

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori yang relevan

Tchobanoglous (1993) mengatakan sampah adalah bahan buangan padat atau semi padat yang dihasilkan dari aktifitas manusia atau hewan yang dibuang karena tidak diinginkan atau digunakan lagi. Sampah, dihasilkan dari berbagai macam aktivitas dan merupakan produk samping yang sering menimbulkan masalah, apalagi bagi kota yang berpenduduk padat.

Sampah terbagi atas beberapa jenis, yaitu

- a. Berdasarkan sifatnya
 1. Sampah organik - dapat diurai (*degradable*)
 2. Sampah anorganik - tidak terurai (*undegradable*)

Sampah Organik, yaitu sampah yang mudah membusuk seperti sisa makanan, sayuran, daun-daun kering, dan sebagainya. Sampah ini dapat diolah lebih lanjut menjadi kompos. Sampah Anorganik, yaitu sampah yang tidak mudah membusuk, seperti plastik wadah pembungkus makanan, kertas, plastik mainan, botol dan gelas minuman, kaleng, kayu, dan sebagainya. Sampah ini dapat dijadikan sampah komersil atau sampah yang laku dijual untuk dijadikan produk lainnya. Beberapa sampah anorganik yang dapat dijual adalah plastik wadah pembungkus makanan, botol dan gelas bekas minuman, kaleng, kaca, dan kertas, baik kertas koran, HVS, maupun karton.

- b. Berdasarkan bentuknya

Sampah adalah bahan baik padat atau cairan yang tidak dipergunakan lagi dan dibuang. Menurut bentuknya sampah dapat dibagi sebagai:

1) Sampah Padat

Sampah padat adalah segala bahan buangan selain kotoran manusia, urine dan sampah cair. Dapat berupa sampah rumah tangga: sampah dapur, sampah kebun, plastik, metal, gelas dan lain-lain. Menurut bahannya sampah ini dikelompokkan menjadi sampah organik dan sampah anorganik. Sampah organik Merupakan sampah yang berasal dari barang yang mengandung bahan-bahan organik, seperti sisa-sisa sayuran, hewan, kertas, potongan-potongan kayu dari peralatan rumah tangga, potongan-potongan ranting, rumput pada waktu pembersihan kebun dan sebagainya.

Berdasarkan kemampuan diurai oleh alam (*biodegradability*), maka dapat dibagi lagi menjadi:

1. *Biodegradable*: yaitu sampah yang dapat diuraikan secara sempurna oleh proses biologi baik aerob atau anaerob, seperti: sampah dapur, sisa-sisa hewan, sampah pertanian dan perkebunan.
2. *Non-biodegradable*: yaitu sampah yang tidak bisa diuraikan oleh proses biologi. Dapat dibagi lagi menjadi:
 - a) *Recyclable*: sampah yang dapat diolah dan digunakan kembali karena memiliki nilai secara ekonomi seperti plastik, kertas, pakaian dan lain-lain.
 - b) *Non-recyclable*: sampah yang tidak memiliki nilai ekonomi dan tidak dapat diolah atau diubah kembali seperti tetra packs, carbon paper, thermo coal dan lain-lain.

2) Sampah Cair

Sampah cair adalah bahan cairan yang telah digunakan dan tidak diperlukan kembali dan dibuang ke tempat pembuangan sampah.

- a) Limbah hitam: sampah cair yang dihasilkan dari toilet. Sampah ini mengandung patogen yang berbahaya.
- b) Limbah rumah tangga: sampah cair yang dihasilkan dari dapur, kamar mandi dan tempat cucian. Sampah ini mungkin mengandung patogen.

Sampah dapat berada pada setiap fase materi: padat, cair, atau gas. Ketika dilepaskan dalam dua fase yang disebutkan terakhir, terutama gas, sampah dapat dikatakan sebagai emisi. Emisi biasa dikaitkan dengan polusi. Dalam kehidupan manusia, sampah dalam jumlah besar datang dari aktivitas industri (dikenal juga dengan sebutan limbah), misalnya pertambangan, manufaktur, dan konsumsi. Hampir semua produk industri akan menjadi sampah pada suatu waktu, dengan jumlah sampah yang kira-kira mirip dengan jumlah konsumsi.

3) Sampah alam

Sampah yang diproduksi di kehidupan liar diintegrasikan melalui proses daur ulang alami, seperti halnya daun-daun kering di hutan yang terurai menjadi tanah. Di luar kehidupan liar, sampah-sampah ini dapat menjadi masalah, misalnya daun-daun kering di lingkungan pemukiman.

4) Sampah manusia

Sampah manusia (Inggris: *human waste*) adalah istilah yang biasa digunakan terhadap hasil-hasil pencernaan manusia, seperti feses dan urin. Sampah manusia dapat menjadi bahaya serius bagi kesehatan karena dapat digunakan sebagai vektor (sarana perkembangan) penyakit yang disebabkan virus dan bakteri. Salah satu perkembangan utama pada dialektika manusia adalah pengurangan penularan



penyakit melalui sampah manusia dengan cara hidup yang higienis dan sanitasi. Termasuk didalamnya adalah perkembangan teori penyaluran pipa (*plumbing*). Sampah manusia dapat dikurangi dan dipakai ulang misalnya melalui sistem urinoir tanpa air.

5) Sampah Konsumsi

Sampah konsumsi merupakan sampah yang dihasilkan oleh (manusia) pengguna barang, dengan kata lain adalah sampah-sampah yang dibuang ke tempat sampah. Ini adalah sampah yang umum dipikirkan manusia. Meskipun demikian, jumlah sampah kategori ini pun masih jauh lebih kecil dibandingkan sampah-sampah yang dihasilkan dari proses pertambangan dan industri.

6) *Municipal Waste*

Beranjak mengenai sampah yang dihasilkan oleh manusia atau biasa disebut *Municipal Waste*. Kehidupan masyarakat modern memproduksi sampah lebih banyak daripada masyarakat tradisional. Kenyataan ini bisa disaksikan di kota-kota besar, yaitu persoalan penanganan sampah yang tak kunjung terpecahkan. Contohnya, produksi sampah di wilayah Jabodetabek, jika diambil angka rata-rata produksi sampah per orang sekitar 500–1.500 gram per hari, produksi sampah di wilayah tersebut berkisar 10.000–15.000 ton per hari.(dengan asumsi jumlah penduduk wilayah ini sekitar 1.100.000 jiwa).

Komposisi Sampah

Komposisi sampah dapat dibagi menjadi dua golongan, yaitu komposisi fisik sampah dan komposisi kimia sampah.

1) **Komposisi fisik**

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI, 1994) komposisi sampah adalah komponen fisik, seperti sisa – sisa makanan, kertas - karton, kayu, kain – tekstil, plastik, logam besi – non besi, kaca dan lain – lain, misalnya: tanah, pasir, batu keramik.

2) **Komposisi kimiawi**

Untuk mengetahui kandungan kimia dalam sampah perlu uji laboratorium. Komposisi kimia dalam sampah diperlukan untuk mengetahui tingkat pencemaran yang ditimbulkan oleh lindi (*leachate*) terhadap air tanah. Untuk pengolahan komposting informasi ini perlu untuk mengetahui kandungan unsur – unsur hara yang diperlukan, antara lain : karbon (C), nitrogen (N), oksigen (O), Hidrogen (H), sulfur (S), dan phospor (P).



f. Timbulan Sampah

Standar Nasional Indonesia (1994) menyebutkan pengertian timbulan sampah adalah sampah yang diambil dari lokasi pengambilan terpilih untuk diukur volumenya dan ditimbang beratnya dan diukur komposisinya. Tabel 1 menunjukkan timbulan sampah berdasarkan klasifikasi kota, sebagai berikut :

Tabel 1 Timbulan Sampah berdasarkan Klasifikasi Kota

No.	Klasifikasi Kota	Volume (lt/jiwa/hari)	Berat (kg/jiwa/hari)
1.	Kota kecil	2,75 – 3,25	0,70 – 0,80
2.	Kota sedang	2,5 – 2,75	0,625 – 0,70

(Sumber : Tchobanoglous, 1993.)

Parameter timbulan dan komposisi sampah dimaksudkan dapat dipakai sebagai pedoman untuk menentukan sistem pengelolaan sampah perkotaan.

Teknologi Pengolahan Sampah

Seiring dengan kemajuan teknologi yang semakin pesat, cara pandang terhadap sampah pun perlu diubah. Sampah juga bisa menjadi sumber daya yang bermanfaat dan mempunyai nilai ekonomi karena bisa diolah menjadi bahan bakar atau pupuk. Ada beberapa cara yang digunakan dalam pengolahan sampah, seperti:

1. TPA (*land-filling*),
2. pembakaran atau insenerasi (*incineration*), dan
3. daur ulang (*recycling*).

Cara pengolahan yang umum digunakan di Indonesia adalah membawa sampah ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA), sedangkan sebagian kecil didaur ulang. Cara pengolahan dengan membawa sampah ke TPA masih bisa digunakan untuk daerah yang lahannya cukup luas, tetapi kurang efektif dikembangkan di daerah dengan luas lahan terbatas. Selain itu, TPA sampah adalah salah satu tempat penghasil gas metan yang menyebabkan efek rumah kaca, sumber penyakit, dan pada umumnya ditentang oleh masyarakat setempat. Di Eropa, cara ini sudah dilarang sejak tahun 2008.

Cara pengolahan sampah lainnya adalah insenerasi. Insenerasi merupakan cara pengolahan sampah yang digunakan secara komersial. Melalui cara ini, sampah dapat diolah dalam volume besar. Tetapi dengan cara pengolahan sampah ini masih muncul masalah lingkungan, yaitu adanya dioksin yang dapat mengakibatkan gangguan kesehatan seperti kerusakan sistem kekebalan tubuh, kanker, gangguan reproduksi, dan lain-lain. Di samping itu dibutuhkan investasi yang sangat besar, teknologi yang rumit dengan nilai ekonomi yang



minim, dan saat ini sangat dibatasi penggunaannya di negara maju, maka perlu dilakukan kajian pengolahan sampah dengan metode insinerasi ini yang sesuai dengan peraturan kementerian lingkungan hidup, sehingga aman dan selamat bagi warga yang bertempat tinggal disekitar pengolahan sampah.

Gas Metana

Sampah adalah salah satu sektor hasil dari aktivitas manusia yang berkontribusi dalam pemanasan global. Sampah menyumbang gas rumah kaca dalam bentuk gas metana (CH_4) dan gas karbondioksida (CO_2). Sampah yang tertimbun dalam jangka waktu tertentu akan mengalami dekomposisi dan menghasilkan gas-gas yang menyebar diudara, Gas-gas yang dihasilkan dari proses degradasi sampah organik diantaranya yang paling banyak dihasilkan yaitu gas metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2). Gas metana yang dilepaskan ke udara begitu saja memiliki emisi gas rumah kaca sebesar 21 kali lebih buruk dari CO_2 . (Winayanti, 2009)

Metana adalah hidrokarbon paling sederhana yang berbentuk gas dengan rumus kimia CH_4 . Metana murni tidak berbau, tapi jika digunakan untuk keperluan komersial, biasanya ditambahkan sedikit bau belerang untuk mendeteksi kebocoran yang mungkin terjadi.

Metana termasuk salah satu gas atmosfer yang memberikan efek rumah kaca (green house gas). Komposisi metana di atmosfer lebih rendah dibandingkan dengan gas karbondioksida (CO_2) yaitu hanya 0,5% dari jumlah CO_2 , namun koefisien daya tangkap panas metana jauh lebih tinggi, yaitu 25 kali gas CO_2 , sehingga 15% pemanasan global disumbang dari gas metana.(IPCC, 2006)

Akan tetapi, akhir-akhir ini gas metana banyak dimanfaatkan oleh manusia. Karena sifatnya yang mudah terbakar, gas metana dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Oleh manusia, gas metana yang dihasilkan dari peristiwa metanogenesis dengan sengaja ditangkap dan dikumpulkan. Hal ini dilakukan selain mengurangi efek rumah kaca juga diperoleh manfaat yaitu sumber energi alternatif. Bahkan untuk memperoleh gas metana yang lebih banyak dan cepat, kadang kala manusia melakukan rekayasa terhadap pertumbuhan dan perkembangan dari bakteri penghasil gas metana. Manusia membuat suatu wadah tertutup sehingga udara sedikit atau tidak dapat masuk ke dalam wadah. Hal ini sengaja dilakukan untuk mengoptimalkan peristiwa yang disebut fermentasi anaerobik, yaitu peristiwa dimana bakteri anaerobik mendapatkan mengolah makanannya secara optimal dengan tanpa adanya oksigen. Dengan terjadinya peristiwa ini, gas metana yang dihasilkan lebih optimal. Gas metana kemudian dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk generator sehingga generator dapat



bergerak dan menghasilkan listrik atau dapat digunakan langsung sebagai bahan bakar kompor gas. Karena dimanfaatkan sebagai bahan bakar selanjutnya gas metana dikenal sebagai biogas.

Model LandGem

LandGEM (Landfill Gas Emission Model) adalah alat estimasi dengan antarmuka Microsoft Excel yang dapat digunakan untuk memperkirakan tingkat emisi total gas TPA,

metana, karbon dioksida, senyawa organik non metana, dan polutan udara individu dari tempat pembuangan sampah kota. Penggunaan LandGem telah diakui oleh USEPA secara luas sebagai alat yang mampu memperikan emisi gas dari TPA

2.2 Penelitian Terdahulu

Dari beberapa penelitian sebelumnya antara lain, Zamorano (2005) mengatakan biogas yang dihasilkan dari proses degradasi sampah di TPA memiliki kadar metana bervariasi antara 45% sampai 50%, tergantung kondisi sampah yang ditimbun, apakah dalam keadaan basah atau kering. Dimana sampah yang lebih kering akan menghasilkan nilai metana yang lebih tinggi.

Jeswani (2012) mengatakan, komposisi sampah mempengaruhi produksi metana yang dihasilkan, sebagai contoh dengan meningkatnya komposisi sampah kertas pada sampah yang masuk Ke TPA dari 40% ke 80%, mampu meningkatkan produksi gas rumah kaca hingga 7 - 8,5 %.

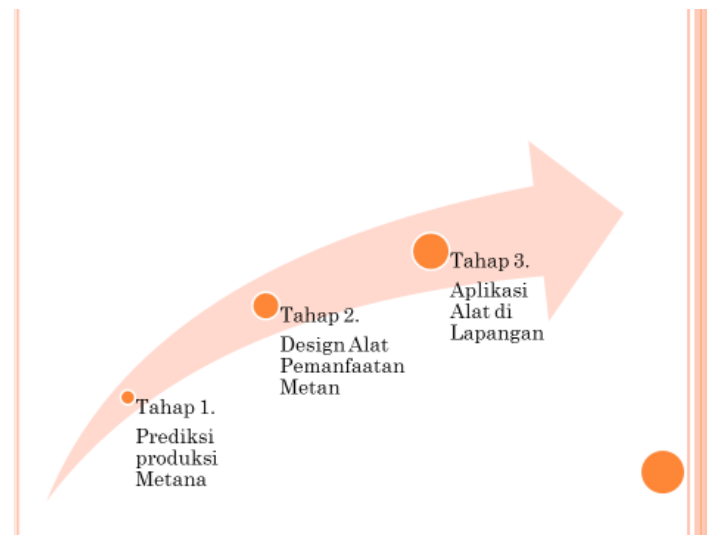
Nikiema (2007) mengatakan faktor ketersediaan O₂ dan suhu setelah penutupan sampah dengan tanah penutup memiliki pengaruh terhadap produksi gas metana. Selain itu, jenis tanah penutup yang digunakan juga memiliki pengaruh, apakah itu tanah gambut, tanah hitam, tanah berpori ataupun tanah yang memiliki banyak unsur hara seperti kompos.

Metana diproduksi di TPA setelah sampah ditutup dengan tanah penutup, kemudian terjadi proses degradasi sampah, dan akan terus berproduksi setelah 25-30 tahun setelah TPA ditutup. Oleh karena itu, perlu dilakukan perhitungan sisa masa pakai TPA Muara Fajar dan penutupannya. Kemudian sampai kapanakah produksi metana akan berlangsung.

2.3 Kerangka Pemikiran

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian besar yang dapat dilihat berdasarkan kerangka pemikiran pada gambar 1 berikut





Gambar 1. Kerangka Pemikiran Penelitian

Pada tahap pertama ini akan dicapai/didapat nilai produksi metana dari hasil degradasi sampah di TPA