah komersial

Sampah dari daerah komersial seperti pertokoan, pusat perdagangan, dan hotel menghasilkan sampah berupa kertas, sisa makanan, plastik, kayu, logam, dan kaca.

c. Perkantoran atau institusi

Sampah yang ditimbulkan dari perkantoran atau institusi berjenis sama dengan sampah yang berasal dari daerah komersial (non pasar).

d. Jalan, tempat umum, atau taman

Sampah ini umumnya berupa daun, plastik, dahan pohon, dan kertas.

e. Industri dan rumah sakit

Sampah yang ditimbulkan tergolong sebagai sampah domestik seperti plastik, kertas, dan sisa makanan. Terdapat pula limbah berbahaya dan beracun.

2.1.3 Jenis Sampah

Pada umumnya, sampah organik terdiri dari unsur kimia CHO (karbon, hidrogen, dan oksigen) seperti: sampah makanan/basah, berbagai macam jenis kertas dan karton, berbagai macam jenis plastik, karet, tekstil, kayu, kulit, dan sampah taman. Selanjutnya sampah anorganik terdiri dari kaleng, alumunium, logam, besi, dan kaca (Tchobanoglous et al, 1993).

Jika dilihat dari tingkat degradasi (waktu penguraian/hancur), sampah dikategorikan menjadi dua, yaitu sampah mudah mengurai dan sampah sulit mengurai. Sampah mudah mengurai memerlukan waktu yang lebih cepat untuk terurai/terdegradasi secara alami, sedangkan sampah sulit mengurai memerlukan waktu yang lebih lama (hingga ratusan tahun) untuk terurai/terdegradasi secara alami (Damanhuri & Padmi, 2010). Jenis sampah yang mudah mengurai terdiri dari sampah basah seperti sisa makanan maupun daun-daunan. Sedangkan jenis sampah sulit mengurai terdiri dari berbagai macam jenis kertas, karton maupun plastik, karet, tekstil, kaleng, alumunium, logam, besi, dan kaca (Damanhuri & Padmi, 2015).

2.1.4 Timbulan Sampah

Berdasarkan SNI S 04-1993-03 tentang Standar Spesifikasi Timbulan Sampah untuk Kota Kecil dan Kota Sedang di Indonesia, besaran timbulan sampah berdasarkan sumber sampahnya ditunjukkan pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Besaran Timbulan Sampah Berdasarkan Sumber Sampah

No.	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.	Pasar	/m ² /hari	0,20-0,60	0,100-0,300
5.	Kantor	/pegawai/hari	0,50-0,75	0,025-0,100
6.	Sekolah	/murid/hari	0,10-0,15	0,010-0,020
7.	Toko/ruko	/petugas/hari	2,50-3,00	0,150-0,350
8.	Jalan lokal	/m/hari	0,05-0,10	0,005-0,025
9.	Jalan kolektor sekunder	/m/hari	0,10-0,15	0,010-0,050
10.	Jalan arteri sekunder	/m/hari	0,10-0,15	0,020-0,100

Sumber: SNI S 04-1993-03 (Damanhuri & Padmi, 2010)

Besaran timbulan sampah biasanya bervariasi setiap harinya karena dipengaruhi oleh beberapa hal, diantaranya (Damanhuri & Padmi, 2010):

- a. Tingkat pertumbuhan penduduk
- b. Jumlah penduduk
- c. Cara hidup penduduk
- d. Mobilitas penduduk
- e. Cara penanganan terhadap makanan (pengemasan, penyajian, dan lain-lain)
- f. Tingkat hidup masyarakat berbanding lurus dengan besaran timbulan sampahnya

Metode yang digunakan untuk mengestimasi timbulan sampah terdiri dari tiga metode (Tchobanoglous et al, 1993), antara lain:

a. *Load-Count Analysis*

Metode ini dilakukan dengan cara menentukan jumlah sampah dan karakteristik sampah dalam periode waktu tertentu. Setelah diketahui berat total sampah, maka timbulan sampah dalam satuan berat/kapita.hari dapat dihitung menggunakan rumus:

$$Unit\ rate = \frac{Berat\ total\ sampah\ yang\ diobservasi}{\Sigma bangunan \times \Sigma populasi\ per\ bangunan \times Waktu\ observasi} \quad (2.1)$$

b. *Weight-Volume Analysis*

Metode ini dilakukan dengan cara menentukan volume dan berat dari masing-masing jumlah sampah. Setelah diketahui data volume dan berat sampah, maka timbulan sampah dapat dihitung menggunakan rumus:

$$Volume\ timbulan\ sampah\ (liter/orang) = \frac{Vs}{u} \quad (2.2)$$

$$Berat\ timbulan\ sampah\ (kg/orang) = \frac{Bs}{u} \quad (2.3)$$

Dengan:

Vs = volume sampah (liter)

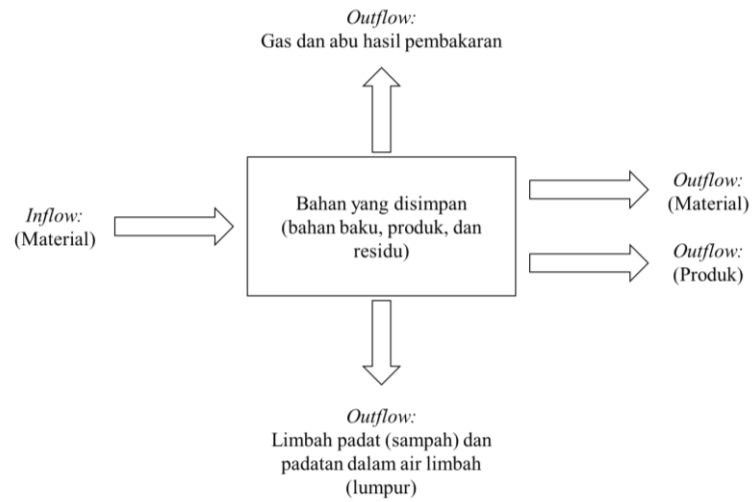
Bs = berat sampah (kg)

u = total penghasil sampah (orang)

c. *Materials-Balance Analysis*

Metode ini dilakukan dengan cara melihat detail keseimbangan material di setiap sumber timbulan seperti kampus, rumah tangga, atau kegiatan industri.

Skema keseimbangan material ditunjukkan pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1 Skema Keseimbangan Massa Material

Sumber: (Tchobanoglous et al , 1993)

Analisis keseimbangan massa material dirumuskan sebagai:

1. Pernyataan Umum

$$Akumulasi = \Sigma materi\ masuk - \Sigma materi\ keluar + \Sigma timbulan\ materi \quad (2.4)$$

2. Pernyataan Sederhana

$$Akumulasi = inflow - outflow + timbulan \quad (2.5)$$

3. Perumusan Kompleks

$$\frac{dM}{dt} = \sum M_{in} - \sum M_{out} + r_w \quad (2.6)$$

Dengan:

dM/dt = akumulasi material (kg/hari)

ΣM_{in} = total material yang masuk (kg/hari)

ΣM_{out} = total material yang keluar (kg/hari)

r_w = timbulan sampah (kg/hari)

t = waktu (hari)

2.1.5 Komposisi Sampah

Komposisi sampah dinyatakan dalam bentuk persentase berat (%berat). Informasi mengenai komposisi sampah diperlukan untuk mengetahui potensi daur ulang dan pengomposan sampah (Trang et al, 2015). Komposisi sampah di setiap wilayah akan berbeda tergantung dari pola konsumsi masyarakatnya. Pola konsumsi masyarakat yang berubah akan mengubah jumlah dan komposisi dari sampah yang ditimbulkan (Tchobanoglous & Kreith, 2002). Selain itu, beberapa faktor juga mempengaruhi komposisi sampah, diantaranya:

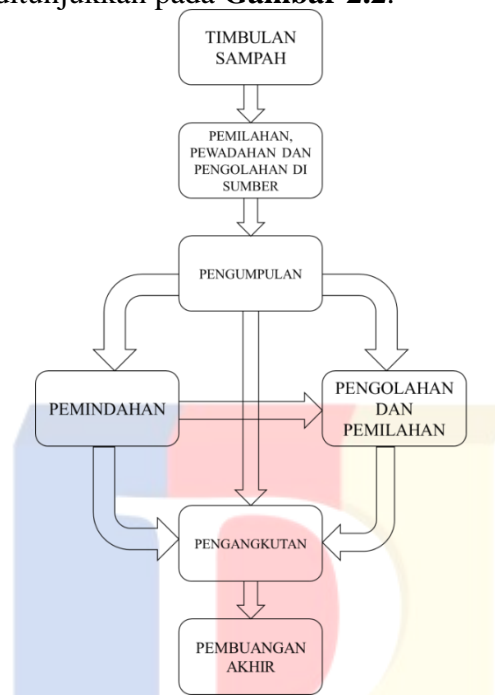
- a. Kemasan produk: plastik sebagai pengemas masih digunakan di negara berkembang sedangkan untuk negara maju sebagian besar menggunakan kertas (Damanhuri & Padmi, 2010).
- b. Pendapatan: tingkat ekonomi masyarakat berbanding lurus dengan besaran timbulan sampahnya (Damanhuri & Padmi, 2010)
- c. Tingkat sosial-ekonomi: wilayah dengan tingkat ekonomi tinggi umumnya menghasilkan sampah jenis kaleng, kertas, dan lain-lain (Damanhuri & Padmi, 2010) (Senzige et al, 2014).
- d. Cuaca: tingkat kelembaban sampah tinggi pada daerah yang kandungan airnya tinggi pula (Damanhuri & Padmi, 2010)
- e. Musim: musim buah-buahan yang sedang berlangsung menentukan jenis sampah (Damanhuri & Padmi, 2010).
- f. Tingkat populasi dan jumlah penduduk (Senzige et al, 2014).

Menghitung komposisi sampah dilakukan setelah mengetahui berat timbulan sampah yang telah dipilah sesuai jenisnya. Perhitungan komposisi sampah dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Komposisi sampah} = \frac{\text{massa komponen (kg)}}{\text{massa total sampah (kg)}} \times 100\% \quad (2.7)$$

2.2 Sistem Pengelolaan Sampah

Sistem pengelolaan sampah terdiri dari enam elemen mulai dari sampah dihasilkan sampai dengan pengelolaan akhir (pembuangan akhir sampah). Sistem pengelolaan sampah ditunjukkan pada **Gambar 2.2**.



Gambar 2.2 Skema Sistem Pengelolaan Sampah

Sumber: SNI 19-2454-2002 (Badan Standardisasi Nasional,

Menurut SNI 19-2454-2002, sistem pengelolaan sampah terdiri dari:

a. Timbulan Sampah

Timbulan sampah adalah jumlah sampah (satuan berat atau volume) per kapita per hari, per luas bangunan, atau perpanjang jalan yang timbul dari masyarakat (Badan Standardisasi Nasional, 2002). Informasi mengenai jumlah timbulan sampah diperlukan untuk mengetahui potensi daur ulang sampah untuk mengurangi kuantitas yang dibuang ke TPA (Qian et al, 2011).

b. Pemilahan, Pewadahan dan Pengolahan Sampah di Sumber

Pemilahan sampah adalah proses pemilahan sampah sesuai jenisnya. Pemilahan ini dapat dilakukan di sumber sampah sampai dengan pembuangan akhir sesuai dengan jenis masing-masing sampah. Sedangkan pewadahan sampah adalah proses penampungan sampah sementara di sumber menggunakan wadah individual atau komunal (Badan Standardisasi Nasional, 2002).

Pemilahan, pengomposan, dan daur ulang sampah yang dilakukan di sumber telah berkembang di beberapa kota di Indonesia (Kasam et al, 2018). Pemilahan sampah di sumber berpotensi meningkatkan potensi daur ulang (Tangwanichagapong et al, 2017).

c. Pengumpulan Sampah

Pengumpulan sampah merupakan proses pengumpulan sampah dari wadah individual dan/atau dari wadah komunal serta pengangkutan sampah secara langsung maupun tidak langsung ke tempat terminal tertentu (Badan Standardisasi Nasional, 2002).

d. Pemindahan Sampah

Pemindahan sampah adalah proses pemindahan sampah ke kendaraan/alat pengangkut untuk dibuang ke TPA (Badan Standardisasi Nasional, 2002).

e. Pengangkutan Sampah

Pengangkutan sampah ialah proses pengangkutan sampah dari lokasi sumber sampah maupun lokasi pemindahan menuju ke TPA (Badan Standardisasi Nasional, 2002).

f. Pengolahan Sampah

Pengolahan sampah ialah proses untuk mengurangi kuantitas sampah salah satunya mengubah bentuk sampah dengan cara pengomposan; pengeringan; pembakaran; pemadatan; pengeringan; dan pendaurulangan (Badan Standardisasi Nasional, 2002).

g. Pembuangan Akhir Sampah

Berdasarkan SNI 19-2454-2002, pembuangan akhir sampah adalah tempat di mana dilakukan kegiatan isolasi sampah agar aman bagi lingkungan (Badan Standardisasi Nasional, 2002).

2.3 Sistem Pengelolaan Sampah Untuk Mendukung Kampus Berkelanjutan

Pada tahun 1991 dibuat *Halfax Declaration* yang membicarakan tentang perkembangan keberlanjutan lingkungan serta peran kampus dalam konteks tersebut. Selanjutnya pada tahun 2013, *United Nations Environment Program* atau UNEP bekerjasama dengan agensi Amerika lainnya membuat inisiasi bernama *Global Universities Partnership on Environment and Sustainability* (GUPES) untuk menginformasikan integrasi masalah serta keberlanjutan lingkungan melalui penelitian, pengajaran, dan pengabdian masyarakat atau disebut kegiatan Tridharma perguruan tinggi dengan target yang ingin dicapai adalah pembangunan *green campus* (Qdais et al, 2019).

Green campus adalah kampus berwawasan lingkungan yang diintegrasikan dengan kegiatan Tridharma perguruan tinggi (Buana et al, 2018). *Green campus* bertujuan untuk mewujudkan kampus berkelanjutan melalui tiga aspek, yaitu ekonomi; sosial; dan lingkungan. Beberapa kampus yang telah menerapkan konsep *green campus* adalah: Universitas Padjadjaran kampus Jatinangor sejak tahun 2004 yang menerapkan prinsip ekologi seperti membuat tata ruang yang terintegrasi; Universitas Indonesia sejak tahun 2008 yang mengembangkan bus listrik serta telah memiliki sepeda sebagai alat transportasi gratis untuk warga UI; Universitas Negeri Semarang tahun 2013 mengenai kampus konservasi; dan Universitas Diponegoro pada tahun 2014 yang salah satunya mengenai pengelolaan sampah (Hapsari et al, 2014). Pada tahun 2010, Universitas Indonesia membuat program bernama *Greenmetric World University Ranking* yang bertujuan sebagai perbandingan universitas di dunia dalam menerapkan konsep *green campus* (Ardianto, 2015). Berdasarkan UI *Greenmetric World University Ranking* tersebut, tolak ukur keberhasilan sebuah kampus dalam menerapkan konsep *green campus* adalah: pendidikan; infrastruktur/tata ruang; transportasi; energi; air; dan sampah (Hapsari et al, 2014). Kampus UAP sebagai sarana pendidikan selayaknya turut membangun karakter dan budaya berwawasan lingkungan sebagai wujud kepedulian pada generasi selanjutnya yang dapat dimulai dari hal sederhana, salah satunya berpartisipasi dalam pengelolaan sampah. Sistem pengelolaan sampah yang baik adalah salah satu hal yang dapat

dilakukan untuk menerapkan konsep *green campus* dalam mewujudkan kampus berkelanjutan.

Sudah lebih dari 30 tahun lalu, kampus-kampus di dunia menerapkan pengelolaan sampah terpadu (Ebrahimi & North, 2017). Dasar pengelolaan sampah terpadu ini adalah dengan mengetahui jumlah timbulan serta komposisi sampah yang ditimbulkan. Beberapa kampus di dunia maupun di Indonesia memiliki timbulan sampah yang berbeda-beda. Timbulan sampah di kampus Jordan University of Science and Technology sebesar 5 ton/hari dan 0,37 kg/orang/hari (Qdais et al, 2019). Selanjutnya, timbulan sampah di kampus Mexicali I of the Autonomous University of Baja California Amerika Serikat adalah sebesar 1 ton/hari (De Vega et al , 2008). Sedangkan beberapa kampus di Indonesia memiliki timbulan sampah yang ditunjukkan pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Timbulan Sampah di Beberapa Kampus di Indonesia

No.	Lokasi Kampus	Timbulan Sampah	Sumber
1.	Universitas Indonesia kampus Depok	Sampah yang ditimbulkan sebesar 0,04 kg/orang/hari dan volume 0,3 liter/orang/hari.	(Trilina, 2010)
2.	Universitas Indonesia kampus Depok	Sampah yang ditimbulkan sebesar 0,024 kg/orang/hari dan volume 0,29 liter/orang/hari.	(Anne, 2011)
3.	Universitas Indonesia kampus Depok	Sampah yang ditimbulkan sebesar 16,5 ton/hari.	(Mu'minin, 2013)
4.	Universitas Riau kampus Widya Bina	Sampah yang ditimbulkan sebesar 815,59 kg/hari dan volume 9,45 m ³ /hari.	(Febria et al, 2014)
5.	Universitas Andalas	Sampah yang ditimbulkan sebesar 3000 kg/hari serta 0,12 kg/orang/hari	(Ruslinda et al, 2014)
6.	Universitas Putra Indonesia Padang	Sampah yang ditimbulkan sebesar 0,6271 kg/orang/hari	(Dewilda & Julianto, 2019)

No.	Lokasi Kampus	Timbulan Sampah	Sumber
		dan volume 0,1875 liter/orang/hari.	
7.	Universitas Diponegoro	<u>Fakultas Psikologi:</u> Sampah yang ditimbulkan sebesar 38,66 kg/hari dan volume 511,381 liter/hari. <u>Fakultas Kesehatan Masyarakat:</u> Sampah yang ditimbulkan sebesar 49,309 kg/hari dan volume 491,959 liter/hari.	(Fitria et al, 2016)
8.	Universitas Bhayangkara Jakarta Raya kampus II	Sampah yang ditimbulkan sebesar 123,43 kg/hari dengan volume 1,68 m ³ /hari.	(Marisda, 2017)

Sumber: (Pengolahan Data, 2020)

Timbulan sampah tersebut disesuaikan dengan kondisi jumlah sivitas akademika masing-masing kampus. Selain timbulan sampah, dasar pengelolaan sampah pula membutuhkan data mengenai komposisi sampah. Beberapa kampus di dunia maupun di Indonesia memiliki komposisi sampah yang berbeda-beda. Komposisi sampah di Jordan University of Science and Technology adalah sampah plastik sebesar 36%, organik sebesar 25%, kertas sebesar 24%, kaca sebesar 8%, logam sebesar 4%, dan lainnya sebesar 3% (Qdais et al, 2019). Selanjutnya, kampus Mexicali I of the Autonomous University of Baja California Amerika Serikat memiliki komposisi sampah yang terdiri dari: kertas dan karton 43,6%; plastik 6,7%; organik 10,2%; logam 2,5%; kaca 3,6%; hasil konstruksi 1,8%; LB3 0,3%; dan lainnya 31,3% (De Vega et al, 2008).

Sedangkan beberapa kampus di Indonesia memiliki komposisi sampah yang ditunjukkan pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2.3 Komposisi Sampah di Beberapa Kampus di Indonesia

No.	Lokasi Kampus	Komposisi Sampah	Sumber
1.	Universitas Indonesia kampus Depok	Sampah organik 16,88%; sampah kertas 38,77%; sampah plastik 32,45%; <i>styrofoam</i> 2,72%; kaca 1,81%; logam 1,85%; dan lainnya 4,25%.	(Trilina, 2010)
2.	Universitas Musamus Merauke	Sampah organik 11%; sampah kertas 24%; sampah plastik 18%; kaca 18%; sisa bahan bangunan 22%; dan lainnya 7%.	(Lolo et al, 2013)
3.	Universitas Riau kampus Widya Bina	<u>Sampah organik (49,45%):</u> Sisa makanan 25,04%; daun 20,20%; dan kayu 4,22%. <u>Sampah anorganik (50,55%):</u> Sampah kertas 28,8%; sampah plastik 17,35%; <i>styrofoam</i> 0,484%; kaca 0,5%; sampah tekstil 0,72%; besi 0,475%; karet 0,28% dan lainnya 0,94%.	(Febria et al, 2014)
4.	Universitas Andalas	<u>Sampah basah (37,54%):</u> Sampah makanan 26,6%; taman 9,76%; dan kayu 1,18%.	(Ruslinda et al, 2014)

No.	Lokasi Kampus	Komposisi Sampah	Sumber
		<p><u>Sampah kering (62,46%):</u> Sampah kertas 25,25%; plastik 30,04%; kaca 1,13%; kaleng 1,33%; tekstil 0,19%; karet 0,05%; logam 0,12%; dan lainnya 4,35%.</p>	
5.	Universitas Putra Indonesia Padang	<p><u>Sampah organik (92.38%):</u> Sisa makanan 21,94%; kertas 31,64%; daun 5,4%; kayu 0,39%; karet 0,13%; dan tekstil 0,07%.</p> <p><u>Sampah anorganik (7,62%):</u> Plastik 32,8%; kaca 1,72%; besi 1,46%; kaleng 0,46%; logam 0,39%; dan lainnya 3,58%.</p>	(Dewilda & Julianto, 2019)
6.	Universitas Diponegoro	<p><u>Fakultas Psikologi:</u> Sisa makanan 9%; daun 56%; sampah plastik 22%; dan sampah kertas/karton 13%.</p> <p><u>Fakultas Kesehatan Masyarakat:</u> Sisa makanan 20%; daun 41%; sampah plastik 22%; sampah kertas/karton 15%; kaca 1%; dan limbah B3 1%.</p>	(Fitria et al, 2016)
7.	Fakultas Teknik Universitas	Kertas putih 56%; kardus 26%; kertas coklat 11%; dan	(Simangunsong, 2017)

No.	Lokasi Kampus	Komposisi Sampah	Sumber
	Surabaya	kotak minuman 8%.	
8.	Universitas Bhayangkara Jakarta Raya kampus II	Kertas 15%; botol plastik 14,33%; sampah plastik 13,37%; <i>styrofoam</i> 3,37%; kaca 4,5%; besi/logam 1,76%; kain 2,55%; pembalut wanita 1,61%; kaleng 1,07%; dan lainnya 0,96%	(Marisda, 2017)

Sumber: (Pengolahan Data, 2020)

Jenis sampah yang paling dominan ditimbulkan adalah sampah kertas, plastik, dan sisa makanan. Jenis sampah tersebut masuk ke dalam kategori sampah yang dapat dimanfaatkan kembali (daur ulang) (Damanhuri & Padmi, 2015). Beberapa penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa sampah kampus berpotensi untuk di daur ulang.

Penerapan konsep daur ulang sampah telah dilakukan oleh beberapa kampus di dunia. Salah satunya adalah Georgetown University di Amerika yang memanfaatkan kembali 85% sampah yang seharusnya dibuang ke TPA dengan tingkat daur ulang tahunan sampah sebesar 45% pada tahun 2010. Sedangkan tingkat daur ulang tahunan Rutgers University lebih tinggi, yaitu sebesar 67% di mana sampah mudah mengurai diserahkan ke petani lokal (Ebrahimi & North, 2017). Selain itu, Universiti Kebangsaan Malaysia memiliki potensi daur ulang sampah sebesar 45,3% (Elfithri et al, 2012).

Kampus di Indonesia sendiri telah melakukan penelitian mengenai potensi daur ulang sampah seperti yang telah dilakukan oleh Universitas Putra Indonesia Padang. Rata-rata potensi daur ulang sampah tersebut sebesar 79,11% yang terdiri dari 55,68% sampah kering dan 23,43% sampah basah (Dewilda & Julianto, 2019). Sedangkan Universitas Indonesia kampus Depok memiliki rata-rata potensi daur ulang sampah sebesar 51,33% (Banaget et al, 2013).

2.4 Partisipasi Masyarakat Kampus Terkait Pengelolaan Sampah

Partisipasi masyarakat adalah melibatkan masyarakat dalam suatu kegiatan baik secara langsung maupun tidak langsung (Tansatrisna, 2014). Wujud dari kesadaran, kepedulian, dan tanggung jawab masyarakat kampus dilihat dari partisipasi mereka dalam hal pengelolaan sampah (Yuliana & Haswindy, 2017). Hal ini dapat berupa ikut serta dalam pengelolaan sampah berskala kampus, misalnya melakukan pemilahan sampah di sumber (Tansatrisna, 2014).

Faktor internal dan eksternal yang mempengaruhi partisipasi masyarakat terkait pengelolaan sampah adalah sebagai berikut:

a. Pengetahuan

Semakin tinggi pengetahuan mengenai pengelolaan sampah yang masyarakat miliki, maka semakin baik pula tingkat partisipasi mereka terhadap pengelolaan sampah (Hidayah, 2018).

b. Sikap

Sikap merupakan perbuatan yang ditunjukkan masyarakat terkait respon terhadap kondisi lingkungan (Hidayah, 2018). Sikap masyarakat terhadap lingkungan berbanding lurus dengan tingkat partisipasi masyarakat terkait pengelolaan sampah (Yuliana & Haswindy, 2017).

c. Peran Kampus

Peran kampus berkaitan dengan sosialisasi mengenai pengelolaan sampah untuk memberikan pemahaman kepada masyarakat kampus bahwa melakukan pengelolaan sampah itu penting. Selain itu, berkaitan pula dengan pengawasan terhadap tindakan pengelolaan sampah yang dilakukan masyarakat kampus (Tansatrisna, 2014).

d. Sarana dan Prasarana

Sarana dan prasarana tersebut adalah fasilitas yang tersedia dan berguna dalam proses pengelolaan sampah kampus, misalnya tempat sampah pilah. Sehingga fasilitas yang baik dapat mendukung partisipasi masyarakat (Tansatrisna, 2014).

2.5 Potensi Daur Ulang Sampah

Paradigma baru pengelolaan sampah berfokus pada minimasi sampah di sumber. Urutan prioritas upaya penanganan sampah dalam bentuk hierarki adalah sebagai berikut: (Damanhuri & Padmi, 2015).

- a. *Reduce*: upaya untuk menghasilkan sampah sesedikit mungkin.
- b. *Reuse*: memanfaatkan kembali sampah yang telah terbentuk.
- c. *Recycle*: mengolah sampah sehingga dapat dimanfaatkan kembali sebagai sumber energi maupun bahan baku.
- d. *Treatment*: mengolah sampah yang tidak dapat dimanfaatkan agar aman untuk dilepas ke lingkungan.
- e. *Dispose*: membuang sampah yang tidak dapat diolah ke sebuah lahan urug yang telah dibuat.
- f. *Remediasi*: rehabilitasi media lingkungan (tanah dan air) melalui upaya rekayasa seperti bioremediasi.

Upaya minimasi sampah ini bermanfaat untuk jangka panjang, yaitu berkurangnya ketergantungan terhadap Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) serta terciptanya peluang usaha pengelolaan sampah seperti daur ulang (Damanhuri & Padmi, 2015). Daur ulang merupakan upaya minimasi sampah yang efektif dan menguntungkan secara ekonomi dan lingkungan (Banaget et al, 2013).

Pendaaur-ulangan sampah hanya dapat dilakukan oleh sampah yang mudah untuk dipilah (Trang et al, 2015). Daur ulang sampah dapat menghemat lebih banyak energi daripada melakukan pembakaran dan gasifikasi limbah (Colling et al, 2016). Selain menciptakan peluang usaha dari segi ekonomi, daur ulang sampah di sumber juga dapat meminimalkan biaya pengangkutan ke TPS (Damanhuri & Padmi, 2015). Beberapa contoh kampus yang telah melakukan penelitian mengenai potensi daur ulang telah dijelaskan pada sub-bab 2.3.

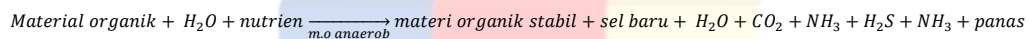
Konsep daur ulang dapat diterapkan dengan berbagai cara pengolahan, yakni pengomposan dan biogas untuk sampah mudah mengurai (*biodegradable*) seperti sisa makanan dan kotoran ternak. Untuk sampah sulit mengurai seperti sampah kertas dan plastik, dapat didaur ulang untuk pembuatan briket atau RDF (*Refused Derived Fuel*) (Hidayah, 2018).

2.6 Emisi Gas Metana (CH₄) Dari Sampah

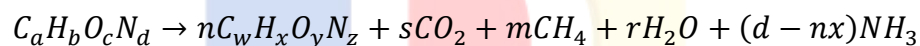
Sampah yang dihasilkan akan melalui berbagai proses untuk sampai ke TPA, mulai dari dikumpulkan pada tempat sampah di sumber, diangkut dengan gerobak, di pindahkan ke TPS (Tempat Penampungan Sementara), diangkut dengan kendaraan/alat, diolah untuk sampah-sampah yang masih memiliki nilai, lalu yang terakhir adalah ditimbun di TPA untuk sampah-sampah yang tidak dapat dimanfaatkan lagi (Damanhuri & Padi, 2015).

Sebuah lahan urug (*landfill*) di TPA dapat menimbulkan pencemaran jika tidak dikelola dengan baik. Sampah yang menumpuk akan mengalami pembusukan secara anaerob. Reaksi kimia dekomposisi anaerob adalah sebagai berikut.

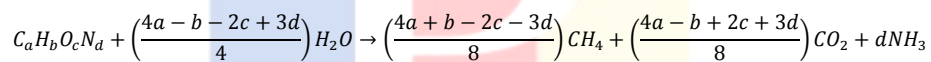
a. Reaksi Sederhana



b. Konversi fraksi organik dari limbah padat



c. Reaksi dekomposisi organik secara lengkap



Gas utama yang dihasilkan dari proses ini adalah karbondioksida (CO₂), gas metana (CH₄), nitrogen, dan lain-lain akibat hasil fermentasi materi organik. Gas tersebut akan mencari jalan keluar menuju atas. Jika terjadi sebuah hambatan, hal tersebut akan mempengaruhi arah aliran di mana gas tersebut akan terakumulasi di bawah. Jika akumulasi gas tersebut terjadi secara terus-menerus akan menimbulkan ledakan udara-metan (Damanhuri, & Padi, 2015), hal inilah yang menimbulkan pencemaran lingkungan.

Gas metana (CH₄) yang menyebar di atmosfer akan menyebabkan suhu di bumi meningkat atau dikenal sebagai peristiwa pemanasan global. Pemanasan global terjadi akibat terperangkapnya gelombang panas yang dipancarkan ke bumi oleh gas rumah kaca (GRK), khususnya adalah gas CH₄ ini (Triana, 2008).

Potensi emisi gas metana di Indonesia bisa mencapai 11.390 ton CH₄/tahun (Herlambang et al, 2010). Emisi gas metana di DKI Jakarta pada tahun 2010 adalah sebesar 2.300 ton CH₄/tahun (Herlambang et al, 2010). Jika dikalkulasikan

berdasarkan sumber sampahnya, 0,52% dari jumlah emisi gas metana tersebut berasal dari kampus, yakni sebesar 11,96 ton CH₄/tahun. Oleh karena itu dengan adanya pengelolaan sampah di sumber yakni di kampus, dapat berkontribusi dalam pengurangan emisi gas metana ke atmosfer walaupun angkanya tidak terlalu signifikan.

Emisi gas metana yang keluar ke atmosfer dapat dicegah dengan diketahui jumlah emisinya menggunakan perhitungan sederhana. Dasar perhitungan emisi karbon ini menggunakan Pedoman *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* tahun 2006 (Simangunsong, 2017) dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$L_o = W \times DOC \times DOC_f \times MCF \times F \times \frac{16}{12} \quad (2.8)$$

Dengan:

L_o = jumlah emisi CH₄ (gr CH₄/tahun)

W = berat sampah (gr)

DOC = *Degradable Organic Carbon* (gr C/gr sampah)

DOC_f = fraksi DOS yang dapat terurai (fraksi)

MCF = faktor koreksi CH₄ pada proses penguraian secara aerobik di mana sampah dibuang (fraksi)

F = fraksi CH₄ pada gas yang ditimbulkan di TPA

16/12 = rasio berat molekul CH₄/C