

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian / Definisi sampah

Menurut para ahli, pengertian sampah adalah sebagai berikut : Sampah adalah bahan yang tidak mempunyai nilai atau tidak berharga untuk maksud biasa atau utama dalam pembuatan atau pemakaian barang rusak atau bercacat dalam pembuatan manufaktur atau materi berkelebihan atau di tolak atau buangan (Kamus istilah Lingkungan, 1994).

Jenis sampah yang diatur dalam pengelolaan sampah, berdasarkan Undang - undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengolahan Sampah, yakni:

1) Sampah rumah tangga.

Sampah yang berbentuk padat, berasal dari sisa kegiatan sehari-hari rumah tangga, namun tidak termasuk tinja dan sampah spesifik (seperti sampah Bahan Berbahaya Beracun) dan dari proses alam yang berasal dari lingkungan rumah tangga. Sumber sampah ini yakni rumah atau pemukiman.

2) Sampah sejenis sampah rumah tangga.

Sampah rumah tangga yang berasal dari sumber lain selain rumah tangga dan lingkungan rumah tangga, seperti berasal dari pasar, pusat perdagangan, kantor, sekolah, rumah sakit, rumah makan, hotel, terminal, pelabuhan, industri, taman kota, dan lainnya.

3) Sampah spesifik

Sampah rumah tangga atau sampah sejenis rumah tangga yang karena sifat, konsentrasi, dan atau jumlahnya memerlukan penanganan khusus, meliputi sampah yang mengandung B3 (bahan berbahaya beracun), sampah yang mengandung limbah B3 (sampah medis), sampah akibat bencana, puing bongkaran, sampah yang secara teknologi belum dapat diolah, sampah yang timbul secara periode.

2.2 Mekanisme Pengelolaan Sampah

Pengelolaan sampah merupakan kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan yang meliputi kegiatan pengurangan dan penanganan sampah (Undang-undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah). Penjelasan masing-masing kegiatan pengelolaan sampah adalah sebagai berikut:

1) Pengurangan sampah.

Yakni kegiatan untuk mengatasi timbulnya sampah sejak dari produsen sampah (rumah tangga, pasar, dan lainnya), mengguna ulang sampah dari sumbernya dan / atau di tempat pengolahan, dan daur ulang sampah di sumbernya dan / atau di tempat pengolahan.

2) Penanganan sampah.

Yakni kegiatan penanganan sampah yang mencakup:

- a. Pemilahan, adalah pengelompokan dan pemisahan sampah menurut jenis dan sifatnya.

- b. Pengumpulan, yaitu kegiatan memindahkan sampah dari sumber sampah ke TPS atau tempat pengolahan sampah terpadu. Pada tahapan ini digunakan sarana bantuan berupa tong sampah, bak sampah, peti kemas sampah, gerobak dorong, maupun tempat penampungan sementara (TPS atau dipo).
- c. Pengangkutan, yaitu kegiatan memindahkan sampah dari sumber, TPS atau tempat pengolahan sampah terpadu.
- d. Pengolahan hasil akhir, adalah kegiatan mengubah bentuk, komposisi, karakteristik, dan jumlah sampah agar diproses lebih lanjut, dimanfaatkan, atau dikembalikan pada alam dan pemrosesan aktif kegiatan pengolahan sampah atau residu hasil pengolahan sebelumnya agar dapat dikembalikan ke media lingkungan.

Pada prakteknya, pengelolaan sampah yang banyak ditemui hanya terdiri dari proses pengumpulan sampah dari pemukiman atau sumber sampah lainnya, pengangkutan, dan pembuangan sampah di Tempat Penampungan Sementara (TPS), dan akhirnya pembuangan di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Pengelolaan sampah di perkotaan dilakukan oleh pemerintah masing-masing daerah. Namun tidak jarang karena keterbatasan kemampuan Pemerintah Daerah ataupun karena terdapat hal-hal lain yang lebih menjadi prioritas, pengelolaan sampah di perkotaan menjadi terabaikan. Jika pengelolaan sampah tidak dilakukan dengan baik, maka keberadaan sampah perkotaan, yang memiliki jumlah yang besar tersebut, kemungkinan dapat menimbulkan berbagai dampak. Selain dampak lingkungan dan kesehatan,

keberadaan sampah yang tidak dikelola dengan baik juga dapat berpengaruh secara tidak langsung pada aspek sosial.

2.3 Metode Pengelolaan Sampah di TPA yang Diterapkan di Indonesia

Sampah yang telah ditimbun pada TPA akan mengalami proses lanjutan diantara lain : Teknologi Pembakaran, Teknologi *Composting*, Teknologi Daur Ulang.

1) Teknologi Pembakaran

Pada pengelolaan sampah dengan menggunakan teknologi ini, akan dihasilkan produk samping berupa logam bekas (*skrap*) dan uap yang dapat dikonversikan menjadi energi listrik. Keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan teknologi ini yakni:

- a. Volume sampah dari sumber sampah dapat berkurang 75% - 80% tanpa proses pemilahan.
- b. Abu yang dihasilkan dari proses pembakaran cukup kering dan bebas dari pembusukan. Sehingga dapat langsung digunakan sebagai bahan pengurug tanpa pengolahan terlebih dahulu.
- c. Jika menggunakan instalasi yang cukup besar, yakni dengan kapasitas ±300 ton/hari, dapat dilengkapi dengan pembangkit listrik. Adanya energi listrik yang dihasilkan tersebut dapat dimanfaatkan untuk membantu beban biaya operasional.

2) Teknologi *Composting*

Produk yang dihasilkan dari pengelolaan sampah organik dengan teknologi ini adalah kompos, yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk dan penguat struktur tanah, yang biasa juga disebut pupuk organik.

3) Teknologi Daur Ulang

Pengelolaan dengan teknologi ini merupakan cara yang konvensional dan relatif lebih mudah dilakukan. Produk dari pengelolaan sampah dengan teknologi ini adalah sampah potensial, yakni sampah yang dapat dimanfaatkan kembali setelah didaur ulang.

Pada dasarnya, yang dimaksud dengan teknologi pembakaran sampah adalah mengkonversi sampah menjadi energi dengan menggunakan proses termal. Energi yang dihasilkan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik. Oleh karena itu, teknologi pembakaran sampah yang menghasilkan listrik dikenal sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa).

2.4 Dampak Negatif Keberadaan Sampah

Pengelolaan sampah yang tidak dilakukan secara sistematis, menyeluruh dan berkesinambungan akan dapat menimbulkan berbagai dampak yang negatif. Menurut Gelbert dkk, dampak tersebut yang akan ditimbulkan adalah sebagai berikut:

- a. **Dampak terhadap kesehatan** adalah merupakan tempat berkembang biaknya organisme yang dapat menimbulkan berbagai penyakit, meracuni hewan dan tumbuhan yang akan dikonsumsi oleh manusia.
- b. **Dampak terhadap lingkungan** yaitu, mati atau punahnya flora dan fauna serta menyebabkan kerusakan pada unsur-unsur alam seperti terumbu karang, tanah, perairan hingga lapizan ozon.
- c. **Dampak terhadap sosial ekonomi**, bisa menyebabkan bau busuk (polusi udara), pemandangan buruk yang sekaligus berdampak negatif terhadap pariwisata serta bencana apabila terjadi banjir.

2.5 Penanggulangan Sampah

Prinsip-prinsip yang juga bisa diterapkan dalam keseharian dalam menanggulangi sampah misalnya dengan menerapkan Prinsip 4R (WALHI, 2004) yaitu:

- *Reduce* (Mengurangi), sebisa mungkin lakukan minimalisasi barang atau material yang kita pergunakan. Semakin banyak kita menggunakan material, semakin banyak sampah yang dihasilkan.
- *Reuse* (Memakai kembali), sebisa mungkin pilihlah barang-barang yang bisa dipakai kembali. Hindari pemakaian barang-barang yang *disposable* (sekali pakai, buang). Hal ini dapat memperpanjang waktu pemakaian barang sebelum ia menjadi sampah.
- *Recycle* (Mendaur ulang), sebisa mungkin, barang-barang yg sudah tidak berguna lagi, bisa didaur ulang. Tidak semua barang bisa didaur ulang,

namun saat ini sudah banyak industri non-formal dan industri rumah tangga yang memanfaatkan sampah menjadi barang lain.

- *Replace* (Mengganti), teliti barang yang kita pakai sehari-hari. Gantilah barang barang yang hanya bisa dipakai sekali dengan barang yang lebih tahan lama. Juga telitilah agar kita hanya memakai barang-barang yang lebih ramah lingkungan. Misalnya, ganti kantong keresek kita dengan keranjang bila berbelanja, dan jangan pergunakan styrofoam karena kedua bahan ini tidak bisa didegradasi secara alami. Dari pada mengasumsikan bahwa masyarakat akan menghasilkan jumlah sampah yang terus meningkat, minimisasi sampah harus dijadikan prioritas utama.

2.6 Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa)

Sebagaimana di jelaskan pada 2.2 tentang metode pengolahan sampah di TPA bahwa Proses dan teknologi yang digunakan untuk membuat PLTSa.Dengan menggunakan LFG “*gas landfill*” terdiri atas sistem pengumpulan “*collection system*”, sistem pengolahan “*treatment system*”, pembangkit listrik “*electricity generation*”, dan penguapan lindi “*leachate evaporation*”. Dimana *collection system* merupakan proses pengumpulan gas *landfill* (LFG) yang berasal dari sampah padat (*Municipal Solid Waste*) yang di uraikan didalam *landfill* secara anaerobik (tanpa udara). Gas tersebut yang nantinya akan menjadi bahan baku dalam pembangkitan tenaga listrik, setelah mendapatkan proses sebagaimana mestinya (*treatment*), sehingga LFG layak dijadikan bahan baku pembangkit listrik

2.6.1 Proses Terbentuknya *Landfill Gas (LFG)*

Landfill adalah metode pembuangan sampah dengan menempatkan sejumlah besar sampah pada suatu lokasi yang digunakan sebagai tempat pembuangan akhir. Landfill akan mengalami proses biologis, kimiawi, dan fisik. Pada reaksi biologis, bahan organik diubah menjadi gas dan cairan. Proses penguraian biologis secara anerobik akan berlangsung dalam waktu yang singkat sampai oksigen yang tersedia mengalami penurunan. Selama penguraian aerobik, dihasilkan gas CO₂. Kemudian terjadi penguraian secara anaerobik, dimana bahan organik diubah menjadi CO₂, CH₄, amoniak, dan hidrogensulfida.

Proses kimiawi yang terjadi pada landfill yaitu terlarutnya kembali hasil penguraian secara biologis bersamaan dengan senyawa lain, terutama senyawa organik. Sedangkan perubahan fisik yang terjadi pada landfill yaitu penyebaran gas-gas yang terbentuk ke lingkungan.

Tchnobanologlous et al (1993) menyebutkan bahwa pembuangan sampah pada *landfill* akan menghasilkan gas maupun air lindi (*leachate*) sebagai output. Gas yang terdapat pada landfill meliputi gas metan (CH₄), karbondioksida (CO₂), karbonmonoksida (CO), amoniak (NH₃), nitrogen (N₂), hidrogen sulfida (H₂S), dan oksigen (O₂). Dari beberapa gas yang dihasilkan di landfill, gas metan (CH₄), dan karbondioksida (CO₂) dihasilkan melalui proses anaerobik.

2.6.2 Konversi Sampah Menjadi Energi Listrik

Proses Transformasi sampah menjadi sumber energi biogas sebagai bahan bakar yang menghasilkan energi listrik secara garis besar dapat diperoleh dengan cara.

1. Konversi Termal
2. Konversi Biologis

2.6.3 Konversi Termal

Dapat melalui tiga metode yaitu : Metode Pirolis, Metode Gasifikasi, dan Metode Plasma Arc Gasifikasi.

a. Metode Pirolis

Metode Pirolis adalah reaksi oksidasi cepat antara bahan organik dengan oksigen, apabila berlangsung secara sempurna kandungan bahan organik akan teruarai menjadi gas ($\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}, \text{CO}, \text{H}_2\text{S}, \text{NH}_3$ dll) yang terbawa dalam gas produk dan abu.

b. Metode Gasifikasi

Metode Gasifikasi adalah proses oksidasi secara termo kimia menjadi gas dimana konversi kimia dan termal menggunakan sedikit atau tanpa oksigen, sehingga bahan organik (sampah) akan terurai menjadi ($\text{H}_2, \text{CO}, \text{H}_2\text{S}, \text{NH}_3$) yang terbawa dalam gas produk dan arang sebagai gugusan selulose yang merupakan rantai majemuk pembentuk molekul gas metan.

c. *Metode Plasma Arc Gasifikasi*

Metode Plasma Arc Gasifikasi adalah metode efektif dalam menguraikan berbagai senyawa organik menjadi elemen – elemen dasar sebuah senyawa. Teknologi ini dengan menggunakan reactor plasma torch, yang dibentuk dengan memberikan tegangan DC pada dua buah elektroda. Dioperasikan tanpa oksigen dengan suhu 5.000-10.000⁰C

2.6.4 Konversi Biologis

Menggunakan bakteri pengurai sampah organik untuk menghasilkan gas metan (CH4). Melalui proses degradasi biologis, sampah organik tersebut diurai kembali oleh bakteri sehingga menjadi antara lain berbentuk gas, air dan padat. Gas terdiri dari metan (CH4), karbondioksida (CO2), amoniak (NH3), dll. Proses konversi secara biologis terbagi atas dua metode yaitu dengan cara *anaerobic digestion* dan *landfill gasification*.

2.6.4.1 Anaerobic Digestion

Anaerobic Digestion adalah proses dimana produk bio-degradable dapat hancur dan terurai diproses menjadi biogas. Biogas ini terdiri dari unsur-unsur seperti metana dan karbon dioksida yang dapat digunakan untuk memproduksi listrik. Agar penguraian anaerobik terjadi, produk harus bebas oksigen dan harus berada pada kondisi tertentu seperti tingkat suhu, kelembaban dan pH yang sesuai. Suhu yang cocok untuk proses ini adalah antara 30 - 40 Celcius dan 60 - 80 Celcius.

Jenis *Digester Anaerobik* :

Ada berbagai jenis digester (pengurai) yang menghasilkan panas dari bahan biomassa yaitu : *Complete Mix, Plug Flow, dan Cover Lagoon.*

a. *Digester Complete Mix*

Digester Complete Mix adalah wadah berbentuk lingkaran besar yang dapat memproses limbah yang campuran padatnya hanya sekitar 10%. Digester ini dapat beroperasi dengan baik pada berbagai tingkat suhu dan bisa menghasilkan panas selama lebih dari 20 hari berturut-turut. Karena tidak memerlukan pemeliharaan atau perbaikan, sistem ini merupakan salah satu jenis digester anaerobik yang paling populer.



Gambar.2.1 *Digester Complete Mix*

b. *Digester Plug Flow*

Digester Plug Flow biasanya dibangun di bawah tanah. Setiap hari, sejumlah tertentu kotoran hewan dikirim ke alat ini. Di sistem ini terdapat sebuah kompartemen dengan udara yang tipis. Sistem ini juga dapat memproses kotoran yang campuran padatnya tidak lebih dari 15%. Jadi, ketika kotoran hewan yang baru ditambahkan, kotoran hewan yang tua masuk ke dalam palung dan akan diproses, sedangkan kotoran hewan yang baru tersebut menunggu sampai hari berikutnya untuk didorong ke bawah. Dengan cara ini, proses terus berlangsung sampai suplai ke digester dihentikan.



Gambar.2.2 *Digester Plug Flow*

c. *Digester Cover Lagoon.*

Pertama-tama dibutuhkan penutup seperti membran kain dan menempatkannya di kolam penampungan limbah. Kemudian limbah diproses dan panas yang dihasilkan diserap oleh penutup. Proses ini tidak cocok untuk limbah padat, tetapi sistem ini paling sesuai untuk limbah cair. *Cover Lagoon* agak lebih sederhana dan biayanya lebih efektif dibandingkan dengan dua tipe digester lainnya, tetapi memiliki satu kelemahan yaitu produksinya tergantung pada suhu. Jadi, di musim panas ketika kolam penampung dipanaskan, produksinya 35% lebih tinggi daripada di musim dingin. Hal lain yang harus diperhatikan adalah paling tidak dibutuhkan waktu 2-3 tahun agar *Cover Lagoon* stabil dan menghasilkan biogas secara konsisten



Gambar.2.3 *Digester Cover Lagoon.*

2.6.4.2 Metode *Landfill Gasification*.

Landfill adalah sebuah area yang menjadi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah secara garis besar, berdasarkan metode dan perlakuan di dalam landfill, Landfill dibagi menjadi tiga, yaitu *Open Dumping*, *Controlled Landfill*, dan *Sanitary Landfill*.

a. *Open Dumping*

Open Dumping adalah sistem pembuangan paling sederhana dimana sampah dibuang begitu saja dalam sebuah tempat pembuangan akhir tanpa perlakuan lebih lanjut. Seyogyanya sistem pembuangan open dumping sudah tidak diberlakukan lagi karena banyak menimbulkan persoalan mulai dari kontaminasi air tanah oleh air lindi, bau, ceciran sampah hingga asap. Namun, masih banyak negara berkembang memakai sistem pembuangan open dumping karena kemudahan dan biaya yang rendah. Karena tidak adanya kontrol terhadapa area pembuangan, banyak pemulung masuk ke dalam TPA untuk memilah sampah yang masih bisa digunakan atau dijual kembali. Hal ini sangat berbahaya bagi keselamatan pemulung karena sampah yang menggunung dapat longsor.



Gambar 2.4 *Open Dumping TPA*

b. Controlled Landfill

Controlled landfill adalah sistem pembuangan yang lebih berkembang dibanding open dumping. Pada metode ini, sampah yang datang setiap hari diratakan dan dipadatkan dengan alat barat. Sampah dipadatkan menjadi sebuah sel. Kemudian, sampah yang sudah dipadatkan tersebut dilapisi dengan tanah setiap lima atau seminggu sekali. Hal ini dilakukan untuk mengurangi bau, mengurangi perkembangbiakan lalat, dan mengurangi keluarnya gas metan. Selain itu, dibuat juga saluran drainase untuk mengendalikan aliran air hujan, saluran pengumpul air lindi (*leachate*) dan instalasi pengolahannya, pos pengendalian operasional, dan fasilitas pengendalian gas metan.



Gambar.2.5 *Controlled Landfill*

c. *Sanitary Landfill*

Sanitary Landfill adalah sistem pengelolaan sampah yang mengembangkan lahan cekungan dengan syarat tertentu meliputi jenis dan porositas tanah.Umumnya batuan landasan adalah lempung atau pada dasar cekungan dilapisi geotekstil untuk menahan peresapan lindi pada tanah, serta dilengkapi dengan saluran lindi. Keuntungan dan Kerugian *Sanitary Landfill* :

1) Keuntungan

- a) Biaya usaha dan investasi usaha rendah.
- b) Dapat memasuki operasi dalam waktu singkat.
- c) Jika dirancang dan dioperasikan dengan baik dan dapat memperkecil hama, acsthetic, penyakit, polusi udara, permasalahan polusi air.
- d) Gas metan dapat digunakan sebagai bahan bakar.
- e) Dapat menerima berbagai macam sampah.
- f) Dapat digunakan untuk reklamasi meningkatkan submarginal daratan.

2) Kerugian

- a) Dapat merosot menjadi tempat sampah terbuka jika tidak dirancang dan diatur dengan baik.
- b) Memerlukan lokasi yang sangat luas.
- c) Sulit menentukan lokasi oleh karena penolakan penduduk dan harga tanah yang naik
- d) Menyebabkan polusi air, produksi metana dari dekomposisi limbah, dapat menimbulkan bahaya kebakaran atau resiko ledakan material.
- e) Membawa limbah / sampah ke lokasi yang jauh memerlukan biaya mahal.