

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sampah

2.1.1 Definisi Sampah

Sampah memiliki beberapa definisi menurut berbagai ahli, diantaranya:

- 1) Undang-undang Republik Indonesia nomor 18 tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah menyatakan bahwa sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat.
- 2) SNI 19-2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan menyatakan bahwa sampah adalah limbah yang bersifat padat terdiri dari bahan organik dan bahan anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan.
- 3) Sampah adalah seluruh buangan yang ditimbulkan dari aktivitas manusia dan hewan yang berupa padatan yang dibuang karena sudah tidak berguna atau diperlukan lagi (Tchobanoglous dan Kreith, 2002).

2.1.2 Sumber Sampah

Sumber sampah menurut Undang-undang Republik Indonesia nomor 18 tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah terbagi menjadi tiga kategori, yaitu:

- 1) Sampah rumah tangga, yaitu sampah yang berasal dari kegiatan sehari-hari dalam rumah tangga, tidak termasuk tinja dan sampah spesifik.
- 2) Sampah sejenis rumah tangga, yaitu sampah yang berasal dari kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas sosial, fasilitas umum, dan/atau fasilitas lainnya.
- 3) Sampah spesifik, meliputi sampah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3), limbah B3, sampah yang timbul akibat bencana, puing bongkaran bangunan, sampah yang secara teknologi belum dapat diolah, dan sampah yang timbul secara tidak periodik.

Sampah dapat berasal dari kegiatan penghasil sampah seperti pasar, rumah tangga, pertokoan (kegiatan komersial/perdagangan), penyapuan jalan, taman, atau tempat umum lainnya, dan kegiatan lain seperti dari industri dengan limbah yang sejenis sampah (Damanhuri dan Padmi, 2010).

Salah satu sumber sampah perkotaan yang dikelola oleh pemerintah adalah sampah dari industri dan rumah sakit yang disebut sampah sejenis rumah tangga, karena kegiatan umum dalam lingkungan industri dan rumah sakit tetap menghasilkan sampah sejenis sampah domestik, seperti sampah sisa makanan, kertas, plastik, dan lain-lain. Perbedaan yang harus diperhatikan untuk sampah yang berasal dari sumber ini adalah adanya timbulan sampah tidak sejenis sampah kota/sampah spesifik yang tidak boleh bercampur dengan sampah sejenis sampah domestik agar tidak terbawa dalam sistem pengelolaan sampah kota (Damanhuri dan Padmi, 2010).

Karakteristik yang membedakan sampah yang berasal dari rumah sakit berbeda dari sumber sampah lainnya adalah adanya limbah infeksius yang memiliki potensi penyebaran penyakit. Komponen infeksius dari sampah rumah sakit ini berisiko bagi pasien, pengunjung lainnya, karyawan rumah sakit terutama yang berhubungan langsung dengan pengelolaan sampah, dan masyarakat lainnya di sekitar rumah sakit (Chaerul dkk., 2008).

Sampah domestik di rumah sakit dihasilkan dari setiap unit di rumah sakit, baik dari unit pelayanan yang berhubungan langsung dengan pasien maupun unit penunjang seperti perkantoran. Sampah domestik di rumah sakit dapat berasal dari instalasi gawat darurat, instalasi rawat jalan, instalasi rawat inap, dapur, kantin, laboratorium, ruang jenazah, kantor, gudang, halaman, dan unit-unit lain yang bervariasi di tiap rumah sakit, seperti ATM dan minimarket.

2.1.3 Timbulan Sampah

Timbulan sampah dalam SNI 19-2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan dinyatakan sebagai banyaknya sampah yang timbul

dari masyarakat dalam satuan volume maupun berat per kapita per hari, atau per luas bangunan, atau per panjang jalan.

Timbulan sampah dapat diperoleh dengan sampling berdasarkan standar yang telah tersedia, dan dapat dinyatakan sebagai satuan berat (kg/o/hari, kg/m²/hari, kg/bed/hari, dsb) atau satuan volume (l/o/hari, l/m²/hari, l/bed/hari, dsb). Indonesia umumnya menggunakan satuan volume untuk menggambarkan timbulan sampah yang dihasilkan oleh suatu unit atau wilayah, namun penggunaan satuan volume ini harus mempertimbangkan faktor kompaksi atau pemadatan karena pemadatan dapat menyebabkan perubahan volume sampah terhadap berat sampah yang tetap. Untuk mengetahui faktor kompaksi, data yang diperlukan adalah berat jenis sampah, yang didapat dari perhitungan berat sampah yang dibandingkan dengan volume sampah (Damanhuri dan Padmi, 2010).

Timbulan sampah rumah sakit bervariasi sesuai dengan kegiatan yang berlangsung di rumah sakit, proporsi barang yang dapat digunakan kembali, dan jumlah pasien yang dilayani setiap harinya. Timbulan sampah rumah sakit berbanding lurus dengan tingkat ekonomi, sama seperti timbulan sampah domestik dari sumber rumah tangga (Chaerul dkk., 2008). Rumah sakit dengan kelas lebih tinggi akan memiliki timbulan sampah yang lebih besar karena fasilitas yang digunakan dan jumlah pasien yang dilayani lebih banyak dengan tingkat ekonomi yang lebih tinggi dibandingkan rumah sakit dengan kelas di bawahnya.

Timbulan sampah rumah sakit dipengaruhi oleh jenis pelayanan yang tersedia di rumah sakit, yang dapat berbeda di setiap rumah sakitnya. Perbedaan ini disebabkan adanya perbedaan kegiatan yang berlangsung di berbagai fasilitas pelayanan, contohnya rumah sakit dengan pelayanan khusus penyakit tertentu akan menghasilkan sampah yang berbeda dengan rumah sakit yang melayani secara umum. Sebagai contoh perbandingan timbulan sampah rumah sakit pada tingkatan/kelas yang sama, beberapa hasil penelitian sebelumnya terkait timbulan sampah rumah sakit kelas B dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Timbulan Sampah Harian Rumah Sakit Kelas B di Indonesia

Nama Rumah Sakit	Jumlah Tempat Tidur (bed)	Timbulan Sampah Harian (m³)	Sumber
RS X Jakarta	276	4	(Febrina, 2011)
RSUD Provinsi NTB	362	2,97	(Astuti dan Purnama, 2014)
RS Moch Ansari Saleh Banjarmasin	330	4,14	(Yunizar dan Fauzan, 2014)
RSUD Kota Bandung	232	2-3	(BPLH, 2016)
RS Santo Borromeus Bandung	412	3	(BPLH, 2016)

2.1.4 Komposisi Sampah

Komposisi sampah adalah komponen fisik sampah, dapat terdiri atas plastik, kertas, kayu, kain, karet, sisa makanan, logam, kaca, dan lain-lain. Umumnya komposisi sampah diklasifikasikan menjadi sampah organik yaitu sampah yang mengandung senyawa organik dan dapat diuraikan oleh mikroorganisme, dan sampah anorganik yaitu sampah yang mengandung senyawa anorganik sehingga tidak mudah diuraikan oleh mikroorganisme (Tchobanoglous dan Kreith, 2002).

Sampah membusuk, umum dikenal sebagai sampah basah atau sampah organik, merupakan jenis sampah yang mudah terdegradasi karena aktivitas mikroorganisme, sehingga dalam pengelolaannya menghendaki kecepatan untuk menghindari adanya bau akibat proses pembusukan. Pembusukan sampah dapat menghasilkan gas seperti amoniak dan metan, dan dapat mengganggu kesehatan manusia jika tidak segera dikelola. Pengolahan untuk sampah jenis ini umumnya menggunakan aktivitas mikroorganisme, seperti pengomposan dan gasifikasi (Damanhuri dan Padmi, 2010).

Sampah tidak membusuk, dikenal sebagai sampah kering atau sampah anorganik terdiri atas bahan-bahan yang tidak mudah terurai seperti kertas, logam, plastik, gelas, kaca, dan lain-lain. Sampah jenis ini dapat didaur ulang, apabila tidak didaur ulang maka diperlukan proses lain untuk pengolahannya seperti pembakaran,

namun pembakaran sampah jenis ini memerlukan penanganan lebih lanjut karena dapat menimbulkan masalah pencemaran lingkungan, terutama jika mengandung plastik PVC (Damanhuri dan Padmi, 2010).

Menurut World Health Organization (WHO), sebanyak 75-90% dari sampah yang dihasilkan di rumah sakit merupakan sampah yang memiliki karakteristik menyerupai sampah rumah tangga yang berasal dari bagian administrasi, dapur, *housekeeping*, termasuk sampah kemasan dan sampah yang berasal dari kegiatan pemeliharaan fasilitas rumah sakit. Sebesar 10-25% sampah yang dihasilkan di rumah sakit dianggap sebagai sampah spesifik dengan karakteristik berbahaya (*hazardous*) dan berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan dan gangguan kesehatan bagi manusia (Chartier dkk., 2014).

Menurut Shekdar (2009), sampah domestik yang dihasilkan di rumah sakit memiliki komposisi serupa dengan sampah yang dihasilkan oleh rumah tangga, terdiri atas komposisi sampah kertas, kardus, plastik, kayu, sisa makanan, kaca, dan logam. Di Indonesia, komposisi sampah domestik di rumah sakit terdiri atas kertas, kardus, pembungkus makanan, plastik, kaleng dan logam, kaca, sampah organik dari dapur, kotak sarung tangan, tisu, dan bungkus obat (Paramita, 2007; Dharmitha, 2008).

Penentuan komposisi sampah domestik dapat digunakan untuk menentukan jenis upaya pengurangan sampah, baik pengurangan di sumber maupun pengolahan sampah untuk mengurangi beban sampah yang diangkut dari TPS menuju TPA (Damanhuri dan Padmi, 2000).

2.1.5 Pengelolaan Sampah

Pengelolaan sampah rumah tangga dan sejenis sampah rumah tangga, menurut Undang-undang no. 18 tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, terdiri atas pengurangan sampah dan penanganan sampah. Pengurangan sampah meliputi kegiatan pembatasan timbulan sampah, pendauran ulang sampah, dan pemanfaatan kembali sampah. Kegiatan penanganan sampah salah satunya adalah pemilahan dalam bentuk pengelompokan dan pemisahan sampah sesuai dengan jenis, jumlah,

dan sifat sampah. Penyelenggaraan pengelolaan sampah menurut Peraturan Pemerintah nomor 81 tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga meliputi pengurangan sampah dan penanganan sampah yang wajib dilakukan oleh setiap orang.

Tujuan pengelolaan sampah diantaranya:

- 1) Melindungi kesehatan manusia dan kelestarian lingkungan
- 2) Konservasi sumber daya diantaranya material, energi, dan ruang
- 3) Mengolah sampah sebelum dibuang ke TPA dan meminimasi dampak yang ditimbulkan dari pembuangan sampah (Brunner dan Rechberger, 2016).

Kelompok pengelolaan sampah menurut Undang-undang no. 18 tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah yaitu:

- 1) Pengurangan sampah (*waste minimization*) yang terdiri dari pembatasan terjadinya sampah, guna ulang, dan daur ulang.
- 2) Penanganan sampah (*waste handling*) yang terdiri dari:
 - 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 dari dan/atau dari tempat penampungan sampah sementara atau dari tempat pengolahan sampah terpadu menuju ke tempat pemrosesan akhir;
 - d. Pengolahan dalam bentuk mengubah karakteristik, komposisi, dan jumlah sampah;
 - e. Pemrosesan akhir sampah dalam bentuk pengembalian sampah dan/atau residu hasil pengolahan sebelumnya ke media lingkungan secara aman.

Pengelolaan sampah merupakan aspek yang penting untuk diperhatikan dalam pengembangan suatu kota menjadi *zero waste city*, karena target pengurangan

sampah yang masuk ke *landfill* dapat dicapai dengan adanya pengelolaan sampah yang tepat (Zaman dan Lehmann, 2011b).

2.1.6 Sistem Pengurangan Sampah

Pengurangan sampah melalui 3R menurut Undang-undang no. 18 tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah meliputi:

- 1) Pembatasan timbulan sampah (*reduce*) mengupayakan agar sampah yang dihasilkan sesedikit mungkin;
- 2) Pemanfaatan kembali sampah (*reuse*) yaitu upaya penggunaan kembali sampah secara langsung;
- 3) Pendaauran ulang sampah (*recycle*) untuk sampah yang tidak dapat digunakan kembali secara langsung.

2.1.7 Sistem Penanganan Sampah

Penanganan sampah tingkat sumber, dalam Kajian Pedoman Teknis Pemilahan Sampah di Sumber untuk Kawasan Pelayanan Kesehatan tahun 2016 dinyatakan sebagai berikut:

- 1) Merupakan kegiatan penanganan secara individual yang dilakukan sendiri oleh penghasil sampah dalam area dimana penghasil sampah tersebut berada. Penanganan sampah di tingkat sumber sangat dianjurkan dengan 3R, yang diawali dengan pemilahan sampah berdasarkan jenisnya;
- 2) Minimasi sampah (R1) dilakukan sejak sampah belum terbentuk yaitu dengan menghemat penggunaan bahan, membatasi konsumsi sesuai kebutuhan, memilih bahan yang mengandung sedikit sampah, dan sebagainya;
- 3) Pemanfaatan sampah dilakukan dengan menggunakan kembali sampah sesuai fungsinya seperti halnya penggunaan botol minuman atau kemasan lainnya;
- 4) Pengomposan sampah, misalnya dengan komposter, diharapkan diterapkan di sumber (rumah tangga, kantor, sekolah, dll). Bila lahan memungkinkan, pengomposan dapat dilakukan dengan penimbunan sampah, dan

pengelolaan sampah di tingkat sumber dapat ditingkatkan dengan gabungan pengelolaan yang bersifat individual maupun komunal (BPLH, 2016).

2.2 Pengelolaan Sampah Rumah Sakit

Beberapa penyebab pengelolaan sampah non-medis tidak terlaksana dengan baik adalah jumlah tenaga pengelola sampah tidak banyak, sarana dan prasarana untuk pengelolaan sampah non-medis yang tidak memadai, dan prosedur tetap dalam pengelolaan sampah non-medis tidak direncanakan dengan baik. Untuk memperbaiki hal ini, diperlukan adanya sistem pengelolaan sampah non-medis yang baik dengan adanya *standard operational procedure* (SOP) pengelolaan sampah non-medis yang dapat berfungsi sebagai prosedur mutu (Lestari dkk., 2013).

Penyelenggaraan pengamanan limbah di rumah sakit menurut Peraturan Menteri Kesehatan nomor 07 tahun 2019 tentang Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit meliputi pengamanan terhadap limbah padat domestik, limbah B3, limbah cair, dan limbah gas. Pengamanan limbah padat (sampah) domestik adalah upaya penanganan sampah domestik di rumah sakit sesuai dengan standar untuk mengurangi risiko gangguan kesehatan, kenyamanan, dan keindahan.

Tahapan penanganan sampah domestik di rumah sakit menurut PMK no. 07 tahun 2019 adalah sebagai berikut:

- 1) Tahap Pewadahan
 - a. Melakukan upaya pewadahan yang berbeda antara sampah organik dan anorganik mulai di ruangan sumber;
 - b. Menyediakan tong sampah dengan jumlah dan volume yang memadai pada setiap ruangan yang terdapat aktivitas pasien, pengunjung, dan karyawan;
 - c. Sampah tidak boleh dibiarkan dalam wadahnya melebihi 1x24 jam atau apabila sudah terisi $\frac{2}{3}$ bagiannya maka harus diangkut agar tidak menjadi perindukan vektor penyakit dan binatang pembawa penyakit;

- d. Penempatan tong sampah harus di lokasi yang aman dan strategis baik di dalam ruangan, *semi-indoor*, maupun di luar ruangan, dengan jumlah dan jarak penempatan yang memadai. Setiap kamar memiliki minimal 1 (satu) buah tong sampah atau disesuaikan dengan kebutuhan. Untuk area umum, diupayakan tersedia tong sampah terpisah untuk jenis sampah organik dan anorganik;
 - e. Tong sampah dibersihkan menggunakan air dan desinfektan secara berkala, dan diganti apabila sudah rusak dan tidak berfungsi.
- 2) Tahap Pengumpulan
- a. Sampah domestik di ruangan sumber diangkut ke tempat penyimpanan sementara (TPS) secara berkala menggunakan troli khusus dalam kondisi sampah terbungkus kantong plastik hitam;
 - b. Pengumpulan sampah dilakukan pada jam tidak sibuk pada pagi dan sore hari, dan tidak melalui jalur atau koridor yang padat pasien dan pengunjung rumah sakit;
 - c. Troli pengumpul harus terbuat dari bahan yang kuat, kedap air, tidak berkarat, permukaannya mudah dibersihkan, dilengkapi dengan penutup dan penanda troli pengumpul sampah domestik;
 - d. Penentuan jalur pengangkutan sampah domestik ke TPS tidak melalui ruang pelayanan atau ruang kerja yang padat dengan pasien, pengunjung, dan karyawan rumah sakit;
 - e. Apabila pengangkutan sampah domestik ke TPS melalui jalan terbuka, maka pada saat terjadi hujan tidak dipaksakan dilakukan pengangkutan ke TPS.
- 3) Tahap Penyimpanan di TPS
- a. Waktu tinggal sampah domestik dalam TPS tidak boleh melebihi 2x24 jam;
 - b. Sampah domestik yang ada di TPS dipastikan tetap terbungkus kantong plastik berwarna hitam dan tidak boleh dibongkar isinya;
 - c. Penanganan akhir sampah domestik dapat dilakukan dengan pengangkutan keluar menggunakan truk sampah milik rumah sakit atau

kerja sama dengan pihak ketiga. Penanganan juga dapat dilakukan dengan pengolahan menggunakan insinerator milik rumah sakit.

Tahapan pemilahan dan pengurangan sampah domestik di rumah sakit menurut PMK no. 07 tahun 2019 adalah sebagai berikut:

- 1) Pemilahan dilakukan dengan memisahkan jenis sampah organik dan anorganik serta sampah yang bernilai ekonomis yang dapat digunakan atau diolah kembali, seperti wadah/kemasan bekas berbahan kardus, kertas, plastik, dan lainnya yang dipastikan tidak mengandung B3;
- 2) Pemilahan dilakukan sejak awal dengan menyediakan tong sampah yang berbeda sesuai dengan jenis sampah dan dilapisi kantong plastik warna bening/putih untuk limbah daur ulang di ruangan sumber;
- 3) Melakukan pencatatan volume untuk jenis sampah organik dan anorganik, sampah yang akan didaur ulang atau digunakan kembali;
- 4) Sampah yang bernilai ekonomis dikirim ke TPS terpisah dari sampah organik dan anorganik;
- 5) Dilarang melakukan pengumpulan limbah yang dapat dimanfaatkan kembali untuk keperluan sebagai bahan baku atau kemasan pemalsuan produk barang tertentu oleh pihak luar;
- 6) Sampah domestik yang termasuk kategori sampah B3 harus dipisahkan dan ditangani sesuai persyaratan penanganan limbah B3.

2.3 Konsep Bebas Sampah (*Zero Waste*)

Konsep bebas sampah atau *zero waste* menurut Zero Waste International Alliance (ZWIA) adalah konservasi seluruh sumber daya dengan produksi, konsumsi, penggunaan kembali, pembaruan produk, pengemasan, dan material yang bertanggung jawab tanpa adanya pembakaran dan pembuangan ke tanah, air, dan udara, yang dapat menyebabkan bahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia.

Zero waste merupakan salah satu metode pendekatan yang digunakan untuk mencapai target pengurangan sampah karena konsep ini memiliki pendekatan sebagai lawan dari pengelolaan sampah dengan metode *end of pipe*, yaitu dengan

cara melakukan pengurangan sampah mulai dari sumber penghasil sampah (Connett, 2007).

Zero waste merupakan salah satu cara alternatif yang dapat digunakan dalam pengelolaan sampah, dimana bahan-bahan yang telah digunakan dapat kembali digunakan dalam suatu proses/produksi, sehingga mengurangi jumlah sampah yang masuk ke *landfill*. Pengurangan di sumber berarti upaya untuk mengurangi timbulan sampah dengan cara tidak menghasilkan sampah dalam suatu kegiatan. Contoh upaya yang dapat dilakukan untuk mendukung prinsip ini adalah menggunakan barang-barang yang tahan lama, dapat digunakan berulang kali, kemasan yang tidak mengandung zat beracun. Cara ini dianggap cara yang paling mudah dan berdampak pada jumlah timbulan sampah yang dihasilkan, juga menggunakan energi yang lebih sedikit dibandingkan dengan kegiatan daur ulang. Kegiatan daur ulang adalah proses mengubah material terpakai menjadi produk baru untuk mencegah terbuangnya material yang dapat dipakai kembali, mengurangi penggunaan material baru, mengurangi penggunaan energi, mencegah pencemaran udara akibat proses insinerasi, dan mencegah pencemaran air akibat proses di *landfill* (Song dkk., 2015). Produksi barang dari material daur ulang umumnya membutuhkan energi yang lebih sedikit dibandingkan penggunaan material baru, dan hal ini berarti lebih sedikit pohon yang ditebang, logam yang ditambang, dan minyak yang dibor. Kegiatan daur ulang juga mengurangi emisi gas rumah kaca, suatu faktor yang besar dalam perubahan iklim, dengan cara diversi sampah yang masuk ke *landfill* dan insinerator menjadi material yang mampu memberikan nilai dalam sirkulasi sistem (Riedel, 2011). Beberapa komponen sampah yang dapat didaur ulang tercantum dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Komponen Sampah yang dapat Didaur Ulang

Komponen Sampah	Jenis Komponen yang dapat Didaur Ulang
Sampah kertas	Koran, kardus, karton, kertas kualitas tinggi (HVS), kertas campuran, kertas semen
Sampah plastik	PETE (1), HDPE (2), PVC (3), LDPE (4), PP (5)
Sampah kaca	Kaca warna coklat, kaca tidak berwarna, kaca warna hijau
Sampah logam <i>non ferrous</i>	Kaleng aluminium, tembaga, seng dalam keadaan tanpa kontaminan

Komponen Sampah	Jenis Komponen yang dapat Didaur Ulang
Sampah logam <i>ferrous</i>	Besi dan baja
Sampah kayu	Kayu bersih/tanpa kontaminan
Sampah halaman dan sampah makanan	Sampah halaman dan sampah makanan yang layak kompos

Sumber: Ruslinda, 2010

Kegiatan daur ulang merupakan salah satu upaya mengurangi sampah yang masuk ke TPA. Analisis mengenai komposisi sampah yang dapat didaur ulang diperlukan sebagai dasar pemilihan teknologi pengolahan yang sesuai sehingga sampah yang didaur ulang dapat digunakan kembali baik sesuai fungsi asalnya, contohnya botol plastik yang dibuat dari pengolahan botol plastik bekas, ataupun dijadikan bahan baku untuk pembuatan barang baru, yang juga merupakan upaya untuk mengurangi penggunaan *virgin material* (Song dkk., 2015). Barang yang dibuat dari material hasil daur ulang umumnya membutuhkan energi lebih sedikit dibandingkan dengan barang yang dibuat menggunakan *virgin material*, contohnya kayu pohon, logam dan hasil tambang lainnya, dan minyak bumi (Riedel, 2011).

2.3.1 Prinsip 4R

Prinsip 4R yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari untuk mendukung berlangsungnya *zero waste* menurut Surakusumah (2008) yaitu:

- 1) *Reduce* atau mengurangi, yaitu kegiatan mengurangi jumlah barang dan material yang digunakan, karena penggunaan material yang banyak akan menghasilkan sampah yang banyak pula.
- 2) *Reuse* atau menggunakan kembali, yaitu kegiatan mengurangi penggunaan barang-barang sekali pakai dan menggantinya dengan barang yang dapat digunakan berulang, sehingga mengurangi jumlah sampah yang ditimbulkan.
- 3) *Recycle* atau daur ulang, yaitu kegiatan mengolah barang yang sudah tidak digunakan untuk dijadikan suatu barang yang baru, baik dengan fungsi yang sama maupun berbeda. Tidak semua sampah dapat didaur ulang, namun saat ini semakin banyak perkembangan untuk kegiatan daur ulang sehingga dapat memfasilitasi lebih banyak jenis sampah untuk didaur ulang.

- 4) *Replace* atau penggantian barang, yaitu kegiatan mengganti barang-barang yang digunakan dengan barang yang lebih tahan lama dan ramah lingkungan. Selain dari mengurangi jumlah sampah yang masuk, penggantian barang ini juga dapat mengurangi jumlah material yang digunakan untuk membuat suatu barang, sehingga tidak merusak lebih banyak sumber daya.

2.3.2 Pengembangan Menuju *Zero Waste*

Masyarakat saat ini sangatlah dinamis dan dipengaruhi oleh tingkat konsumsi yang tinggi dan menghasilkan jumlah sampah yang tinggi. Kebiasaan ini meskipun sulit diubah, dapat secara perlahan bergerak menjadi gaya hidup yang ramah lingkungan (*sustainable lifestyle*) jika pengembang mampu memahami kebiasaan/gaya hidup masyarakat di lokasi yang akan dikembangkan menjadi lokasi bebas sampah. Cara yang dapat dilakukan yaitu meningkatkan kesadaran akan pentingnya mengurangi jumlah sampah sehari-hari, sehingga kemudian bisa menjadi pemicu untuk masyarakat perlahan mengubah gaya hidupnya.

Tingginya volume sampah adalah hal yang menjadi perhatian saat akan mengembangkan *zero waste city*, sehingga saat perencanaannya harus mempertimbangkan neraca massa. Teknologi yang akan digunakan dalam pengolahan sampah harus berupa teknologi yang bisa diadaptasikan untuk pengurangan volume dan pemulihan material dari sampah (Zaman dan Lehmann, 2011a). Kebutuhan akan *zero waste* saat ini dipengaruhi oleh *hyper consumption level* atau tingkat konsumsi yang melebihi ketersediaan sumber daya. *Zero waste* dapat dijadikan sebagai salah satu solusi untuk permasalahan ini dengan adanya kegiatan daur ulang yang hasilnya dapat digunakan kembali sebagai bahan baku untuk pembuatan barang baru (Zaman dan Lehmann, 2011b).

Material yang dapat didaur ulang seperti kertas, kardus, kaca, logam, dan plastik dapat diolah di fasilitas-fasilitas yang melangsungkan program daur ulang. Hasil daur ulang ini dapat digunakan kembali sebagai material untuk membuat suatu barang baru. Adanya kegiatan daur ulang dan pengolahan terhadap sampah organik

dapat mengurangi jumlah sampah, sehingga sampah yang diangkut ke TPA hanya sampah residu (Connett, 2007).

2.4 Pengurangan Sampah Domestik Rumah Sakit

Hierarki pengelolaan sampah secara umum merupakan konsep 4R (*reduce, reuse, recycling, dan replace*). Pengelolaan sampah yang paling disarankan, jika dapat dilakukan, adalah untuk menghindari adanya sampah, sebisa mungkin dari sumber sehingga dapat mengurangi jumlah sampah yang masuk dalam sistem. Saran lainnya adalah untuk mengganti material suatu barang agar lebih tahan lama dan ramah lingkungan (*replace*). Sampah yang tidak dapat digunakan kembali atau didaur ulang kemudian diolah atau dibuang untuk menghindari risiko kesehatan dan pencemaran lingkungan. Pengurangan sampah paling baik diterapkan di sumber, namun pengelola fasilitas pelayanan kesehatan juga dapat mengatur pengurangan timbulan sampah melalui adaptasi dan pengaturan dalam kegiatan pengadaan. Contoh kegiatan yang mendukung pengurangan sampah di rumah sakit adalah substitusi barang/bahan menjadi bahan yang menghasilkan lebih sedikit sampah dan mengurangi jumlah barang yang tidak digunakan dalam kegiatan pelayanan maupun pengelolaan fasilitas (Chartier dkk., 2014).

Pengurangan sampah akan memberikan keuntungan bagi pelakunya, karena dengan adanya pengurangan atau penggantian bahan yang digunakan dapat meringankan biaya yang dikeluarkan baik untuk penyediaan barang maupun pengelolaan sampah, dan mengurangi risiko gangguan kesehatan dan pencemaran lingkungan.

2.5 Pengolahan Sampah Domestik

Pengolahan sampah adalah suatu upaya untuk mengurangi volume sampah atau mengubah sampah menjadi bentuk yang bermanfaat dengan cara diantaranya pembakaran, pengomposan, pemadatan, penghancuran, pengeringan, dan pendauran ulang. Pengolahan sampah dapat dilakukan di sumber, di tempat pembuangan sementara, ataupun di tempat pembuangan akhir (Tarmidi, 2004).

Tujuan dilakukannya pengolahan sampah adalah sebagai berikut:

- 1) Memanfaatkan kembali benda yang memiliki nilai ekonomi yang dibuang atau terbuang bersama sampah;
- 2) Mendapatkan sistem transportasi dan operasi *final disposal*/ pembuangan akhir yang lebih efisien dengan pengurangan volume dan berat sampah;
- 3) Memanfaatkan energi yang terdapat dalam sampah (Tarmidi, 2004).

Beberapa metode yang umum dilakukan untuk mengolah sampah diantaranya daur ulang atau *recycling*, pengurangan berat dan volume sampah, dan komposting (Tarmidi, 2004).

- 1) Daur ulang dan pemanfaatan kembali merupakan salah satu cara pengolahan sampah dengan memisahkan benda-benda yang memiliki nilai ekonomi seperti kertas, plastik, karet, kaca, dan lain-lain dari sampah, kemudian diolah sehingga dapat digunakan kembali baik dalam bentuk yang sama ataupun berbeda dengan bentuk semula. Kegiatan daur ulang dapat mengurangi volume dan berat sampah sebelum pengolahan lebih lanjut (Tarmidi, 2004). Kegiatan daur ulang termasuk dalam kegiatan yang ramah lingkungan dan dianggap dapat mengurangi jumlah sampah yang masuk ke tempat pemrosesan akhir. Sampah yang umum didaur ulang adalah kantong plastik, wadah/*container*, kaleng, dan kaca. Batasan dalam melakukan kegiatan daur ulang terletak pada biaya yang harus dikeluarkan saat pertama kali memulai kegiatan (Zurbrugg, 2003).
- 2) Pengurangan volume dan berat sampah dapat dilakukan salah satunya dengan cara pembakaran atau insinerasi, yaitu metode pengolahan sampah dengan proses oksidasi/pembakaran yang bertujuan untuk menstabilisasi dan mereduksi volume dan berat sampah. Hasil dari pembakaran berupa abu yang berat dan volumenya secara signifikan lebih kecil/rendah dengan sampah sebelum pengolahan.
- 3) Komposting yaitu salah satu cara pengolahan sampah organik dengan memanfaatkan aktivitas bakteri untuk mengubah sampah menjadi kompos. Proses penguraian sampah organik dapat berlangsung secara aerobik maupun anaerobik, tergantung pada ketersediaan oksigen untuk proses

tersebut. Metode aerobik lebih banyak digunakan untuk proses penguraian sampah perkotaan karena prosesnya berlangsung lebih cepat dan tidak menimbulkan bau dibandingkan dengan proses anaerobik. Sampah yang dapat dijadikan kompos adalah sampah dengan sifat organik/mudah terurai, sedangkan sampah yang tidak dapat dijadikan kompos dibuang ke TPA. Tahapan dalam proses komposting aerobik adalah sebagai berikut:

- a. Penyimpanan sampah meliputi penerimaan, pemisahan, dan penghancuran (pencacahan) untuk memperkecil ukuran sampah;
- b. Dekomposisi sampah meliputi pengadukan, pemberian oksigen, pengaturan temperatur dan kelembaban, serta penambahan nutrisi;
- c. Penyiapan produk dan pemasaran yang mencakup penggerusan kompos, pengepakan, penyimpanan, transportasi, dan pemasaran (Tarmidi, 2004).

2.6 Pengelolaan Sampah Makanan

Sampah makanan, menurut Okazaki (2008) adalah hasil samping atau sampah dari produksi, pemrosesan, distribusi, dan konsumsi makanan (Pirani dan Arafat, 2015). Menurut Parfitt (2010) sampah makanan adalah kehilangan makanan yang terjadi pada tahap konsumsi yang berhubungan dengan perilaku konsumen. Kehilangan makanan menurut Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) adalah perubahan pada ketersediaan, kelayakan konsumsi, kebajikan atau kualitas makanan yang menyebabkan makanan tersebut tidak dapat dikonsumsi oleh manusia (Giroto dkk., 2015).

Hierarki pengelolaan sampah makanan pada umumnya hampir serupa dengan hierarki pengelolaan sampah yang digambarkan sebagai piramida terbalik. Environmental Protection Agency (EPA) menyatakan hierarki pengelolaan sampah makanan secara berurutan dari yang paling direkomendasikan meliputi pengurangan di sumber, diberikan kepada yang membutuhkan, dijadikan pakan hewan, kegunaan industri, komposting, insinerasi, dan ditimbun di *landfill* (Giroto dkk., 2015).

Sampah kulit buah dapat dimanfaatkan sesuai karakteristiknya untuk diekstrak unturnya (zat bioaktif, antioksidan phenol, enzim, asam karboksilat, dll.), bahan baku untuk energi (bioetanol, biometan, biohidrogen, bio-oil, gasifikasi, dll.), dan kegunaan lain seperti biofertilizer dan bioadsorbent (Pathak dkk., 2017).

Sampah makanan yang tidak melalui pengolahan dapat menyebabkan bau di lingkungan dan menyebabkan permasalahan lingkungan karena adanya produksi gas metan dan *leachate* di *landfill* (Connett, 2007). Sampah organik yang masuk ke *landfill* mengalami penguraian yang lebih lama karena keadaan anaerobik di *landfill*. Penguraian yang terjadi tanpa oksigen ini menyebabkan produksi gas metan di *landfill*, berbeda dengan perlakuan komposting di rumah dalam keadaan aerob yang menghasilkan karbon dioksida. Gas metan memiliki bahaya yang jauh lebih tinggi dibandingkan karbon dioksida sebagai gas rumah kaca, yang diperkirakan sebesar 7%nya berasal dari sampah makanan yang dapat dicegah timbulannya (Zaman dan Lehmann, 2011a).

Pengomposan sampah makanan adalah salah satu metode yang dapat digunakan oleh rumah sakit untuk mengurangi jumlah sampah yang diangkut ke TPA, dengan manfaat jangka panjang sebagai berikut:

- 1) Mengurangi biaya untuk pembuangan sampah di *landfill* atau insinerator;
- 2) Menghindari pemakaian air berlebih karena adanya *food sludge* dari sisa makanan;
- 3) Meningkatkan penyerapan air, aerasi, dan nutrisi pada tanah, sehingga dapat mengurangi biaya untuk pembelian pupuk dan pestisida;
- 4) Kompos yang tidak digunakan di rumah sakit dapat dijual atau dibagikan dengan masyarakat di sekitar rumah sakit (Azmal dkk., 2014)

Metode lain yang dapat digunakan untuk mengurangi jumlah sampah organik, dalam hal ini sampah makanan dari rumah sakit adalah penggunaan *digester* untuk pengolahan sampah organik. Sampah makanan memiliki potensi produksi gas metan yang tinggi, dan cepat terurai sehingga dapat dijadikan bahan baku untuk proses *digesting* (Dearman dan Bentham, 2007). Proses yang digunakan adalah

anaerobic digestion yaitu dekomposisi zat organik yang mudah terurai dan berlangsung pada kondisi terkontrol, tidak ada oksigen, dan melibatkan mikroorganisme anaerob (Ricci dan Confalonieri, 2016). Hasil utama dari proses *digesting* ini adalah biogas yang dapat digunakan sebagai sumber energi, contohnya untuk kegiatan memasak, dan pupuk organik yang dapat digunakan langsung, ataupun dijual karena memiliki nilai ekonomis (Darwin, 2018).

Proses pembentukan biogas menggunakan *biodigester* adalah dengan menciptakan sistem kedap udara dengan bagian pokok yang terdiri atas tangki pencerna (*digester tank*), saluran masuk bahan baku (*input*), saluran lumpur hasil pencernaan (*slurry*), dan lubang penyaluran biogas yang terbentuk (Artiani dan Handayasari, 2017).

Menurut Vogeli dkk. (2014), dalam proses *anaerobic digestion* terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan, yaitu:

1) Temperatur

Temperatur ideal untuk pertumbuhan dan kinerja mikroorganisme anaerobik berada dalam kisaran 30-40° C untuk mikroorganisme mesofilik, dan kisaran 45-60° C untuk mikroorganisme termofilik. Proses digesti lebih stabil dalam temperatur mesofilik karena mikroorganisme mesofilik memiliki toleransi yang lebih besar terhadap perubahan kondisi lingkungan dan membutuhkan energi yang lebih sedikit, sedangkan pada temperatur termofilik reaksi biokimia terjadi lebih cepat dua kali lipat setiap kenaikan temperatur, sehingga proses degradasi berlangsung lebih cepat.

2) pH

Kondisi pH optimum untuk proses digesti yang stabil sehingga menghasilkan produksi biogas yang tinggi berada dalam kisaran 6,5-7,5. Mikroorganisme metanogen tidak dapat berkembang dan bekerja dengan baik pada kondisi asam, sehingga dapat dilakukan penambahan natrium bikarbonat, natrium hidroksida, ataupun kapur ke dalam digester untuk menaikkan nilai pH.

3) Rasio karbon-nitrogen (C/N)

Rasio C/N merupakan parameter yang digunakan untuk memperkirakan kebutuhan nutrisi dalam proses digesti anaerobik, juga digunakan untuk mengetahui indikasi konsentrasi amonia berlebih yang dapat menghambat kerja mikroorganisme anaerob. Rasio C/N yang optimum ada dalam kisaran 25-30. Rasio yang terlalu tinggi mengindikasikan konsumsi nitrogen yang sangat cepat oleh bakteri metanogen, sehingga produksi biogas dapat menurun karena kurangnya nutrisi. Rasio C/N yang rendah mengindikasikan akumulasi amonia yang dapat menyebabkan kenaikan nilai pH hingga 8,5 dan menyebabkan kondisi toksik/beracun bagi mikroorganisme. Rasio C/N optimum dapat dicapai dengan mencampur substrat seperti sampah organik yang memiliki rasio C/N tinggi dengan kotoran hewan yang memiliki rasio C/N rendah (Vogeli dkk., 2014).

4) Inokulasi dan *Start-up*

Inokulasi bakteri dilakukan untuk menumbuhkan bakteri dalam digester. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah mencampurkan kotoran sapi dan air dengan perbandingan 1:1 atau mengisi 10% volume aktif digester dengan kotoran sapi tanpa penambahan substrat yang akan diolah (Vogeli dkk., 2014). Gas yang terbentuk sebagai hasil proses *start up* adalah karbondioksida yang tidak mudah terbakar dan dapat diemisikan. Substrat yang akan diolah kemudian ditambahkan sedikit demi sedikit terhadap proporsi kotoran sapi agar bakteri dapat beradaptasi dengan perubahan kondisi lingkungan.

5) Laju beban organik (*organic loading rate*)

Laju beban organik merupakan nilai yang menyatakan banyak substrat yang dapat diumpakan ke digester dalam volume dan waktu tertentu (Vogeli dkk., 2014). Parameter ini penting dalam sistem kontinu karena beban berlebih dapat meningkatkan konsentrasi asam volatil yang menyebabkan kegagalan dalam proses.

6) Waktu detensi (*hydraulic retention time*)

Waktu detensi menyatakan lamanya waktu substrat tinggal dalam reaktor, yang ditentukan dengan cara membagi volume reaktor dengan laju aliran

substrat ke dalam digester. Waktu detensi yang ideal untuk proses *anaerobic digestion* adalah 15-30 hari (Ricci dan Confalonieri, 2016).

7) Sistem pengadukan

Pengadukan dalam digester berfungsi untuk mencampur substrat segar dengan substrat yang sudah terproses dalam digester sehingga terjadi kontak antara substrat dengan mikroorganisme. Fungsi lainnya adalah menghindari terbentuknya *scum* yang dapat menyebabkan sistem tersumbat dan kegagalan sistem. Alat pengaduk yang digunakan disesuaikan dengan jenis dan kandungan solid dalam digester.

8) Inhibitor

Proses digesi anaerobik dapat dihambat oleh keberadaan nitrogen amonia dalam konsentrasi tertentu. Konsentrasi nitrogen amonia di atas 1400 mg/L dapat menyebabkan kondisi toksik bagi mikroorganisme anaerob.

Dalam menggunakan biodigester, sampah organik yang dijadikan bahan baku harus terpisah dari sampah anorganik karena keberadaan sampah anorganik dapat menghambat proses dekomposisi yang terjadi dalam reaktor. Untuk menghindari adanya kandungan sampah anorganik dalam bahan baku digesting, maka dilakukan pemisahan antara sampah organik dan anorganik di sumber sampah (Dhakal dkk., 2015).

2.7 Metode Pengukuran

Timbulan sampah yang dihasilkan dari sebuah kota dapat diperoleh melalui pengukuran atau analisis yang dilakukan di lapangan, dengan metode sebagai berikut:

- 1) Mengukur langsung satuan timbulan sampah dari sejumlah sampel (rumah tangga dan non rumah tangga) yang ditentukan secara random-proporsional di sumber selama 8 hari berturut-turut (SNI 19-3964-1994 dan SNI M 36-1991-03);
- 2) *Load count analysis*, yaitu pengukuran jumlah sampah (berat dan/atau volume) yang masuk ke TPS, misalnya diangkut dengan gerobak, selama 8

hari berturut-turut. Jumlah dan jenis penghasil sampah yang dilayani oleh gerobak yang mengumpulkan sampah tersebut diketahui untuk memperoleh satuan timbulan sampah per ekivalensi penduduk;

- 3) *Weigh-volume analysis* yaitu mengukur jumlah sampah yang masuk ke fasilitas penerima sampah menggunakan jembatan timbang. Jumlah sampah harian kemudian digabung dengan perkiraan area pelayanan. Satuan timbulan sampah per ekuivalensi penduduk dapat diperoleh menggunakan data penduduk dan data sarana umum.
- 4) *Material balance analysis* yaitu analisa secara cermat aliran bahan masuk, aliran bahan yang hilang dalam sistem, dan aliran bahan yang menjadi sampah dari sebuah sistem yang ditentukan batasannya (Damanhuri dan Padi, 2010).

Metode yang umum digunakan untuk menurunkan kuantitas total sampah yang akan dikumpulkan dan diangkut ke TPA adalah sebagai berikut:

- 1) Rata-rata angkutan per hari dikalikan volume rata-rata pengangkutan dan dikonversi ke satuan berat dengan menggunakan densitas rata-rata hasil pengukuran;
- 2) Mengukur berat sampel dalam kendaraan angkut menggunakan jembatan timbang, kemudian rata-ratanya dikalikan jumlah total angkutan per hari;
- 3) Mengukur berat setiap angkutan di jembatan timbang TPA (Damanhuri dan Padi, 2010).