

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini terdiri atas 5 (lima) sub-bab yang menjelaskan tentang kajian teoritis dan tinjauan penelitian terdahulu yang terkait dan berhubungan dengan fokus penelitian. Sub-bab 1 menjelaskan tentang sampah, meliputi pengertian sampah/timbulan sampah, karakteristik/komposisi, pengelompokan dan sumber sampah. Sub-bab 2 menjelaskan tentang Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah, meliputi pengertian dan jenis-jenis TPA sampah serta gambaran singkat pengelolaan sampah di Indonesia, di negara-negara asia tenggara dan negara-negara berkembang lainnya, serta di negara-negara maju. Sub-bab 3 menjelaskan tentang potensi sampah, baik sampah an-organik sebagai bahan baku daur ulang, maupun sampah organik sebagai bahan baku pupuk kompos (pupuk organik), sampah lama (*compost landfill mining*) sebagai tanah penutup sampah, biogas, gas methana dan briket sampah. Selanjutnya sub-bab 4 memberikan gambaran dampak negatif keberadaan TPA sampah, baik terhadap lingkungan, kesehatan masyarakat, sosial, estetika maupun ekonomi masyarakat sekitarnya. Sedangkan sub-bab terakhir, yaitu sub-bab 5 menjelaskan tentang potensi pemanfaatan eks. TPA sampah, diantaranya berpotensi menjadi hutan kota/ruang terbuka hijau, taman bermain/rekreasi kota, dan penambangan sampah.

2.1 Sampah

2.1.1 Pengertian Sampah

Secara sederhana, istilah sampah dapat diartikan sebagai materi atau bahan yang sudah tidak dapat dipergunakan lagi dan dibuang. Materi atau bahan buangan tersebut berasal dari berbagai aktifitas manusia dalam rangka untuk memenuhi kebutuhan dan kesejahteraan hidup manusia itu sendiri. Oleh karena itu, sampah atau bahan buangan

tersebut semakin hari semakin bertambah seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan perubahan gaya hidup masyarakat dalam peradaban modern ini. Sebagian besar masyarakat masih memandang sampah sebagai bahan buangan yang tidak memiliki nilai ekonomi dan bahkan memerlukan biaya untuk membuang atau membersihkannya (Murtado & Sa'id, 1998).

Tchobanoglous and Kreith (2002) memberikan pengertian sampah sebagai bahan yang tersisa dan tidak dikehendaki dalam proses produksi atau hasil buangan dari manusia atau alam. Dewi (2011) juga memberikan pengertian yang sama bahwa sampah adalah material sisa yang tidak diinginkan setelah berakhirnya suatu proses. Sedangkan menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah disebutkan bahwa sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat (Pemerintah Republik Indonesia, 2008).

2.1.2 Pengertian Timbulan Sampah

Secara umum, pengertian timbulan sampah adalah sejumlah sampah yang dihasilkan oleh suatu kegiatan di suatu kawasan/wilayah tertentu pada waktu tertentu pula. SNI 19-2454-2002 memberikan definisi timbulan sampah sebagai banyaknya sampah yang timbul dari masyarakat dalam satuan volume maupun berat per kapita per hari (Badan Standardisasi Nasional, 2002). Damanhuri and Padmi (2010) memberikan definisi timbulan sampah sebagai banyaknya sampah dalam satuan berat, kilogram per orang per hari (kg/orang/hari) atau dalam satuan volume, liter per orang per hari (L/org/hari).

Besaran rata-rata timbulan sampah dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya jenis aktifitas penduduk, sistem pengelolaan sampah, teknologi

pengolahan sampah, musim, waktu, kepadatan penduduk, kebiasaan penduduk, tingkat sosial, tingkat ekonomi serta geografi (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1987). Besaran rata-rata timbulan sampah adalah sangat penting diketahui, baik untuk saat ini maupun masa yang akan datang. Hal ini karena besaran rata-rata timbulan sampah tersebut sangat menentukan dalam menyusun rencana pengelolaan persampahan di suatu wilayah, diantaranya dalam penentuan luas dan jenis TPA, pemilihan peralatan pengumpul dan pengangkutan serta pengadaan fasilitas daur ulang (Damanhuri & Padmi, 2010).

Damanhuri and Padmi (2010) memberikan angka timbulan rata-rata sampah kota di Indonesia sebesar 2 - 3 liter/orang/hari dengan densitas 200 - 300 kg/m³. SNI 19-3983-1995 memberikan angka timbulan sampah rata-rata untuk kota sedang sebesar 2,75 - 3,25 L/orang/hari atau 0,7 - 0,8 kg/orang/hari, sedangkan untuk kota kecil sebesar 2,5 - 2,75 L/orang/hari atau 0,625 - 0,7 kg/orang/hari (Badan Standardisasi Nasional, 1995).

2.1.3 Karakteristik dan Komposisi Sampah

Karakteristik secara sederhana dapat diartikan sebagai kekhasan sesuatu objek. Demikian juga karakteristik sampah, dapat dipahami sebagai kekhasan sampah yang berbeda-beda sesuai tempat/daerah asal sampah, sehingga mempunyai sifat dan jenis yang berbeda pula. Oleh karena itu, sampah di negara-negara yang sedang berkembang akan berbeda sifat, jenis dan susunannya dengan sampah kota di negara-negara maju.

Damanhuri and Padmi (2010) mengelompokkan karakteristik sampah berdasarkan sifat-sifatnya kedalam 2 (dua) kelompok, yaitu :

- a. Karakteristik Fisika, yaitu untuk menunjukkan besarnya nilai densitas, kadar air, kadar volatile, kadar abu, nilai kalor dan distribusi ukuran sampah.

- b. Karakteristik Kimia, yaitu untuk menunjukkan banyaknya keberadaan unsur-unsur C, N, O, P, H, S dan lainnya dalam sampah. Banyaknya unsur-unsur tersebut biasanya dinyatakan dalam persen berat (% b/b) sampah basah ataupun sampah kering.

Sebagaimana pentingnya data timbunan sampah, data karakteristik fisika dan kimia sampah suatu wilayah/kota juga sangat dibutuhkan. Hal tersebut sangat menentukan pemilihan teknologi pengelolaan sampah serta pengadaan fasilitas lainnya. Oleh karena itu data karakteristik sampah adalah keharusan untuk diperoleh, karena data tersebut dapat mempengaruhi besarnya biaya pengelolaan sampah secara keseluruhan (Franklin, 2002).

Eddine and Salah (2012) mengatakan bahwa komposisi dari sampah perkotaan sangat berhubungan erat dengan gaya hidup masyarakat dan pertumbuhan ekonomi. Dewi (2011) sebelumnya juga telah mengemukakan bahwa volume sampah memiliki nilai sebanding dengan tingkat konsumsi masyarakat sehari-hari. Tingkat konsumsi masyarakat pun terus berubah seiring perubahan ekonomi dan tingkat kesejahteraan masyarakat itu sendiri. Tingkat ekonomi dan kesejahteraan masyarakat pun berbeda-beda antara satu daerah dengan daerah lain, sehingga jumlah dan komposisi sampah yang dihasilkan antara satu daerah dengan daerah lain adalah berbeda. Oleh karena itu, letak geografis juga sangat menentukan volume dan komposisi sampah yang dihasilkan suatu daerah (McDougall et al., 2008).

Data jumlah dan komposisi sampah suatu daerah tidak dapat digunakan untuk merencanakan sistem pengelolaan sampah daerah lain. Data yang reliable dan terbaru tentang jumlah dan komposisi sampah suatu daerah adalah sangat diperlukan. Permasalahan semakin serius karena data yang diperlukan tersebut sangat sulit untuk

didapatkan. Jika data tersebut tersedia, namun pada umumnya bukan data komposisi sampah yang terbaru (Idris et al., 2004).

Pada umumnya sampah dari pemukiman di kota-kota besar di Indonesia mengandung 70 – 80 % sampah organik dan sisanya adalah sampah an-organik (Damanhuri & Padmi, 2010; Fehr, 2006). Berdasarkan Statistik Persampahan Indonesia Tahun 2008, komposisi sampah dapur memiliki persentase yang paling besar, yaitu mencapai 58% dari keseluruhan sampah yang dihasilkan masyarakat Indonesia. Rincian komposisi sampah tersebut dapat dilihat dalam Tabel 2-1 (Kementerian Negara Lingkungan Hidup, 2008).

Suprihatin (2008) juga melaporkan bahwa bagian sampah organik di Jabotabek juga sangat tinggi, yaitu mencapai 60 – 65%. Sementara sampah kertas mencapai 12% di Bekasi dan sampah plastik mencapai 11% di Jakarta. Komposisi masing-masing bagian sampah tersebut disajikan dalam Tabel 2-2.

Tabel 2-1 Persentase komposisi sampah di Indonesia

No.	Komponen Sampah	Persentase, %
1.	Sampah dapur	58
2.	Sampah plastik	14
3.	Sampah kertas	9
4.	Sampah kayu	4
5.	Sampah kaca	2
6.	Sampah karet/kulit	2
7.	Sampah kain	2
8.	Sampah logam/metal	2
9.	Sampah pasir	1
10.	Sampah lainnya	6
T o t a l		100

Tabel 2-2 Komposisi sampah di wilayah Jabotabek (dalam %)

No.	Komponen	Daerah			
		Jakarta	Bogor	Tangerang	Bekasi
A.	Bahan Organik	65	60	60	60
B.	Bahan An-organik	35	40	40	40
1.	Kertas	10,11	12,17	10,95	12,03
2.	Kayu	3,12	5,56	4,23	4,81
3.	Tekstil	2,45	1,9	5,97	4,54
4.	Karet / kulit	0,55	0,83	1,83	1,65
5.	Plastik	11,08	10,98	10,89	9,27
6.	Logam	1,9	1,65	2,42	2,46
7.	Gelas	1,63	1,95	2,95	1,38
8.	Lainnya	4,11	4,96	2,76	3,86

2.1.4 Pengelompokan Sampah

Hadiwiyoto (1983) mengelompokkan sampah berdasarkan jenisnya kedalam dua kelompok utama, yaitu :

- 1) Sampah organik, yaitu jenis sampah yang sebagian besar tersusun oleh senyawa kimia organik (seperti sampah sisa makanan, hewan ataupun kotoran) yang mempunyai sifat secara alami dapat atau mudah diuraikan oleh jasad hidup, khususnya mikroba.
- 2) Sampah an-organik, yaitu sampah yang tersusun oleh senyawa kimia an-organik (seperti sampah plastik, kaca, logam, dan sebagainya) yang mempunyai sifat secara alami sukar atau sangat sukar diuraikan oleh jasad hidup.

Sampah organik adalah sampah yang bahan-bahan penyusunnya berasal dari makhluk hidup (tumbuhan dan hewan) yang dihasilkan oleh alam atau oleh kegiatan manusia, seperti sampah pertanian, perikanan, peternakan, dan lain sebagainya. Oleh karena itu, sampah rumah tangga sebagian besar merupakan sampah organik dari sisa-

sisia makanan, seperti sampah sayur, kulit, daun, buah, daging, tepung, dan lain sebagainya. Jenis sampah ini dapat dengan mudah diuraikan oleh mikroorganisme pengurai secara alami. Jenis sampah ini semestinya tidak berakhir ke TPA sampah, karena berpotensi menjadi pupuk organik (pupuk kompos) untuk kebutuhan pupuk tanaman. Selain itu, jenis sampah ini jika terus dikumpulkan dalam wadah tertutup berpotensi menghasilkan gas metan yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar memasak skala rumah tangga.

Sampah an-organik adalah sampah yang bahan penyusunnya berasal dari sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui, seperti mineral dan minyak bumi. Material yang komponen-komponennya berasal dari bahan kimia an-organik adalah material yang tidak dapat terurai secara alami, atau jika dapat terurai akan membutuhkan waktu yang sangat lama, seperti material berbahan plastik. Material lainnya adalah berbahan logam yang akan terurai melalui proses oksidasi, yaitu proses korosi. Proses ini juga membutuhkan waktu yang sangat lama agar habis terurai. Oleh karena itu, sampah-sampah berbahan plastik, kaca, logam harus dipisahkan dari sampah organik mulai dari tingkat rumah tangga. Hal ini karena sampah jenis ini dapat didaur ulang agar tidak berakhir dan membebani TPA sampah.

Suriawiria (2003) mengelompokkan sampah berdasarkan sumbernya kedalam dua kelompok utama, yaitu :

- 1) Sampah domestik, yaitu sampah yang sehari-hari dihasilkan dari aktifitas manusia secara langsung, baik dari rumah tangga, pasar, sekolah, perkantoran, pertokoan, rumah sakit, dan lain sebagainya.

- 2) Sampah non-domestik (sampah dari aktifitas komersial), yaitu sampah yang sehari-hari dihasilkan dari aktifitas manusia secara tidak langsung, seperti sampah dari pabrik, pertanian, peternakan, kehutanan, transportasi, dan lain sebagainya.

2.1.5 Sumber Sampah

Dalam pasal 1 Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah disebutkan bahwa penghasil sampah adalah setiap orang dan/atau akibat proses alam yang menghasilkan timbulan sampah. Sumber sampah adalah asal timbulan sampah (Pemerintah Republik Indonesia, 2008). Dari kedua poin tersebut dapatlah disimpulkan bahwa setiap orang adalah penghasil sampah. Keberadaan setiap orang bisa di rumah (pemukiman), dilingkup kerja (kantor, pabrik, pertanian, peternakan, perikanan), atau dalam perjalanan dan sebagainya, baik perorangan maupun berkelompok/berbadan hukum adalah sumber penghasil sampah. Selanjutnya asal sampah tersebut dipertegas dalam pasal 2 ayat 1 bahwa sampah yang dikelola berdasarkan Undang-Undang ini terdiri atas :

- 1) Sampah rumah tangga;
- 2) Sampah sejenis sampah rumah tangga ; dan
- 3) Sampah spesifik.

Selanjutnya ayat 2 memperjelas maksud sampah rumah tangga dalam ayat 1 (a), yaitu sampah dari kegiatan sehari-hari dalam rumah tangga, dan tidak termasuk tinja dan sampah spesifik. Sedangkan ayat 3 memperjelas maksud sampah sejenis sampah rumah tangga dalam ayat 1 (b), yaitu sampah yang berasal dari kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas sosial, fasilitas umum, dan/atau fasilitas lainnya. Berikutnya ayat 4 menjelaskan maksud sampah spesifik pada ayat 1 (c), yaitu sampah spesifik meliputi sampah yang mengandung bahan berbahaya

dan beracun, sampah yang mengandung limbah bahan berbahaya dan beracun, sampah yang timbul akibat bencana, sampah puing bangunan, sampah yang secara teknologi belum dapat diolah, dan/atau sampah yang timbul secara tidak periodik. Selanjutnya ayat 5 menjelaskan bahwa sampah-sampah spesifik yang masuk dalam penjelasan ayat 4 tersebut akan diatur dengan peraturan menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang lingkungan hidup (Pemerintah Republik Indonesia, 2008).

Sesuai dengan Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008, Damanhuri and Padmi (2010) menjelaskan lebih lanjut tentang sumber sampah :

1) Sampah dari rumah tinggal (sampah domestik);

Kelompok sumber sampah ini umumnya menghasilkan sampah berupa sampah sisa makanan, kayu, daun, kertas/kardus, kain, plastik, kaca, logam, dan lain sebagainya.

Di negara maju, sampah domestik juga berupa sampah mebel, kasur, karpet, televisi, freezer, kipas angin, setrika, AC, dan lain sebagainya.

Pada sampah domestik juga dapat menghasilkan sampah bahan berbahaya dan beracun (B3), seperti baterai, lampu TL, sisa obat-obatan, sampah elektronik, dan lain sebagainya.

2) Sampah dari fasilitas umum seperti sampah dari sekolah, pasar, taman, tempat rekreasi, tempat parkir, jalan, saluran air, dan lain sebagainya.

Sampah dari sumber tersebut umumnya berupa plastik, bungkus makanan/minuman, daun/dahan kayu, pasir, lumpur, dan lain sebagainya.

3) Sampah dari kegiatan komersial, seperti sampah dari pasar, pusat perdagangan, pertokoan, hotel, dan lain sebagainya.

Jenis sampah yang dihasilkan diantaranya kertas, plastik, bungkus makanan/minuman, kayu kaca, logam dan juga sisa makanan.

Khusus dari pasar tradisional banyak menghasilkan sampah sayur, buah, makanan, dan sampah lainnya yang mudah membusuk. Secara umum, jenis-jenis sampah dari sumber ini hampir sama dengan sampah domestik, tetapi persen komposisinya yang berbeda.

- 4) Sampah dari perkantoran/institusi, meliputi sampah dari perkantoran, sekolah, rumah sakit, lembaga pemasyarakatan, dan lain sebagainya.

Jenis sampah yang dihasilkan adalah sama seperti jenis sampah dari daerah komersial non-pasar.

- 5) Sampah dari industri dan rumah sakit yang sejenis sampah domestik (sampah kota).

Secara umum, kegiatan harian di lingkup industri/pabrik dan rumah sakit tetap menghasilkan sampah sejenis sampah domestik, seperti sampah sisa makanan, kertas, plastik, bungkus makanan/minuman. Yang harus diperhatikan adalah sampah yang tidak sejenis sampah kota tersebut tidak masuk kedalam sistem pengelolaan sampah kota.

2.2 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah

2.2.1 Pengertian TPA Sampah

Peningkatan jumlah penduduk dan peningkatan pendapatan masyarakat berdampak terhadap perubahan gaya hidup dan pola konsumsi masyarakat, terutama masyarakat di perkotaan. Perubahan tersebut berdampak serius terhadap peningkatan jumlah sampah kota. Ketidaksiapan pemerintah daerah/kota mengelola sampah

berdampak pada menumpuknya sampah di tempat pembuangan sampah, dan telah menjadikan istilah TPA sampah sebagai Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah.

Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah menjelaskan Tempat Pemrosesan Akhir sebagai tempat untuk memproses dan mengembalikan sampah ke media lingkungan secara aman bagi manusia dan lingkungan. Istilah tersebut diulang lagi dalam pasal 44 ayat 1 dan 2, sebagai “tempat pemrosesan akhir sampah” (Pemerintah Republik Indonesia, 2008).

2.2.2 Jenis-jenis TPA Sampah

Widyatmoko and Moerdjoko (2002) menyebutkan istilah tempat pemrosesan akhir (TPA) sebagai *sanitary landfill*, yaitu sistem pembuangan sampah dengan cara dipadatkan dan ditutupi serta dilapisi tanah setiap hari. Sudrajat (2006) mengemukakan model pengelolaan sampah di Indonesia ada dua macam, yaitu urugan dan tumpukan. Model urugan adalah cara yang paling sederhana, yang mana sampah dibuang ke lembah atau cekungan tanpa memberikan perlakuan. Model ini dapat dilakukan jika volume sampah tidak terlalu besar, tidak ada pemukiman masyarakat di bawahnya, tidak menimbulkan polusi udara/air/tanah, longsor atau penurunan estetika lingkungan. Model tumpukan adalah model dengan memadatkan sampah yang terkumpul dengan alat berat, kemudian ditutupi dengan lapisan tanah yang juga dipadatkan. Model ini dilengkapi juga dengan unit saluran air buangan, pengolahan air buangan (air lindi) dan pembakaran gas methana.

Dalam pasal 44 Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah ada tersebut penutupan tempat pemrosesan akhir sampah yang menggunakan sistem pembuangan terbuka. Selanjutnya dalam pasal 22 Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis

Rumah Tangga disebutkan bahwa pemrosesan akhir sampah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 16 huruf e dilakukan dengan menggunakan: (a) metode lahan urug terkendali; (b) metode lahan urug saniter; dan/atau (c) teknologi ramah lingkungan. Metode-metode tersebut juga diulangi dalam 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. Metode-metode tersebut disebutkan dalam pasal 48 ayat (1) pengendalian vektor penyakit dilakukan dengan cara pemadatan dan penutupan sampah; (3) penutupan sampah dapat dilakukan dengan tanah dan/atau material lainnya yang dapat meloloskan air; (4) penutupan sampah sekurang-kurangnya dilakukan setiap tujuh hari untuk metode lahan urug terkendali dan setiap hari untuk metode lahan urug saniter (Kementerian Pekerjaan Umum, 2013; Pemerintah Republik Indonesia, 2008; Pemerintah Republik Indonesia, 2012).

Dari pemaparan para ahli, Undang Undang, Peraturan Pemerintah dan Peraturan Menteri, dapat disimpulkan bahwa jenis dan tingkatan tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah sebagai berikut :

- 1) Sistem pembuangan terbuka (*open dumping*);
- 2) Sistem pembuangan tertutup terkendali (*control landfill*);
- 3) Sistem pembuangan tertutup saniter (*sanitary landfill*); dan
- 4) Sistem dengan teknologi ramah lingkungan (diterapkan oleh negara-negara maju).

2.2.3 Gambaran Umum Permasalahan Pengelolaan Sampah (TPA Sampah) di Indonesia

Undang Undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah pasal 44 ayat 2 dengan tegas mewajibkan kepada pemerintah daerah untuk menutup setiap

tempat pemrosesan akhir sampah yang menggunakan sistem pembuangan terbuka (*open dumping*) paling lambat 5 tahun sejak undang-undang tersebut berlaku. Maknanya, mulai tahun 2014 tidak ada lagi tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah terbuka di Indonesia, namun tuntutan undang-undang tersebut tidak mudah dipatuhi oleh pemerintah daerah (Pemerintah Republik Indonesia, 2008; Sidik, 2011).

Kenyataan tersebut selaras dengan data Executive Summary Kajian Kebijakan *Sanitary Landfill* 2013 Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia disebutkan bahwa aspek teknis, kualitas SDM dan pembiayaan adalah kendala utama dalam penerapan TPA *sanitary landfill* (Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian, 2013). Sampai tahun 2015, kendala tersebut masih menjadi masalah serius, yang mana secara nasional masih terdapat 57% TPA beroperasi dengan sistem *open dumping* (Sekretariat Adipura KLHK, 2015).

Sebelumnya juga telah dilaporkan bahwa aspek teknis, biaya dan kualitas SDM merupakan kendala serius dalam pengelolaan sampah, terutama di daerah seperti kurangnya data akurat mengenai sampah, kurangnya fasilitas di TPA sampah, kurangnya upaya pengomposan dan daur ulang sampah (Amurwaraharja, 2003; Chaerul et al., 2007; Jain et al., 2005; Kardono, 2007; Scheinberg, 2010; Surjandari et al., 2009). Kendala tersebut semakin serius oleh sikap dan tindakan masyarakat terhadap sampah. Walaupun persepsi dan pengetahuan masyarakat kota mengenai sampah semakin positif, namun hal itu tidak serta merta merubah paradigma, pola pikir dan perilaku masyarakat dalam minimisasi sampah secara signifikan, dan TPA sampah masih tetap sebagai solusi akhir tempat pembuangan sampah, yang selanjutnya merupakan kendala serius bagi pemerintah daerah (Akhtar & Soetjipto, 2014; Fehr, 2006; Mahyudin, 2014).

Selanjutnya permasalahan sampah di perkotaan semakin rumit dengan tingginya laju urbanisasi, yang secara langsung mempengaruhi jumlah sampah yang dihasilkan. Dampak serius dari meningkatnya jumlah sampah adalah masa layan TPA sampah yang singkat. Kementerian Negara Lingkungan Hidup juga memberikan indikasi kuat tentang masih buruknya pengelolaan sampah di sebagian besar daerah di Indonesia, yang memperkirakan hanya sekitar 18% TPA sampah yang masih dapat digunakan sampai lebih dari tahun 2021 (Kementerian Negara Lingkungan Hidup, 2008).

2.2.4 Gambaran Singkat Pengelolaan Sampah (TPA Sampah) di Beberapa Kota di Indonesia

Pengelolaan sampah di kota-kota besar di Indonesia pada umumnya sudah menuju sistem *sanitary landfill*, namun terkadang terkendala dengan kebutuhan tanah penutup yang harganya sangat mahal. Kendala tersebut sangat serius terutama di TPA-TPA yang berada di sekitar DKI Jakarta, seperti TPA DKI Jakarta, TPA kota Bekasi, TPA Kabupaten Bekasi yang terpaksa menggunakan penutup berbahan plastik yang lebih murah dan mudah diperoleh.

Chaerul (2007) menambahkan bahwa salah satu penyebab dari semakin bertambahnya sampah adalah kurangnya upaya pengomposan, baik upaya sosialisasi dari pemerintah maupun kesadaran masyarakat itu sendiri selaku sumber timbulan sampah. Berikut ini disajikan gambaran singkat tentang pengelolaan sampah (TPA sampah) di beberapa kota di Indonesia :

1) TPA Sampah Bantar Gebang DKI Jakarta

TPA Sampah Bantar Gebang milik DKI Jakarta adalah salah satu TPA sampah yang telah menerapkan *sanitary landfill*, namun masih terkendala dengan ketersediaan dan mahalnya tanah penutup sampah. TPA sampah DKI Jakarta ini

sudah dilengkapi dengan instalasi Pengelolaan Air Sampah (IPAS) dan sistem saluran air di sekeliling tumpukan sampah. Pengelolaan IPAS dan kebersihan saluran air selalu dikontrol dengan baik untuk menghindari protes masyarakat sekitar terhadap bau dan berkembangnya bibit penyakit yang dapat mengganggu kesehatan kulit dan paru-paru masyarakat sekitar.

Permasalahan utama sampah DKI adalah volume sampah yang sudah tidak mampu ditampung lagi oleh areal yang ada. Pembebasan lahan sekelilingnya juga sudah tidak memungkinkan, karena areal sekelilingnya adalah perumahan penduduk dan areal komersil lainnya. Aprilia (2012) dan Trisyanti (2004) sepakat bahwa peningkatan jumlah sampah yang tidak terkendali tersebut adalah akibat rendahnya tingkat pengomposan dibandingkan dengan jumlah sampah organik yang dihasilkan masyarakat kota DKI Jakarta. Scheinberg (2010) berpendapat bahwa pengelolaan sampah akan gagal ketika jumlah sampah sudah sangat banyak dan tidak didaur ulang.

2) TPA Sampah Sukolilo Surabaya

Fasilitas di TPA sampah Sukolilo Surabaya juga dilengkapi dengan Instalasi Pengolahan Air Sampah (IPAS) dan sistem saluran air di sekeliling tumpukan sampah. TPA Sampah Sukolilo Surabaya memiliki insinerator pembakar sampah yang didatangkan dari Inggris. Insinerator tersebut didatangkan untuk memecahkan masalah polusi bau yang diprotes masyarakat yang bertempat tinggal di sekitar TPA. Sayangnya, spesifikasi insinerator tersebut tidak sesuai dengan karakteristik sampah Indonesia yang mengandung air sampai 80%, sehingga memerlukan biaya dan energi yang tinggi untuk menguapkan air. Pengoperasian insinerator tersebut sangat tidak efektif, karena menghasilkan

polusi asap, debu dan partikulat hasil pembakaran yang sangat banyak. Solusi akhir adalah penutupan TPA sampah Sukolilo dan pembangunan TPA sampah Benowo yang terintegrasi dan modern.

3) TPA Sampah Supit Urang Malang

Kota Malang juga merupakan salah satu kota strategis, industri, pendidikan, pariwisata dan pusat pembelanjaan. Hal tersebut berdampak terhadap peningkatan sampah kota dan berakhir di TPA sampah Supit Urang. Berdasarkan data dari Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Malang, pada tahun 2012 terdapat 84.260 ton sampah yang dikelola TPA sampah Supit Urang.

Komposisi utama sampah di TPA sampah Supit urang juga didominasi oleh sampah organik. TPA sampah Supit Urang juga telah mengelola dan menyalurkan gas methana sebagai bahan bakar untuk masak memasak kepada rumah-rumah penduduk sekitarnya. Penyaluran tersebut masih sangat kecil dibandingkan potensi yang ada.

4) TPA Sampah Gunung Galuga Bogor.

Sistem pengelolaan sampah di TPA sampah gunung galuga Bogor juga menggunakan sistem tumpukan. Tingginya curah hujan di kota Bogor dan sekitarnya, membuat sampah-sampah memerlukan waktu lama untuk proses pembusukannya.

Penggunaan insinerator yang didatangkan dari perancis mengalami hal yang sama seperti insinerator yang dioperasikan di TPA sampah Sukolilo Surabaya, yaitu tidak efektif dengan polusi asap dan partikel-partikel partikulat yang dihasilkan dari proses pembakaran.

5) TPA Sampah Solo

Sistem pengelolaan sampah di kota solo juga dengan sistem tumpukan, dengan sapi-sapi yang dengan sengaja dilepas, makan dan berkembangbiak di lokasi TPA sampah. Kualitas kompos pun menjadi semakin baik dari adanya kotoran sapi yang mengalami proses dekomposisi secara alami. Kompos yang sudah matang dapat diambil gratis oleh masyarakat, sehingga output sampah yang keluar juga tinggi. Kebijakan tersebut memberi dampak positif terhadap umur layan TPA sampah.

2.2.5 Gambaran Singkat Pengelolaan Sampah (TPA Sampah) di Negara-negara Berkembang

Permasalahan pengelolaan sampah/TPA sampah kota di negara-negara sedang berkembang pada umumnya adalah sama dengan di Indonesia. Urbanisasi dan perubahan gaya hidup kota metropolitan adalah masalah utama peningkatan jumlah sampah kota. Berikut gambaran singkat pengelolaan sampah kota di beberapa negara sedang berkembang :

1) Pengelolaan sampah kota Bangkok

Praktek memilah sampah pada tingkat rumah tangga yang selanjutnya dijual kepada pedagang asongan juga dilakukan oleh sebagian masyarakat Thailand, namun jumlah pemilahan tersebut tidak sebanding dengan jumlah penduduk kota Bangkok sebagai kota metropolitan. Peningkatan jumlah sampah juga menjadi masalah utama kota, sehingga TPA sampah juga sudah tidak mampu menampung sampah kota. Walaupun TPA sampah kota Bangkok sudah dilengkapi dengan fasilitas pembakaran sampah (insinerator) dan kompos, namun sebagian besar

TPA sampah di kota-kota lain di Thailand masih mempraktekkan pengelolaan sampah sistem terbuka (*open dumping*).

Sistem pengelolaan sampah kota di Thailand pada umumnya sama seperti di Indonesia, yaitu sistem langsung yang dikumpulkan oleh petugas distrik dari keranjang/tong sampah rumah-rumah, apartemen dan kawasan pemukiman lainnya. Dengan menggunakan truk pengumpul, sampah-sampah tersebut dibawa ke TPA sampah. Demikian juga sampah-sampah dari fasilitas umum, pemerintah menyediakan kontainer, kemudian dibawa ke TPA sampah.

2) Pengelolaan sampah di China

Sebagaimana negara asia lainnya, praktek memilah sampah dan menjual lagi ke pedagang asongan juga dilakukan di sebagian besar masyarakat China. Kegiatan daur ulang sampah padat tersebut masih relative kecil dibandingkan dengan penduduk China yang terbanyak di dunia. Jumlah penduduk tersebut telah berdampak nyata terhadap jumlah sampah kota yang sangat banyak, menyebabkan pengelolaan sampah menjadi permasalahan yang sangat serius bagi pemerintah China. Keterbatasan dana adalah faktor utama untuk membangun sistem landfill modern. Pada umumnya, sistem *open dumping* juga merupakan praktek sebagian besar sistem pengelolaan sampah di China.

3) Pengelolaan sampah di kota Curitiba, Parana, Brasil

Sebagaimana kota-kota pada umumnya, pertumbuhan ekonomi menyebabkan peningkatan penduduk kota. Faktor pertumbuhan ekonomi dan peningkatan jumlah penduduk telah menjadi andil besar terhadap pertambahan sampah kota. Demikian juga sampah kota di kota Curitiba yang merupakan ibukota Parana dari salah satu negara bagian Brasil.

Pemerintah kota Curitiba melakukan suatu terobosan luar biasa dalam memotivasi masyarakat kota agar bersedia memilah sampah, yaitu pemerintah kota mengantikan sampah yang telah dipilah masyarakat dari perumahan kumuh dengan karcis bus umum atau makanan. Lebih dari 52% masyarakat terlibat dalam program tersebut.

Program pemilahan sampah organik dan sampah anorganik juga diterapkan pada masyarakat kota melalui program *Garbage is not garbage*. Lebih dari 70% masyarakat kota terlibat dan mampu mendaur-ulang lebih dari 100 ton sampah perhari. Program tersebut juga memberikan hasil positif lainnya, yaitu menciptakan lapangan kerja bagi sebagian masyarakat kota.

2.2.6 Gambaran Singkat Pengelolaan Sampah (TPA Sampah) di Negara-negara Maju

Komposisi sampah di negara-negara maju berbanding terbalik dengan negara-negara sedang berkembang atau negara-negara terbelakang, yang mana komposisi sampah anorganik mencapai 70% (Fehr, 2006). Hal ini disebabkan oleh pemahaman masyarakat yang sangat baik terhadap isu emisi gas rumah kaca yang menyebabkan pemanasan global. Emisi gas rumah kaca tersebut diyakini dipicu oleh emisi gas metana akibat dekomposisi senyawa-senyawa organik dari *landfill*. Oleh karena itu, negara-negara maju di Eropa membatasi ketat jumlah maksimum sampah organik yang boleh masuk ke *landfill* hanya 5%. Berikut gambaran singkat sistem pengelolaan sampah di beberapa negara maju, diantaranya :

1) Pengelolaan sampah di Jerman

Jerman telah melakukan terobosan yang sangat baik dalam hal memotivasi masyarakat dalam pengurangan jumlah sampah dengan iuran pengelolaan sampah

sesuai jumlah sampah yang dibuang. Setiap tong sampah dilengkapi dengan chip yang diletakkan pada bagian bawah tong. Chip berfungsi sebagai sensor yang mencatat ayunan tong sampah saat dituang dan saat diturunkan. Chip bekerja berdasarkan selisih berat (gaya sentrifugal) dari kedua kejadian tersebut dan mencatatnya sebagai berat sampah yang dibuang kedalam truk. Chip mengirim sinyal yang terhubung ke komputer kecil di kabin truk. Data tersebut kemudian diserahkan supir truk kepada petugas administrasi. Selanjutnya data tersebut dapat dilihat online kapanpun oleh masing-masing kepala rumah tangga dan membayar iuran pengelolaan sampah sesuai jumlah sampah yang terakumulasi.

Pemilahan sampah di Jerman secara umum dibedakan atas tiga jenis, yaitu sampah organik, der Grvne Punkte, dan sampah sisa. Selain jenis tersebut, pemerintah juga menyediakan tempat pemisahan sampah jenis lain, seperti sampah baju bekas, sepatu bekas, botol, gelas, kertas serta karton/kardus. Jenis sampah der Grvne Punkte dan jenis sampah yang terakhir tersebut adalah sampah-sampah yang tidak dipungut iuran, menjadikan masyarakat termotivasi untuk membuang sampah di tempat yang telah disediakan.

Jenis sampah der Grvne Punkte tidak dipungut iuran karena sampah tersebut merupakan sampah hasil industri yang telah dipungut iurannya oleh pemerintah melalui pajak produksi. Hal tersebut berdampak terhadap nilai jual produk dan dibeli oleh konsumen/masyarakat. Iuran terhadap sampah jenis tersebut juga dibayar oleh masyarakat itu sendiri.

Semua produk hasil industri, seperti pembungkus, wadah, dan sebagainya, harus bersimbol der Grvne Punkte, yang tidak hanya telah membayar pajak produksi, namun juga harus bisa didaur ulang.

Proses pemilahan sampah dilakukan oleh perusahaan swasta yang bergerak dibidang pengelolaan lingkungan. Hasil pemilahan dijual ke perusahaan daur ulang sebagai bagian dari pendapatan perusahaan. Pendapatan perusahaan lainnya adalah insentif dari institusi lingkungan hidup sesuai jumlah sampah yang diolah/dipilah. Secara keseluruhan, terdapat sekitar 20 – 50% sampah jenis der Grvne Punkte dapat didaur ulang dan sisanya berakhir ke tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah.

Dampak nyata dari sistem pengelolaan sampah di Jerman adalah terjadinya pengurangan sampah di tingkat sumber sampah yang sangat tinggi, yang akhirnya dapat meringankan permasalahan timbulan sampah serta dampaknya terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat dengan sangat baik.

2) Pengelolaan sampah di kota Toronto Canada

Toronto adalah salah satu kota metropolitan yang telah memberikan perhatian yang sangat baik terhadap lingkungan dan sampah. Sampah kota Toronto sebagian besar berasal dari sampah industri, komersial, perkantoran dan sisanya dari rumah tangga.

Dengan dibatasi ketat oleh peraturan yang tidak memperbolehkan pembakaran sampah (insinerator) dan dengan sangat terbatasnya lahan landfill, pemerintah kota Toronto membuat kebijakan tentang sampah dengan program blue box. Program ini merupakan bagian dari program daur ulang sampah, yang mana pemerintah menyediakan tempat sampah biru sebagai tempat pembuangan koran, kertas, kaleng, botol, kaca dan sampah anorganik lainnya yang bisa didaur ulang. Program tersebut bertujuan untuk mengurangi sampah sebanyak 50% dari total sampah kota yang dihasilkan. Program tersebut membawa kesuksesan dengan

sekitar 80% masyarakat kota Toronto ikut berpartisipasi membantu meringankan beban pemerintah tentang sampah kota tersebut.

3) Pengelolaan Sampah di kota Canberra Australia

Canberra adalah ibukota negara Australia. Sebagaimana kota-kota metropolitan lainnya, Canberra juga pernah menghadapi permasalahan sampah yang serius, akan tetapi pemerintah kota dan masyarakatnya sangat dini mempertimbangkan dampak negatif dari sampah.

Salah satu upaya pemerintah adalah memberikan pendidikan kepada masyarakat tentang lingkungan yang berkaitan dengan semakin berkurangnya ketersediaan sumber daya alam. Upaya pemerintah tersebut memberikan hasil yang sangat baik, yang mana pada rentang tahun 1993/1994 sampai tahun 1995 terjadi pengurangan sampah sampai sekitar 39%.

Pencapaian tersebut adalah karena masyarakatnya secara sukarela melibatkan diri dan juga didukung dengan fasilitas yang disediakan pemerintah kota, berupa kontainer terpisah untuk sampah berbahan kertas, botol, plastik, logam, pakaian bekas dan pengomposan (sampah organik).

4) Pengelolaan sampah di Jepang

Sama halnya seperti negara-negara maju di eropa, negara Jepang sangat membatasi material yang masuk TPA sampah (landfill), dan bahkan hanya abu insenerasi saja yang boleh. Hal ini karena lahan TPA sampah mereka hanya tersisa sedikit dengan masa pemakaian hanya sampai 10 tahun kedepan. Sedangkan sampah plastik, pembungkus makanan/minuman serta sampah industri lainnya yang berbahan plastik semakin hari semakin banyak. Kecemasan masyarakat terhadap sampah semakin serius ketika melihat sampah plastik tidak terurai dalam

waktu yang singkat. Kesadaran masyarakat Jepang bangkit dengan keinginan kuat untuk tidak ingin hidup berdampingan dengan sampah yang tidak mampu ditampung di TPA lagi.

Pemerintah Jepang pun merespon kecemasan masyarakat tersebut dengan mengeluarkan undang-undang tentang pengelolaan persampahan yang diperjelas dengan tanggungjawab masing-masing, yang terdiri dari tanggungjawab pemerintah pusat, tanggungjawab pemerintah daerah, tanggungjawab perusahaan produksi dan tanggungjawab konsumen.

Para konsumen bertanggungjawab memilah sampah masing-masing berdasarkan sampah basah dan sampah kering. Sampah kering harus dipisahkan lagi berdasarkan kelompok sampah botol gelas dan sampah plastik, kelompok sampah berbahan logam/kaleng/aluminium, dan kelompok sampah berbahan kertas. Masyarakat Jepang bukan saja dengan sukarela memilah sampah, akan tetapi juga dengan sukarela dan mandiri menyediakan tempat penampungan sampah sesuai jenis sampahnya. Selanjutnya dengan kesadaran dan tanggungjawab, masyarakat secara mandiri mengantarkan sampah-sampah yang telah penuh tersebut ketempat penampungan sampah milik pemerintah.

Sampah-sampah yang sudah terkumpul dan terpilah sesuai jenisnya tersebut kemudian dipakai untuk membuat produk-produk lain yang sesuai. Proses daur ulang sampah dilakukan secara besar-besaran dengan melibatkan seluruh masyarakat, perusahaan daur ulang, pemerintah daerah dengan fasilitas yang disediakan serta pemerintah pusat dengan undang-undang tahun 1997 tentang pengumpulan sampah terpilah dan daur ulang kaleng dan kemasan.

2.3 Potensi Sampah

Undang Undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah Pasal 4 menyebutkan bahwa salah satu tujuan pengelolaan sampah adalah menjadikan sampah sebagai sumber daya. Oleh karena itu, langkah awal implementasi pengelolaan sampah dapat dimulai dengan membentuk pola pikir dan pandangan bahwa pengelolaan sampah harus berubah dengan memperkenalkan sampah lebih dianggap sebagai sumber daya dari pada tanggungjawab (Hettiaratchi, 2007; Pemerintah Republik Indonesia, 2008).

Selanjutnya Pasal 6 menyebutkan bahwa pemerintah dan pemerintah daerah berkewajiban untuk melakukan penelitian, pengembangan teknologi pengurangan dan penanganan sampah; memfasilitasi, mengembangkan dan melaksanakan upaya pengurangan, penanganan dan pemanfaatan sampah; serta mendorong dan memfasilitasi pengembangan manfaat hasil pengolahan sampah. Selanjutnya dalam pasal 22 butir e disebutkan bahwa pemrosesan akhir sampah dalam bentuk pengembalian sampah dan/atau residu hasil pengolahan sebelumnya ke media lingkungan secara aman (Pemerintah Republik Indonesia, 2008).

Undang Undang Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup sangat menekankan pembangunan yang berkelanjutan. Pasal 1 Ayat 3 menyebutkan bahwa pembangunan berkelanjutan adalah upaya sadar dan terencana yang memadukan aspek lingkungan hidup, sosial dan ekonomi ke dalam strategi pembangunan untuk menjamin keutuhan lingkungan hidup serta keselamatan, kemampuan, kesejahteraan, dan mutu hidup generasi masa kini dan generasi masa depan (Pemerintah Republik Indonesia, 2009).

Ketiga aspek tersebut juga diterapkan dalam pengelolaan sampah. Artinya, kegiatan pengelolaan sampah harus tetap menjamin keutuhan lingkungan hidup dan daya dukung lingkungan. Kegiatan pengelolaan sampah juga harus memberikan keuntungan dan manfaat ekonomi bagi masyarakat dan daerah. Oleh karena itu, dalam kegiatan pengelolaan sampah juga harus memperhatikan aspek sosial budaya masyarakat setempat agar keterlibatan, partisipasi dan pemberdayaan masyarakat dapat dicapai sepenuhnya, sehingga kegiatan pengelolaan sampah 3R (Reduce, Reuse dan Recycle) dapat dimulai bukan saja dari tingkat individu dan rumah tangga bahkan harus dapat dilakukan dalam lingkup komunal atau kawasan.

Sucipto (2012) mengemukakan bahwa proses daur ulang dalam sistem pengolahan sampah terpadu dipengaruhi oleh enam aspek, yaitu aspek teknologi, aspek partisipasi masyarakat (aspek sosial), aspek ekonomi dan finansial, aspek hukum dan peraturan, aspek organisasi dan manajemen serta aspek operasional. BPPT (2007) sebelumnya telah memberikan arahan bahwa ada 3 asumsi dasar yang harus dilakukan untuk pengelolaan sampah yang berkelanjutan, yaitu :

- i) Pemilahan sampah, sehingga bisa dijadikan kompos atau didaur ulang dengan menerapkan konsep 4R (Reduce, Reuse, Recycle dan Replace).
- ii) Peran industri untuk mendesain ulang produk yang dihasilkan agar lebih mudah untuk didaur ulang kembali.
- iii) Program-program pengelolaan persampahan kota harus disesuaikan dengan kondisi fisik, ekonomi, hukum dan budaya setempat untuk mencapai keberhasilan.

Komposisi sampah padat di Indonesia secara umum mengandung 70% sampah organik, seperti sisa makanan, sayuran, dedaunan, dan lain sebagainya, dan sisanya

sebagai sampah non-organik, seperti plastik, kaca, keramik, logam, baterai, dan lain sebagainya. Sampah-sampah tersebut berpotensi untuk digunakan ulang ataupun didaur ulang menjadi produk baru atau produk lainnya. Hal tersebut karena sebagian besar sampah-sampah tersebut masih memiliki nilai ekonomi dan juga nilai kalor sebagai sumber energi. Oleh karena itu, peran masyarakat, pekerja informal dan pemerintah sangat menentukan proses pemilahan sampah sesuai nilai ekonomi dan nilai kalornya.

Leverenz and Kreith (2002) telah mengklasifikasi beberapa material yang berpotensi didaur ulang serta produk turunannya, disajikan dalam Tabel 2-3.

Tabel 2-3 Klasifikasi material yang dapat didaur ulang dan produk turunannya

No.	Material	Produk
1.	Kaca	Wadah baru, filtrasi air, semburan pasir, aspal, insulasi
2.	Plastik	
	- HDPE	Wadah kemasan (tidak untuk kemasan makanan), pelapis
	- PET	Karpet, tekstil, botol, pakaian
	- Plastik lain	Tas, lumber
3.	Aluminium	Kemasan minuman
4.	Ban	Material pengisi, dicampur dengan aspal
5.	Logam ferrous	Produk-produk besi
6.	Sampah dapur	Kompos, pupuk
7.	Kayu	Papan fiber, kertas, pupuk
8.	Kertas	Kertas baru, insulasi, pupuk, kertas dinding, material pengisi, kemasan, campuran kemasan
9.	Sampah minyak	Olahan minyak motor
10.	Kain	Benang, kertas, industri pakaian
11.	Baterai	Reklamasi silver oxide, oksida merkuri, nikel-kadmium

2.3.1 Sampah An-organik Sebagai Bahan Baku Daur Ulang

Bahar (1986) mengatakan bahwa recycling adalah model pengelolaan sampah dengan memungut kembali barang-barang sisa yang masih bisa dimanfaatkan. Kegiatan memungut kembali tersebut secara inisiatif banyak dilakukan oleh perorangan/pemulung. Hal ini karena sektor formal tidak dapat memenuhi pelayanan jasa pengumpulan dan daur ulang sehingga perlu dikembangkan strategi untuk

mengintegrasikan sektor informal pada sistem pengelolaan sampah. Ojeda-Benitez (2002) mengemukakan bahwa ciri-ciri utama dari daur ulang dan pemilahan sampah adalah adanya partisipasi dari sektor informal, salah satunya adalah pemulung.

Pemulung adalah orang yang memperlakukan sampah sebagai sesuatu yang bernilai, sumber yang mana bahan bernilai tinggi dapat diperoleh (W Hogland & Marques, 2000). Tujuan utama dari aktifitas pemulung adalah mengumpulkan material sampah dari sampah yang tercampur. Jenis dan kualitas material yang dikumpulkan memiliki dampak yang tinggi terhadap nilai jual material sampah tersebut.

Leverenz and Kreith (2002) selanjutnya menjelaskan beberapa jenis sampah yang sering dipungut oleh pemulung diantaranya :

i) Kertas

Kertas termasuk material daur ulang dan dapat dijual, diantaranya majalah, kertas kantor, kardus, dan lain sebagainya. Harga kertas berfluktuasi dan sangat tergantung dari permintaan pasar domestik ataupun pasar luar negeri.

ii) Plastik

Plastik dapat dipisahkan menurut tingkatan dan warna. Tingkatan plastik yang paling banyak diminati pasar untuk didaur ulang adalah plastik berjenis high-density polyethylene (HDPE) dan polyethylene terephthalate (PET).

iii) Logam

Jenis logam yang dipilah untuk recovery adalah logam ferrous, diantaranya besi, baja dan timah. Sedangkan logam non-ferrous yang juga dipilah untuk recovery diantaranya aluminium, tembaga dan kuningan.

Baja dapat diperoleh kembali dari berbagai sumber, seperti dari mobil, kran, dan lain sebagainya. Baja bekas tersebut juga dapat dijual untuk dibuat kembali menjadi barang yang sama.

iv) Kaca

Kaca yang didaur ulang dapat dipilah menurut warna, yaitu bening, abu-abu dan hijau. Kaca yang telah dipilah tersebut harus dibersihkan dari kertas, label dan penutup logam.

2.3.2 Sampah Organik Sebagai Bahan Baku Kompos (Pupuk Organik)

Sampah organik dapat diproses untuk menghasilkan biogas, pupuk organik cair, pupuk organik padat (kompos) dan briket. Proses tersebut dapat memperlihatkan tingkat pengurangan sampah dan pencegahan pencemaran lingkungan yang sangat signifikan dalam proses pengolahan sampah.

Pengomposan adalah proses fermentasi atau dekomposisi material organik yang melibatkan unsur oksigen. Selanjutnya material organik tersebut akan terurai menjadi gas karbondioksida dan molekul air. Reaksi kimia yang terjadi adalah :



Kompos dihasilkan dari proses fermentasi sampah organik menjadi komponen yang lebih sederhana, stabil dan menyerupai humus. Proses degradasi dan dekomposisi tersebut dilakukan oleh bakteri, fungi dan mikroorganisme. Pada kondisi optimum, proses pengomposan dapat mereduksi volume sampah mencapai 50 – 70 % (Hadisumarno, 1992).

Proses fermentasi tersebut dapat berlangsung dengan adanya oksigen, disebut proses aerobik, dan juga dapat berlangsung dengan tanpa adanya oksigen, disebut proses an-aerobik atau juga dapat berlangsung dengan atau tanpa oksigen, disebut

proses berlangsung secara fakultatif. Proses fermentasi sampah menghasilkan kompos disebut pengomposan (Sudrajat, 2006).

Prinsip dasar pengomposan adalah menurunkan nilai perbandingan unsur karbon dan nitrogen (rasio C/N) dari sampah organik hingga mendekati nilai rasio C/N tanah, yaitu kurang dari 15. Oleh karena itu, salah satu ciri fisik kompos yang baik adalah kompos yang memiliki tekstur dan bau seperti tanah. Kompos dapat meningkatkan kandungan bahan organik dan nutrisi tanah. Selain itu kompos juga dapat memperbaiki tekstur dan kemampuan untuk mempertahankan kelembaban tanah. Kompos dapat digunakan dengan baik sebagai pupuk untuk pertamanan, pembibitan, pertanian, ataupun untuk pengkondisian tanah kebun, lapangan golf dan reboisasi lahan tandus.

Proses pengomposan tidak mudah untuk dilaksanakan, banyak faktor yang mempengaruhinya. Pengomposan lebih cepat jika nilai rasio C/N semakin rendah, ukuran sampah organik lebih kecil, komposisi sampah organik dari tumbuhan yang ditambah dengan kotoran hewan, jumlah mikroorganisme yang banyak, kelembaban sekitar 40 - 60%, temperatur sekitar 30 - 50 °C serta pH sekitar 6,5 - 7,5 (Sucipto, 2012).

Dalam proses fermentasi sampah menjadi kompos, bakteri disebut juga aktivator. Hal ini karena bakteri sangat berperan pada proses fermentasi sampah. Demikian juga cacing tanah sangat berperan dalam mempercepat proses pengomposan.

Dalam menguraikan sampah organik, bakteri bersinergi satu sama lain atau disebut effective microorganism (EM). Dari beberapa aktivator yang tersedia di pasaran antara lain Orgadec, Harmony, EM-4, Fix-up Plus, dan Stardec. Aktivator EM-

4 memiliki sekitar 80 genus mikroorganisme untuk fermentasi. Beberapa golongan pokok diantaranya adalah bakteri Fotosintetik, Actinomycetes, Streptomyces sp, dan Ragi (yeast).

Proses pengomposan adalah proses mereduksi sampah dengan menggunakan bakteri, mikroorganisme dan cacing yang banyak. Sementara itu, ditimbunan sampah banyak didapati berbagai macam jenis bakteri, virus, bibit-bibit penyakit ataupun telur-telur makhluk hidup pembawa penyakit yang hidup dan berkembangbiak di tempat kotor, seperti telur cacing pita, telur lalat, telur nyamuk dan lain sebagainya. Pada umumnya, bakteri patogen bersifat mesofil, yaitu jenis mikroorganisme yang hanya bisa hidup pada suhu di bawah 40 °C. Artinya, bakteri patogen akan mati jika berada pada media yang bersuhu tinggi. Oleh karena itu, kompos sebelum didistribusikan harus dilakukan proses sterilisasi.

Secara alami, proses pengkomposan menghasilkan panas. Pengkomposan ditimbunan sampah dapat berlangsung secara anaerob dan menghasilkan suhu yang tidak terlalu tinggi. Pengkomposan secara aerob dapat menghasilkan panas yang lebih tinggi yang mencapai suhu 70 °C, dan dalam kondisi yang dijaga ketat dapat mencapai suhu 80 °C. Pada suhu tinggi tersebut belum menjamin bibit-bibit penyakit maupun telur-telur makhluk hidup pembawa penyakit akan musnah.

Dengan mempertimbangkan potensi gas methana yang dihasilkan TPA sampah sebagai sumber energi, maka sterilisasi kompos dapat dilakukan dengan cara pasteurisasi ataupun perlakuan kompos pada suhu tinggi. Proses sterilisasi dengan cara pasteurisasi adalah proses yang mana bahan yang akan disteril dipanaskan pada suhu 70 °C selama 30 menit di dalam reaktor/wadah tertutup, baik secara batch maupun kontinyu. Sistem pemanasan menggunakan heat exchanger. Dalam kasus

sterilisasi kompos di TPA sampah, sumber panas dapat diperoleh dari pemanfaatan gas methana yang dihasilkan TPA sampah sebagai sumber bahan bakar. Proses sterilisasi dengan cara pasteurisasi akan membuat telur-telur parasit tidak dapat bertahan hidup dan jumlah enterobakteria dapat ditekan sampai ambang batas, yaitu sekitar 100 enterobakteria per gram kompos. Proses pasteurisasi juga dapat dilakukan untuk mengsterilisasi lumpur atau sludge yang berasal dari kotoran manusia (Foster & Wase, 1987).

Cara yang kedua adalah dengan melakukan perlakuan terhadap kompos pada suhu tinggi, yaitu sekitar 200 °C dengan tekanan sekitar 20 bar. Cara ini dengan memperhatikan hubungan antara temperatur dan waktu perlakuan. Temperatur yang relatif rendah dengan waktu sterilisasi yang relatif lama akan sama efektifnya dengan temperatur yang tinggi dengan waktu yang pendek. Oleh karena itu, dalam kondisi suhu dan tekanan yang tinggi, semua bakteri, virus, mikroorganisme lainnya serta telur-telur organisme pembawa bibit penyakit akan musnah (Wahyono, 2001).

Pengomposan sampah akan memberikan keuntungan yang sangat signifikan terhadap keberhasilan pengelolaan sampah. Hal ini karena pengomposan sampah dapat mengurangi jumlah sampah yang ditimbun di TPA sampah, sehingga dapat memperpanjang umur layan TPA sampah tersebut.

Pengomposan sampah juga akan memberikan dampak terhadap kualitas udara di sekitar TPA sampah yang lebih baik, karena emisi gas methana dari tumpukan sampah dapat diperkecil. Henry and Heinke (1996) melaporkan bahwa dalam 1 ton timbunan sampah dapat menghasilkan 0,20 – 0,27 m³ methana. Jika densitas methana 0,5447 g/l, maka dalam setiap 1 ton kompos akan menghasilkan emisi gas methana sebesar 0,21

– 0,29 ton methana atau setara dengan 5 – 7 ton karbondioksida dapat dihindari (Suprihatin et al., 2008).

Selain itu, karena potensi pasar terhadap permintaan kompos yang besar, maka kegiatan pengomposan yang ekstensif juga dapat menyerap tenaga kerja yang besar. Jika kegiatan pengomposan dilakukan dengan sungguh-sungguh bukan saja memberikan keuntungan secara ekonomis, namun juga dapat meningkatkan kinerja pengelolaan sampah serta dapat memperbaiki kualitas lingkungan.

2.3.3 Sampah Lama Sebagai Tanah Penutup TPA Sampah Baru

TPA sampah yang tidak dikelola dengan benar merupakan sumber utama penghasil gas methana. Pada prinsipnya, gas methana dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi baru terbarukan yang dapat digunakan sebagai bahan bakar gas untuk kompor atau sebagai bahan bakar gas untuk generator listrik. Eksplorasi gas methana dari TPA sampah kecil atau TPA sampah lama dengan laju gas methana kecil, secara ekonomi tidak menguntungkan (Mor et al., 2006). Jika dieksplorasi pada TPA sampah yang besar akan membutuhkan biaya yang relatif tinggi (Albanna et al., 2007). Hal ini berdampak terhadap terbiarnya TPA sampah. Kondisi TPA sampah terbiar begitu saja adalah cukup banyak didapati di Indonesia. Pada umumnya TPA sampah yang terbiar tersebut masih menggunakan sistem pembuangan terbuka (*open dumping*), sehingga menghasilkan emisi gas methana ke udara dengan jumlah yang besar.

Untuk mengurangi emisi gas methana ke udara, dapat dilakukan dengan cara menutup tumpukan sampah yang telah dipadatkan setebal 2 m dengan lapisan tanah penutup (ketebalan 20 – 30 cm), lalu juga dipadatkan. Selanjutnya sampah baru diletakkan lagi di atas lapisan tanah penutup yang telah dipadatkan, lalu dipadatkan lagi dengan alat berat hingga ketebalan 2 m, dan kemudian ditutup lagi dengan lapisan

tanah dan dipadatkan. Demikian terus sampai ketinggian tertentu sampah tidak akan longsor. Pada lapisan sampah terakhir ditutup dengan lapisan tanah padat setebal 50 cm.

Proses di atas adalah sebagian dari proses yang dilakukan di TPA sampah yang menggunakan sistem *sanitary landfill*, yang mana kebutuhan tanah penutup sampah sangat banyak diperlukan setiap harinya. Hal ini telah menjadi masalah utama pada beberapa kota karena sulit memperoleh tanah, sehingga untuk mendatangkan tanah tersebut memerlukan biaya yang tinggi. Spesifikasi tanah yang diperlukan adalah tanah biasa yang tidak kedap air.

Kurian (2003) menyatakan bahwa sampah yang dioperasikan secara *open dumping* dan sudah cukup lama menumpuk, dapat dimanfaatkan dan dijadikan *compost landfill minning* dengan melakukan serangkaian kegiatan seperti penggalian, pencacahan, penyaringan dan penggunaan kembali. Penggunaan kembali di sini adalah sebagai media penutup tanah landfill. Hal ini karena pada material kompos tersebut diharapkan dapat terjadi oksidasi metana secara biologi lebih baik daripada tanah biasa (Barlaz et al., 2004).

Albanna (2007) juga mengatakan bahwa metode penting dan efektif untuk mereduksi gas methana di TPA sampah adalah dengan menggunakan penutup reaktif secara biologi sebagai media oksidasi methana. Hal tersebut karena pada tanah penutup mengandung bermacam-macam group mikroorganisme yang mampu mengoksidasi gas methana, seperti bakteri metanotrofik.

Oksidasi methana adalah suatu proses menguraikan methana menjadi karbondioksida, air dan biomass. Proses oksidasi tersebut sangat tergantung pada beberapa faktor, seperti adanya mikroorganisme metanotrofik, adanya oksigen, adanya

methana, adanya nutrisi sebagai pendukung pertumbuhan mikroorganisme, tingkat kelembaban yang cukup serta suhu berkisar 25 – 35 °C (Park et al., 2009).

Tingkat kelembaban tersebut sangat tergantung pada kadar air, densitas, porositas, permeabilitas dan karakteristik fisik lainnya dari media oksidasi. Zeiss (2006) mengatakan bahwa pada proses oksidasi methana oleh tanah (*biocover*), kadar air merupakan salah satu variabel lingkungan yang terpenting setelah temperatur. Jika kadar air terlalu tinggi, maka pori-pori media akan dipenuhi oleh air dan dapat menghambat aliran gas (oksigen) masuk, sehingga dapat menyebabkan penurunan aktifitas oksidasi (Albanna et al., 2007). Einola (2007) melaporkan bahwa kadar air optimum untuk laju oksidasi terbesar adalah sekitar 21-28%. Park (2009) kemudian juga melaporkan hal yang sama pada kadar air sekitar 10-15%.

Porositas tanah juga merupakan syarat terpenting sebagai tanah penutup aktif (*biocover*) yang baik, yaitu harus memiliki porositas yang cukup untuk jalur transportasi oksigen. Porositas tinggi dapat menahan gas dalam media lebih lama (Abichou et al., 2009).

Karakteristik media *biocover* lainnya agar terjadi oksidasi yang optimum oleh bakteri metanotrofik adalah pH media tersebut. pH optimum yang diperlukan oleh bakteri berkisar 6 – 8 (Pol et al., 2007).

Substrat karbon dari methana (CH_4) merupakan salah satu nutrisi organik yang dibutuhkan oleh bakteri metanotrofik untuk metabolisme sel. Kandungan karbon (C) tersebut harus memenuhi perbandingan yang tepat dengan kandungan nitrogen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam media *biocover*. Perbandingan tersebut diistilahkan dengan C/N. Huber-Humer (2008) merekomendasikan rasio C/N dalam kompos yang digunakan untuk biofiltrasi sebesar 14. Kandungan organik tanah tinggi

akan meningkatkan laju oksidasi methana. Semakin banyak kandungan organik dan oksigen pada tanah, maka jumlah dan jenis mikroorganismenya pun juga semakin banyak.

Pertimbangan lain penggunaan kompos dari TPA sampah lama (*compost landfill mining*) sebagai tanah penutup pada TPA sampah baru adalah faktor kandungan bahan-bahan berbahaya dan beracun serta logam berat, seperti Cu, Cr, Cd, Pb, dan lain sebagainya. Kandungan bahan-bahan tersebut sangat memungkinkan karena sampah pada TPA sampah lama berasal dari berbagai sumber, seperti sampah rumah tangga, pasar, tempat-tempat komersial, rumah sakit, industri dan lain sebagainya yang ketika itu tidak dipilah dan dipisahkan.

2.3.4 Sampah Organik Sebagai Bahan Baku Sumber Energi

2.3.4.1 Biogas

Biogas dihasilkan dari proses fermentasi atau dekomposisi sampah tanpa memerlukan unsur oksigen (proses an-aerobik). Biogas merupakan campuran gas methana dengan gas-gas lain seperti CO₂ dan H₂S (Sudrajat, 2006). Sucipto (2012) menyajikan komposisi biogas secara umum, disajikan dalam Tabel 2-4.

Tabel 2-4 Komposisi Biogas

No.	Komponen	%
1	Methana (CH ₄)	55 – 75
2	Karbondioksida (CO ₂)	25 – 45
3	Nitrogen (N ₂)	0 – 0,3
4	Hidrogen (H ₂)	1 – 5
5	Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	0 – 3
6	Oksigen (O ₂)	0,1 – 0,5

Untuk menghitung potensi biogas sebagai sumber energi, maka 1 m³ biogas harus disetarakan dalam satuan kalor. Sudrajat (2006) mengemukakan bahwa 1 m³

biogas mempunyai nilai kalor 20 – 25 MJ atau sekitar 47.000 – 48.000 kkal. Sucipto (2012) juga menyajikan kesetaraan biogas dengan sumber energi lain, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2-5.

Tabel 2-5 Kesetaraan biogas dengan sumber energi lain

No.	Jenis Bahan Bakar	Satuan	Jumlah
1.	Biogas	m ³	1,00
2.	Elpiji	kg	0,46
3.	Minyak tanah	liter	0,62
4.	Minyak solar	liter	0,52
5.	Bensin	liter	0,80
6.	Gas kota	m ³	1,50
7.	Kayu bakar	kg	3,50

Popov (2005) menyatakan bahwa gas methana dan karbondioksida dapat dihasilkan sampai dengan 20 tahun, tetapi emisi gas-gas tersebut dapat berlanjut sampai 50 tahun bahkan bisa lebih. Sudrajat (2006) menyajikan tahapan produksi biogas dari TPA sampah, sebagai berikut :

- Tahun 1 : Produksi N₂ sangat dominan, sedangkan CO₂, O₂ dan H₂ sedikit.
- Tahun 2 : Produksi N₂ menurun dan habis, produksi CO₂ meningkat mencapai tingkat tertinggi dan produksi H₂ meningkat hingga maksimum.
- Tahun 3 : Produksi biogas hingga mencapai tingkat tertinggi, produksi CO₂ menurun dan stabil, produksi N₂ dan H₂ menurun dan habis.
- Tahun 4 – 15 : Produksi biogas pada tingkat maksimum secara konstan, produksi CO₂ juga konstan di bawah kapasitas biogas

Tahun 16 – 20: Produksi biogas menurun dan habis, sedangkan produksi N_2 dan O_2 mulai lagi dengan jumlah N_2 lebih tinggi daripada O_2

2.3.4.2 Gas Methana

Tabel 2-4 memperlihatkan bahwa gas methana merupakan komponen utama dari biogas. Pada suhu ruangan dan tekanan standar, gas methana tidak berwarna dan tidak berbau. Gas methana memiliki sifat mudah terbakar. Gas methana juga dapat dicairkan menghasilkan methana cair (liquid methane). Methana cair mudah terbakar pada tekanan tinggi.

Gas methana dihasilkan secara alami pada saat pembusukan biomassa oleh mikroorganisme pengurai bahan organik dengan kondisi tidak ada oksigen (anaerob). Proses tersebut dapat terjadi di TPA sampah yang didominasi oleh sampah organik. Sampah yang tertumpuk paling awal akan terletak di bagian bawah. Akibat tekanan beban berat oleh tumpukan sampah di atasnya dengan kondisi padat tanpa oksigen akan menghasilkan gas methana. Gas methana yang terbentuk sangat ditentukan oleh tingkat kematangan sampah, dan tingkat kematangan sampah tersebut dapat dipengaruhi oleh tingkat ketebalan sampah di atasnya. Indikator kematangan sampah dapat diketahui dengan temperatur atau panas yang dihasilkan karena proses kimia, fisik dan biologi yang sedang terjadi pada lapisan bawah ataupun lapisan tengah dari tumpukan sampah. Indikator kematangan sampah juga dapat ditentukan oleh pH sampah, karena pH sampah pada setiap tingkat kematangan adalah tidak sama. Oleh karena itu kematangan, ketebalan dan pH sampah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap suhu sampah dan emisi gas methana (Indarto, 2007).

Biogas dapat digunakan langsung sebagai bahan bakar gas untuk kompor. Jika biogas akan dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik, maka biogas tersebut harus

dilakukan perlakuan untuk memperoleh gas methana murni. Untuk memperoleh gas methana murni, maka unsur-unsur H_2O , CO_2 dan H_2S harus dihilangkan dari komponen biogas. Hal ini karena CO_2 dapat menyebabkan endapan karbon dalam pipa distribusi, dan H_2S dapat menimbulkan karat. Cara termudah pemurnian gas methana adalah dengan mengalirkan biogas melalui aliran air dengan tekanan tinggi. Proses tersebut dapat menghasilkan gas methana dengan tingkat kemurnian mencapai 95% (Sudrajat, 2006).

Sudrajat (2006) juga menjelaskan cara pemurnian biogas untuk menghasilkan gas methana dengan tingkat kemurnian yang tinggi, sebagai berikut :

- i) H_2O dihilangkan dengan cara mengalirkan biogas melalui tabung yang berisi kalsium klorida atau memasang condensation trap pada bagian bawah tabung penampung gas.
- ii) CO_2 dihilangkan dengan mengalirkan biogas melalui larutan kapur atau larutan NaOH encer.
- iii) H_2S dihilangkan dengan cara mengalirkan biogas melalui tabung yang berisi serbuk besi, yang mana sulfur akan ditangkap oleh besi oksida (Fe_2O_3) menjadi besi sulfida (Fe_2S_3).

2.3.4.3 Briket Sampah

Produk lain dari sampah yang sangat memberikan prospek yang mengembirakan adalah mengolah sampah kota atau municipal solid waste (MSW) menjadi *Refused Derived Fuel* (RDF). Pengertian lainnya adalah mengolah sampah kota menjadi char atau arang melalui proses pirolisis dan kemudian memadatkannya sehingga menjadi briket char. Pirolisis adalah proses degradasi thermal dari material padat dalam kondisi tidak ada oksigen, yang memungkinkan terjadinya beberapa jalur konversi

themokimia, sehingga padatan tersebut menjadi gas, cairan dan padatan/char (Di Blasi, 2008).

Phan (2008) melakukan kajian terhadap karakteristik char dari proses slow pirolisis sampah dan melaporkan bahwa untuk menghasilkan produk char dan tar yang optimum maka temperatur akhir proses sebaiknya di bawah 500 °C. Cheng (2007) juga telah melakukan penelitian tentang karakteristik pembakaran char sampah kota, yang mana proses pirolisis sampah kota tersebut dilakukan dengan laju kenaikan temperatur 10 °C per menit sampai temperatur 666 °C dan diperoleh pengurangan massa sampel mencapai 60% dari massa semula.

Grammelis (2009) juga telah melakukan kajian pirolisis dengan menggunakan 5 sampel berbahan baku kayu, 6 sampel berbahan baku plastik dan 2 sampel berbahan baku sampah kota. Perlakuan pirolisis untuk menghasilkan char dilakukan dengan kondisi yang sama pada semua sampel dengan temperatur awal 30 °C hingga 1.000 °C dan dengan laju kenaikan temperatur 20 °C per menit. Dari beberapa hasil yang dilaporkan adalah sampah kota dengan komponen plastik yang lebih tinggi menghasilkan nilai kalor char yang lebih rendah dengan reaktivitas yang juga lebih rendah.

Dari hasil kajian Grammelis, P., dkk. tersebut dapat disimpulkan bahwa karakteristik char yang dihasilkan dari sampah kota adalah sangat tergantung dari karakteristik sampah kota itu sendiri. Oleh karena itu, produk char yang dihasilkan dari sampah kota akan berbeda-beda antara satu TPA sampah dengan TPA sampah lainnya.

2.4 Dampak Negatif Keberadaan TPA Sampah

2.4.1 Dampak Terhadap Lingkungan

Pada umumnya, masyarakat tidak melihat potensi positif dari keberadaan sebuah TPA sampah di sekitarnya. TPA sampah adalah kawasan kotor dan kumuh, dapat menyebabkan gangguan serius terhadap kesehatan, dan bahkan menurunkan nilai estetika kawasan mereka. Bau, debu, lalat, ceceran sampah dan kebisingan adalah beberapa keluhan masyarakat terhadap keberadaan TPA sampah pada umumnya.

2.4.1.1 Pencemaran Tanah

Setiap TPA sampah akan menghasilkan air lindi, yaitu cairan yang dihasilkan dari pelarutan senyawa-senyawa organik dan anorganik hasil dekomposisi (proses biologi, kimia dan fisika) sampah beserta mikroorganisme dari tumpukan sampah, baik pelarutan oleh air yang terkandung dalam sampah itu sendiri maupun oleh air hujan. Moo-Young (2004), Tsanis (2006), dan Pujari (2007) mengemukakan bahwa air lindi yang dihasilkan oleh TPA sampah adalah sangat sulit untuk dikendalikan, walaupun dengan proteksi yang kuat, apalagi TPA sampah yang tidak dikelola/diproteksi seperti TPA sampah sistem terbuka (*open dumping*), maka pergerakan air lindi akan sangat berpengaruh ke wilayah sekitarnya. Vasanthi (2008) juga mengemukakan bahwa pencemaran air lindi sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat air bawah tanah, diantaranya peningkatan konsentrasi total zat padat terlarut, COD, BOD, nitrat, sulfat klorida, logam-logam berat, konduktifitas listrik, kesadahan air, dan lain sebagainya. Walaupun TPA sampah telah ditutup, pencemaran tanah oleh air lindi akan terus berlangsung dalam waktu yang lama, 30-50 tahun (Tchobanoglous et al., 1993).

2.4.1.2 Pencemaran Air

Air lindi dari TPA sampah bukan saja mencemari tanah dan air tanah, namun juga dapat mencemari air permukaan tanah, seperti saluran-saluran air dalam pemukiman penduduk di sekitarnya. Badan air yang telah tercemari air lindi akan mempengaruhi makhluk hidup yang terpapar (Cumar & Nagaraja, 2011).

Sundra (1997) mengemukakan bahwa TPA sampah yang menggunakan sistem pembuangan terbuka (*open dumping*) memberikan dampak yang sangat besar terhadap kualitas air tanah dangkal sekitarnya. Hal ini karena air lindi dapat meresap kedalam tanah melalui limpasan air permukaan, yang akhirnya mencemari air tanah dangkal.

Air tanah dangkal adalah air dalam tanah yang berada hingga kedalaman 20 – 40 meter. Air tanah dangkal dapat berupa sumur gali atau sumur bor dangkal yang dimanfaatkan sebagai sumber air baku oleh masyarakat yang tidak memiliki air dari PDAM. Jika sumber air baku tersebut tercemar oleh air lindi TPA sampah, maka kualitas sumber air baku tersebut akan turun dan berdampak serius terhadap kesehatan masyarakat yang menggunakannya.

Jaya (2016) juga telah melaporkan bahwa sampai dengan jarak 200 meter dari TPA sampah, kualitas air sumur gali masyarakat dikategorikan tercemar berat. Laporan tersebut menunjukkan bahwa pencemaran air lindi dari TPA sampah adalah masalah yang sangat serius.

Air lindi dari TPA sampah juga dapat mencemari sumber-sumber air baku lainnya, seperti air sungai, air danau, air perikanan dan air pertanian. Kondisi tersebut semakin serius ketika musim hujan dan banjir. Oleh karena itu, SNI 19-3241-1994 mewajibkan pemilihan lokasi TPA sampah harus jauh dari pemukiman penduduk dan bebas banjir (Badan Standardisasi Nasional, 1994).

2.4.1.3 Pencemaran Udara

Sampah yang tertimbun dalam jangka waktu yang lama, seperti di TPA sampah, akan mengalami dekomposisi dan menghasilkan gas-gas yang menyebar di udara. Tchobanoglous and Kreith (2002) menjelaskan bahwa sampah yang ditimbun dalam TPA sampah mengalami reaksi biologis, kimia dan fisika secara bersama-sama serta saling berhubungan. Reaksi-reaksi tersebut menghasilkan gas karbondioksida, methana, asam sulfid dan ammonia. Jika konsentrasi gas-gas tersebut melebihi baku mutu, maka dapat berdampak langsung terhadap kesehatan masyarakat sekitar, terutama para pekerja formal dan informal, seperti para pemulung. Dampak yang timbul diantaranya gangguan pernafasan, seperti batuk, nyeri dada, dan sesak nafas. Andhika and Agung (2016) telah melaporkan bahwa konsentrasi gas methana di TPA sampah Mrican kabupaten Ponorogo telah melampaui baku mutu dan paparan gas methana tersebut telah pula memberikan pengaruh terhadap gangguan pernafasan pemulung yang aktif di TPA sampah tersebut.

Gas methana merupakan bagian dari gas-gas rumah kaca yang dapat merusak lapisan ozon di atmosfer, yang selanjutnya berdampak terhadap pemanasan global. Pencemaran udara oleh emisi gas methana tersebut semakin serius pada TPA sampah yang tidak dikelola dengan benar, yaitu TPA sampah yang masih menggunakan sistem pembuangan terbuka (*open dumping*), dapat menghasilkan gas methana dalam jumlah yang tinggi (Chiemchaisri et al., 2007; Purwanta, 2016).

2.4.2 Dampak Terhadap Kesehatan Masyarakat

Keberadaan sampah di lingkungan akan memberikan dampak yang tidak baik. Hal ini karena tempat sampah dan TPA sampah merupakan tempat berkembangbiak bakteri dan parasit pembawa penyakit. TPA sampah yang tidak dikelola dengan baik

dapat menyebabkan gangguan kesehatan bagi masyarakat sekitarnya. Dampak langsung dari kondisi tersebut adalah meningkatnya biaya pengobatan karena sakit. Dampak tidak langsung diantaranya adalah menurunnya produktifitas kerja, tidak masuk kerja, dan lain sebagainya.

Beberapa potensi bahaya kesehatan yang dapat ditimbulkan dari keberadaan TPA sampah adalah :

- a) Penyakit kulit oleh jamur.
- b) Diare, kolera dan tipus dapat disebabkan oleh virus yang tercemar dalam air minum.
- c) Demam berdarah yang disebabkan oleh nyamuk.
- d) Penyakit yang dijangkiti oleh cacing pita, seperti gangguan pencernaan, yaitu penyakit yang menyebar melalui rantai makanan dari ternak (uggas, kambing, sapi) pemakan sampah di TPA sampah.
- e) Anemia, asma, infeksi pernafasan, keguguran, pendarahan dan penyakit gangguan reproduksi lainnya akibat terpapar sampah medis dan sampah industri yang mengandung logam berat dan senyawa kimia beracun lainnya.

2.4.3 Dampak Sosial, Ekonomi dan Estetika

Pengelolaan TPA sampah yang tidak baik bukan saja berdampak terhadap gangguan kesehatan bagi masyarakat, akan tetapi juga akan membuat lingkungan sekitar kurang menyenangkan. Bau yang menyesakkan pernafasan, sampah yang berserakan, debu berterbangan serta tikus dan anjing liar merajalela akan memberikan kesan jorok dan kumuh. Kondisi lingkungan yang demikian berdampak serius terhadap penurunan nilai estetika dan ekonomi kawasan sekitar TPA sampah tersebut. Menurunnya harga tanah, rumah, dan bangunan sekitarnya adalah dampak dari

penurunan nilai ekonomi karena penurunan kualitas lingkungan oleh keberadaan TPA sampah (Bouvier et al., 2000; Hadi, 2004).

Hadi (2004) menambahkan bahwa dampak lingkungan berkaitan erat dengan dampak sosial, dan telah menjadi fenomena umum di kota-kota besar. Oleh karena itu, keberadaan TPA sampah sering menimbulkan konflik sosial dengan masyarakat sekitarnya, dan bahkan telah menjurus menjadi konflik vertikal. Puncak dari konflik sosial tersebut adalah penolakan penempatan TPA sampah di sekitar kawasan mereka.

Penolakan dan penutupan paksa TPA sampah oleh masyarakat pun sudah sering terjadi akhir-akhir ini, diantaranya :

- i) Penutupan TPA sampah Sukolilo Surabaya (Wibowo, 2003).
- ii) Penutupan TPA sampah Leuwigajah Cimahi (Kompas Editor, 2010; San, 2010).
- iii) Penolakan masyarakat terhadap TPA sampah Galuga Bogor (Purnama, 2009; Sophia & Yuwanto, 2016; Sudarno, 2016).
- iv) Penolakan masyarakat terhadap pengoperasian TPA sampah Jangkurang Garut (Bams, 2017).
- v) Konflik antara pemerintah kota Bekasi dengan pemerintah DKI Jakarta tentang pembayaran biaya kompensasi bagi masyarakat yang bertempat tinggal dekat TPA sampah Bantar Gebang Bekasi (Ul Haq & Ferdinan, 2018).

2.5 Potensi Pemanfaatan Lahan Eks TPA Sampah

Dengan memperhatikan potensi sampah, seharusnya keberadaan TPA sampah dapat memberikan nilai tambah terhadap pergerakan ekonomi masyarakat dan daerah, baik mulai saat konstruksi, operasi maupun pasca penutupan TPA sampah. Hal ini menjadi tantangan serius bagi masyarakat, pelaku ekonomi dan pemerintah untuk melihat potensi TPA sampah yang demikian besar, diantaranya kegiatan daur ulang,

pupuk kompos dan gas methana sebagai sumber energi baru terbarukan yang mudah dan murah diperoleh serta ramah lingkungan.

Sistem pengelolaan sampah yang lalu merupakan mimpi buruk bangsa Indonesia. Seiring dengan perkembangan kota dan penambahan penduduknya yang pesat, memaksa penutupan TPA sampah yang telah berada dalam kawasan kota. Keberadaan eks. TPA sampah tersebut akhirnya menjadi masalah serius bagi masyarakat dan pemerintahan kota. Kesan kumuh, kotor, bau, sumber penyakit, lingkungan yang tidak sehat, sumber air yang tercemar, dan lain sebagainya telah berdampak terhadap menurunnya nilai estetika dan nilai ekonomis kawasan sekitarnya. Pemulihan kondisi lingkungan eks. TPA sampah tersebut menjadi tugas dan tantangan berat bagi pemerintah kota/daerah saat ini.

2.5.1 Hutan Kota / Ruang Terbuka Hijau

Realisasi penutupan TPA sampah sistem pembuangan terbuka sebagaimana diamanatkan oleh UU Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah adalah sangat sulit dipatuhi oleh pemerintah daerah. Sampai tahun 2015 masih terdapat lebih dari 50% TPA sampah beroperasi dengan sistem pembuangan terbuka. Artinya, dari beberapa TPA sampah sistem pembuangan terbuka yang sudah ditutup, usia penutupan umumnya masih sangat muda. Hanya beberapa TPA sampah yang ditutup paksa sebelum lahirnya UU Nomor 18 Tahun 2008, seperti TPA sampah Sukolilo Surabaya yang ditutup pada tahun 2001.

Pada awal penutupan, lahan eks TPA Sukolilo ditanami bambu sebagai hutan kota dan kini dikenal sebagai hutan bambu. Dalam hutan kota tersebut juga ditanami pohon mahoni dan palem. Di sepanjang jalan inspeksi juga ditanam pohon pisang, jagung dan aneka tanaman sayuran lainnya. Penanaman tumbuhan yang beraneka

ragam tersebut sebagai media fitoremediasi untuk menetralkan atau menguraikan bahan pencemar.

Pemanfaatan lahan eks TPA sampah sebagai hutan kota adalah langkah bijak pemerintah. Hal ini mengingat pencemaran oleh sampah di lahan eks TPA sampah masih berlangsung dalam jangka waktu yang lama dan dapat mencapai 30 - 50 tahun (Tchobanoglous et al., 1993).

2.5.2 Taman Bermain / Rekreasi Kota

TPA sampah Sukolilo Surabaya adalah salah satu contoh pemanfaatan lahan eks. TPA sampah sebagai hutan kota/ruang terbuka hijau, taman kota dan pusat rekreasi. Luas keseluruhan lahan eks TPA sampah Sukolilo adalah 40,5 ha.

Peruntukan lahan eks TPA sampah Sukolilo saat ini sudah sangat beragam, diantaranya sebagian sebagai ruang terbuka hijau, pemakaman umum kota, pemukiman dan taman bermain/rekreasi kota. Gambar 2-1 dan Gambar 2-2 memperlihatkan penggunaan eks TPA sampah Sukolilo sebagai lahan pemukiman dan taman bermain kota.



Gambar 2-1 Pemanfaatan lahan eks TPA sampah Sukolilo Surabaya sebagai lahan pemukiman



Gambar 2-2 Pembangunan taman rekreasi kota pada lahan eks TPA sampah Sukolilo Surabaya

Pemanfaatan sebagian lahan eks TPA sampah sebagai lahan pengembangan pemukiman dan taman bermain/rekreasi kota adalah sebuah keputusan yang patut dipertanyakan, karena pencemaran dari eks TPA sampah dapat berlangsung 30-50 tahun pasca penutupan. Penelitian keseluruhan aspek yang memerlukan waktu yang lama dan dana yang besar harus dilakukan terlebih dahulu. Aspek keselamatan dan kesehatan masyarakat pengguna lahan yang mengandung bahan pencemar tinggi, bahan beracun dan bahan berbahaya lainnya dari sampah yang sumbernya masih diragukan. Hal ini karena TPA sampah masa lalu belum dipisahkan spesifik antara TPA sampah domestik, TPA sampah medis ataupun TPA sampah industri.

Silas (2014) melaporkan bahwa analisis kondisi lahan TPA sampah Sukolilo Surabaya telah dilakukan meliputi analisis terhadap karakteristik tanah (timbunan sampah), analisis kondisi air dan analisis terhadap kandungan gas methana. Analisis permeabilitas tanah terhadap timbunan sampah yang sudah terdegradasi mempunyai nilai permeabilitas kelolosan air yang tidak terlalu tinggi, sehingga baik digunakan

sebagai tanah penutup timbunan sampah untuk melanjutkan program fitoremediasi pada bagian yang masih terbuka.

Silas (2014) juga melaporkan hasil analisa logam berat yang menunjukkan bahwa kandungan Cd, Pb dan Cr sudah berada di bawah baku mutu yang ditetapkan. Hasil analisis kondisi air permukaan di sekitar lahan eks TPA sampah Sukolilo, COD, BOD, NH₃-N dan PO₄-P mempunyai nilai di atas baku mutu limbah domestik cair. Hal tersebut menunjukkan bahwa TPA sampah Sukolilo tidak dilengkapi dengan soil liner, sehingga kualitas air permukaan dan air tanah banyak dipengaruhi oleh air lindi sampah yang merembes, baik kedalam tanah maupun di permukaan tanah. Sedangkan perkiraan kandungan gas methana akan habis sekitar 3-8 tahun kedepan dari 11 tahun yang telah berjalan pasca ditutup pada tahun 2001.

2.5.3 Penambangan Sampah (*Landfill Mining*)

2.5.3.1 *Pengertian Landfill Mining*

Krook (2012) memberikan pengertian *landfill mining* sebagai sebuah proses untuk mengekstraksi bahan atau sumber daya alam padat lainnya dari bahan limbah yang sebelumnya telah dibuang dengan menguburnya di tanah. Hogland (2002) sebelumnya juga telah memberikan pengertian tentang *landfill mining*, yaitu suatu cara untuk memperoleh kembali sumber daya yang terkubur di lahan landfill dan meminimalkan beban lingkungan yang diakibatkan oleh emisi lahan.

Ortner (2014) juga memberikan pengertian *landfill mining*, yaitu sebagai proses penggalian limbah padat di TPA sampah lama dengan tujuan untuk memulihkan limbah yang tidak diolah untuk *memanfaatkannya* sebagai sumberdaya, seperti bahan baku sekunder atau sebagai bahan baku untuk bahan bakar pengganti “*Refused Derived Fuel*” (RDF).

Karakteristik sampah padat di negara maju pada umumnya didominasi sampah an-organik dan kering, sehingga mudah dibakar, termasuk sampah yang mengandung logam. Dengan kondisi yang demikian, *landfill mining* di negara maju pada umumnya adalah penambangan logam dari timbunan abu insinerator. Sedangkan karakteristik sampah di negara-negara berkembang seperti Indonesia pada umumnya didominasi sampah organik dengan kandungan air tinggi, sehingga tidak memungkinkan dilakukan proses pembakaran, namun secara alamiah seluruh material organik akan terurai menghasilkan gas methana, karbon, air dan menyisakan material kehitaman menyerupai tanah, disebut kompos. Oleh karena itu, *landfill mining* yang dimaksud dalam kajian ini adalah kegiatan penggalian timbunan sampah untuk memperoleh material kompos dan material lainnya yang masih memiliki nilai ekonomis dan kalor.

2.5.3.2 Penelitian *Landfill Mining*

Penelitian *Landfill mining* di negara-negara maju pada umumnya adalah fokus pada penambangan logam dari abu insinerator hasil pembakaran sampah. Penelitian *landfill mining* untuk memperoleh *compost landfill mining* pun sangat sedikit dilaporkan. Dari beberapa laporan yang sedikit tersebut adalah laporan *landfill mining* dari TPA sampah REMO Belgian, yang mana galian dilakukan pada umur timbunan sampah 14, 19, 24, dan 29 tahun, hanya memberikan persentase *compost landfill mining* sebesar 40-50% (Quaghebeur et al., 2013).

Wharmadewanti (2003) sebelumnya juga telah melaporkan kajian di TPA sampah Sukolilo Surabaya yang telah berumur 30 tahun, diperoleh komponen halus menyerupai tanah sebesar 34,26%. Pada umur timbunan sampah yang lebih muda, Darwati (2009) melaporkan kegiatan *landfill mining* di TPA sampah Tamangapa Makasar yang dilakukan pada timbunan sampah yang telah berumur 6 tahun,

menghasilkan 30% *compost landfill mining* kualitas 1. Mahmudin dan Trihadiningrum (2013) juga melaporkan hasil kajian di TPA Ngipik Kabupaten Gresik pada umur timbunan sampah 4-7 tahun menghasilkan *compost landfill mining* rata-rata sebesar 25,91%.

2.5.3.3 Pemanfaatan Hasil Penambangan Sampah (*Landfill Mining*)

Lampiran III Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 3 Tahun 2013 Tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, dalam salah satu butir ketentuan umum dari penyediaan TPA disebutkan bahwa kota yang sulit mendapatkan lahan TPA di wilayahnya harus melaksanakan model TPA regional. Dalam ketentuan teknis selanjutnya disebutkan bahwa pemilihan lokasi TPA sampah perkotaan harus sesuai dengan ketentuan SNI 03-3241-1994 tentang tata cara pemilihan lokasi TPA. Dari beberapa ketentuan SNI tersebut adalah pemilihan lokasi TPA sampah harus mengikuti perundang-undangan mengenai pengelolaan lingkungan hidup dan analisis mengenai dampak lingkungan (amdal). Ketentuan lainnya adalah lokasi TPA sampah tidak boleh dekat danau, sungai, laut, daerah lindung/cagar alam, daerah banjir, arah angin dominan tidak boleh menuju ke pemukiman, dan juga tidak boleh pada kawasan yang memiliki produktifitas tinggi (Badan Standarisasi Nasional, 1994; Kementerian Pekerjaan Umum, 2013).

Lampiran III Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 3 Tahun 2013 tersebut juga mengatur tata cara “Penutupan dan Rehabilitasi TPA”, yang mana diperlukan kajian dan evaluasi beberapa informasi umum, diantaranya Rencana Tata Ruang Wilayah/Kota terkait dengan rencana peruntukan sebuah kawasan. Evaluasi atau kajian kondisi fisik dan lingkungan di area TPA sampah dan sekitarnya juga harus

dilakukan, seperti keadaan struktur geologi tanah, hidrogeologi, iklim dan curah hujan. Kondisi sosial dan ekonomi masyarakat sekitar lokasi TPA sampah yang akan ditutup/direhabilitasi juga harus dikaji dan dievaluasi, terutama tentang demografi, jalan akses, dan potensi kerawanan sosial jika TPA selama operasinya mengizinkan pemulung beraktifitas di dalamnya. Hal terpenting lainnya dari lampiran peraturan Menteri pekerjaan umum nomor 3 tahun 2013 tersebut adalah Ruang Lingkup Pelaksanaan Penutupan atau Rehabilitasi TPA. Dari beberapa syarat penting dari penutupan TPA sampah adalah TPA telah penuh dan tidak mungkin diperluas, dan keberadaan TPA sudah tidak sesuai lagi dengan RTRW Kabupaten atau RTRK Kota. Sedangkan beberapa kriteria penting yang harus dipenuhi untuk rehabilitasi adalah lokasi TPA memenuhi ketentuan teknis dalam tata cara pemilihan lokasi TPA, dan peruntukan lahan TPA sampah masih sesuai RTRW/K setempat (Kementerian Pekerjaan Umum, 2013).

Lampiran III Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 3 Tahun 2013 tersebut juga menyajikan topik pemanfaatan lahan TPA sampah sebagai hasil dari kegiatan penambangan sampah, diantaranya dapat dimanfaatkan kembali sebagai Tempat Pemrosesan Akhir Sampah, namun harus menggunakan sistem lahan urug saniter atau lahan urug terkendali, atau juga dapat dimanfaatkan sebagai lahan rekreasi, ataupun untuk penggunaan lain. Jika tujuan penambangan sampah untuk penggunaan kembali lahan TPA, maka ketentuan teknis tata cara pemilihan lokasi TPA sampah harus dipenuhi. Lahan TPA sampah yang sudah dipulihkan juga dapat dimanfaatkan untuk penggunaan lainnya (Kementerian Pekerjaan Umum, 2013).