

GAS BIO DAN PUPUK ORGANIK DARI SAMPAH

Oleh :

Robiatun

Abstract

As known garbage should be manage properly. There are some managements treatment for garbage, such as burning, landfill and composing. Another way to manage the waste by extracting the organic content in the form of leachate with high strength COD, then the leachate is processed anaerobically. This anaerobic process appears to be a promise option because the process is not only solve the problem of garbage disposal but also produce gas bio which has heating value of 960 BTU / ft³ and digested sludge which the N, P and K content is found higher compared to organic manures obtained from various sources can be used as manure.

Intisari

Sebagai diketahui, sampah harus dikelola dengan benar. Ada beberapa cara untuk mengelola sampah misalnya dengan pembakaran, penimbunan dan kompos. Cara lain untuk mengelola sampah yaitu dengan mengekstrak bahan organiknya dalam bentuk leachate yang mempunyai COD konsentrasi tinggi untuk diolah secara anaerobik. Proses pengolahan anaerobik ini memberikan pilihan yang menjanjikan, karena proses ini tidak hanya memecahkan problem pembuangan sampah tetapi juga menghasilkan gas bio yang dapat memberikan nilai panas 960 BTU / ft³ serta lumpur yang telah terurai yang mengandung N, P, dan K lebih tinggi dibanding pupuk organik, dari beberapa sumber yang dapat digunakan sebagai pupuk organik.

PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan lingkungan yang dihadapi kota besar adalah menumpuknya sampah. Timbulnya permasalahan lingkungan karena adanya kenaikan jumlah produk yang cukup besar, sedangkan areal penampungan terbatas. Adanya kenaikan jumlah penduduk yang pesat serta sampah tersebut berasal dari hotel, rumah tangga, restoran, rumah sakit, pasar, pertokoan, termasuk kemasan bekas yang berasal dari kegiatan industri. Komposisi sampah di DKI Jakarta menurut Dinas Kebersihan dapat dilihat pada Tabel 2.

*) Staf Peneliti
Bai Bersar Industri Kimia

Tabel 2
Komposisi Sampah di DKI Jakarta.

*	Organik	73,99	%
*	Kertas	10,18	%
*	Glas	1,75	%
*	Plastik	7,862	%
*	Logam	2,04	%
*	Kayu	0,98	%
*	Tekstil	1,57	%
*	Karet	0,55	%
*	Baterai	0,29	%
*	Lain-lain	0,86	%

Dari tabel 2 di atas, sampah organik sebesar 73,99 % ini dapat dipisahkan dan diolah menjadi gas bio dan pupuk organik, sedang sisanya didaur ulang atau dikirim ke tempat pembuangan akhir.

PENGELOLAAN SAMPAH

Pengelolaan sampah yang efektif tidak hanya memerlukan operasi yang efisien dari petugas kebersihan, tetapi tergantung juga pada partisipasi penduduk. Dalam pelaksanaan sehari-hari sampah rumah tangga dikumpulkan oleh petugas pengumpul sampah yang dikoordinir oleh RT/RW. Sampah tersebut dikumpulkan menggunakan gerobak dan dibawa ke tempat pengumpulan sementara atau langsung ke truk. Dengan menggunakan truk, sampah dibawa ke tempat pembuangan akhir. Sedang sampah pasar dikumpulkan disuatu tempat kemudian diangkut dengan truk ke tempat pembuangan akhir. Ada beberapa cara pengolahan sampah yang dilakukan yaitu :

- Pembakaran
 - Penimbunan
 - Kompos
 - Anaerobik
- Pembakaran sampah basah sulit dilakukan, pembakaran hanya dapat dilakukan untuk sampah yang sudah kering. Namun pembakaran ini tidak direkomendasikan, karena akan mengganggu lingkungan dan kesehatan dengan asap yang dihasilkan, apabila pembakarannya tidak dilakukan dengan benar, karena dikhawatirkan asapnya akan memberi dampak penyakit kanker. Pembakaran dengan menggunakan incinerator dengan kondisi tertentu diijinkan.
 - Penimbunan tidak cocok untuk pengelolaan sampah karena memerlukan tanah yang luas. Hal ini disebabkan karena peruraian bahan organik oleh mikro organisme sangat lambat. Pengelolaan sampah dengan penimbun-

an ini akan menimbulkan gangguan kesehatan karena terjadinya pencemaran air dan udara (3,4).

- Kompos merupakan hasil perombakan bahan organik menjadi bahan yang lebih sederhana dan stabil (seperti humus) karena aktifitas mikroorganisme. Proses ini dapat terjadi baik dengan oksigen (aerobik) maupun tanpa oksigen (anaerobik). Pengomposan aerobik menghasilkan kompos yang baik dalam waktu yang cepat dan bebas pathogen, sebaliknya dengan pengomposan anaerobik. Selama pengomposan, mikroorganisme memanfaatkan bahan makanan yang terdapat didalam bahan organik yang mudah terurai sebagai sumber energi dan untuk berproduksi. Bahan organik mulai diuraikan oleh mikroorganisme pada saat kelembaban yang sesuai tercapai. Kecepatan tumbuh mikroorganisme akan dipengaruhi oleh kandungan C, N dan unsur lain. Hasil oksidasi ini akan mengakibatkan timbulnya kalor, sehingga suhu bahan akan naik dari tahap mesophilik ke tahap thermophilik. Peruraian ini berlangsung terus hingga suhu turun kembali dan akhirnya mencapai kondisi ambien. Selama proses pengomposan ini terjadi penyusutan massa dan volume yang cukup besar. Mikroorganisme yang berperan dalam pengomposan ini adalah bakteri, jamur dan actinomycetes.

Keuntungan pengelolaan sampah dengan pengomposan adalah :

- * Penanganan yang mudah, sederhana dan tidak memerlukan teknologi tinggi.
- * Hasil pengomposan dapat dijadikan pupuk dan perbaikan struktur tanah.
- * Biaya pengolahan yang relatif murah.

PENGOLAHAN SAMPAH SECARA ANAEROBIK.

Proses pengolahan anaerobik adalah proses peruraian bahan organik atau biomassa oleh mikroorganisme dalam kondisi tidak terdapatnya udara bebas. Proses ini terutama untuk mengolah air limbah organik, akan tetapi banyak juga peneliti yang meneliti proses anaerobik untuk mengolah sampah menjadi gas bio dan pupuk organik dengan sistem kering (dry anaerobic digestion). (7). Dry anaerobic Digestion adalah suatu proses peruraian anaerobik dengan kadar air cukup rendah yaitu antara 65-70 % dan padatan totalnya 30-35 %, sedang anaerobic digestion memerlukan kadar air lebih tinggi. (7). Keuntungan penggunaan biomassa atau limbah organik sebagai bahan baku energi yaitu :

* Bahan/limbah organik atau biomassa tidak akan habis dan tersedia cukup banyak. Berlawanan dengan minyak, gas alam dan batubara yang berasal dari fosil.

* Kombinasi pembuangan limbah dan mendapatkan energi merupakan proses daur ulang, biayanya lebih murah. (5).

Seperti sudah dijelaskan, bahwa sampah apabila tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan bahaya bagi kesehatan maupun lingkungan. Pengelolaan sampah dengan cara dibakar, penimbunan dan pengomposan masih banyak kelemahannya. Ada cara lain yang dapat dilakukan untuk mengolah sampah dengan cara memisahkan sampah tersebut menjadi sampah organik dan anorganik. Sampah organiknya dapat diolah menjadi gasbio secara anaerobik dan pupuk organik sebagai hasil sampingnya. Pengolahan sampah secara anaerobik dapat dilakukan dengan menggunakan bahan organik, misalnya : Kol, lobak, bayam, dan lain-lain. Bahan-bahan tersebut dipotong-potong dengan ukuran 1 – 2 cm. Menurut Rajeshwari, komposisi sampah organik tersebut dapat dilihat pada tabel 3 (9).

Tabel 3. Komposisi Sampah Organik

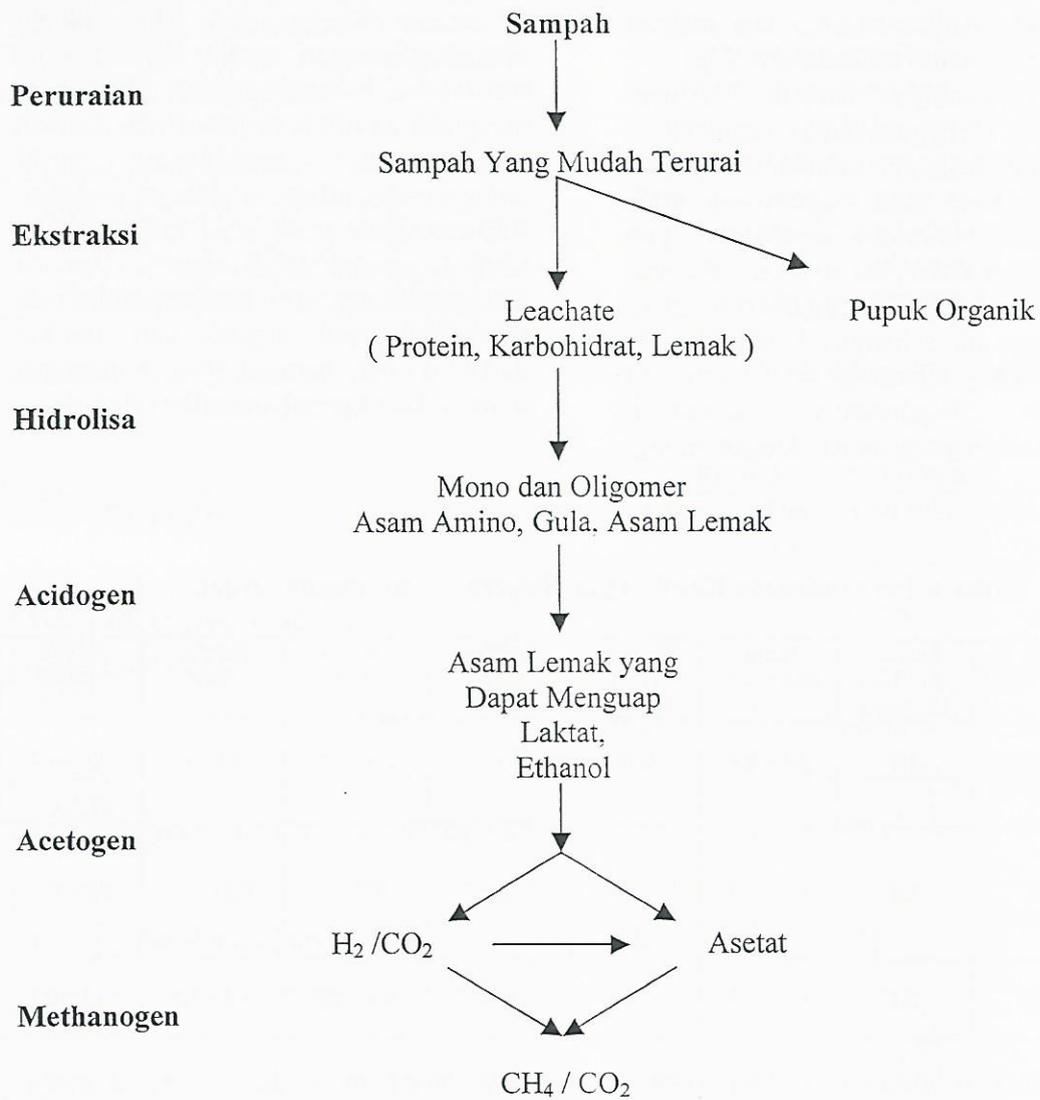
Komposisi	%
Padatan Total (TS)	11,6 ± 0,3
Zat padat yang dapat menguap (VS)	9,6 ± 0,3
Kadar air	88,43 ± 0,02
C	31 ± 2
N	3,9 ± 0,2
C / N	8,1 ± 0,3

Proses pengolahan sampah menjadi gas bio melalui proses :

- * Peruraian
- * Ekstraksi
- * Anaerobik

Skema proses pengolahan sampah menjadi gas bio dan pupuk organik dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Proses Pengolahan Sampah Mmenjadi Gas Bio dan Pupuk Organik



- Proses peruraian bertujuan untuk membuat sampah lebih mudah terekstraksi dan dapat melarutkan hemi selulosa. Basa atau NaOH 1 % digunakan untuk merendam sampah selama 24 jam pada suhu kamar dalam tangki anaerobik. Selanjutnya pH dari sampah diatur menjadi 7 dan padatan totalnya menjadi 5 %. Kemudian ditambahkan kedalam tangki tersebut, kotoran sapi sebagai sumber bakteri methanogen. (9).
- Proses ekstraksi sampah dilakukan dengan menggunakan air yang disempotkan kedalam sampah yang telah dinetralkan tadi. Rajeshwari telah meneliti ekstraksi sampah dengan komposisi tersebut di atas sebanyak 35 kg, dengan menggunakan setiap harinya air sebanyak 5 liter dan 30 liter yang disempotkan selama 15 menit, leachatenya ditampung. Penelitian yang sama dengan meng-

gunakan 100 liter air, leachate yang terkumpul disirkulasi untuk menyempot. Penelitian tersebut menghasilkan COD leachate seperti Tabel 4. (9). Menurut Rajeshwari, proses ekstraksi leachate dari sampah diperoleh limbah padat pupuk organik. Pupuk organik ini berasal dari proses penghancuran dan pembusukan sampah organik (1). Pupuk organik tersebut mengandung unsur makronutrien (N, P, & K) kadarnya lebih tinggi dibanding dengan pupuk organik yang berasal dari beberapa sumber. Disamping mengandung unsur makronutrien, limbah tersebut juga mengandung unsur mikronutrien, misalnya mangan dan besi. Ini menunjukkan bahwa limbah padat yang merupakan hasil samping ekstraksi leachate mempunyai kualitas lebih baik dibanding pupuk organik lain. Berikut dapat dilihat perbandingan kandungan nutrien dalam pupuk organik, Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Kandungan Nutrien dalam Pupuk Organik (9).

Nutrien (Dalam %)	Limbah Setelah Ekstraksi	Rabuk Pekarangan	Kompos Jerami	Kompos Kota	Kompos Desa	Kotoran Sapi	Rabuk Hijau
Phosphor (sebagai P2O5)	1,6	0,4 – 0,8	0,15	1	0,3 – 0,6	1,1 – 2	0,1 – 0,2
Kalium (sebagai K2O)	2,4	0,5 – 1,9	0,5	1,5	0,7 – 1	0,8 – 1,2	0,6 – 0,8
Nitrogen	2,1	0,5 – 1,5	0,5	1 - 2	0,4 – 0,8	1,6 – 1,8	0,5 – 0,7

* Proses anaerobik merupakan proses peruraian bahan organik dengan bantuan mikroorganisme tanpa adanya udara bebas. Dalam peruraian tersebut leachate yang mengandung senyawa organik kompleks terurai menjadi senyawa sederhana. Perubahan ini dilakukan oleh bakteri fermentasi dengan menggunakan enzim yang diproduksinya. Senyawa organik kompleks seperti : polysacharida dihidrolisa menjadi monosacharida, protein menjadi asam amino dan lemak menjadi asam lemak. Senyawa hasil hidrolisa tersebut akan dirubah menjadi asam piruvat yang selanjutnya akan dirubah lagi menjadi bentuk yang lebih sederhana dan bersifat terlarut, seperti : asam propionat,

asam asetat oleh bakteri acetogen. Bahan-bahan organik ini selanjutnya akan diuraikan oleh bakteri methanogen menjadi gas methan dan karbon dioksida serta gas-gas lain sesuai dengan reaksi yang terjadi. Pada umumnya komposisi gas bio tersebut terdiri dari 70 % CH₄ (gas methan) dan 30 % CO₂. Gas methan yang dihasilkan dalam setiap lb COD atau BOD terolah adalah sebesar 5,62 ft³. Gas methan tersebut mempunyai nilai panas 960 BTU / ft³ (5,7). Pada Tabel 5. dapat diperkirakan gas bio yang dihasilkan dari pengolahan leachate secara anaerobik untuk 3 perbedaan penambahan air. Dari tabel diatas, dengan asumsi gas CO₂ yang terkandung didalam gas bio sebesar 30 % maka jumlah nilai panas gas methan yang diperoleh dari sampah 35 kg dengan

Tabel 5. Gas Yang Dihasilkan Pada Penggunaan Air Untuk Ekstraksi Sampah Yang Berbeda-Beda. (9).

No.	Parameter	Ekstraksi bahan organik		
		Dengan 5 liter air	Dengan 30 liter air	Sirkulasi
1.	COD maksimum mg / Lt.	23,560	14,729	12,752
2.	Produksi gas total (L)	500	766,08	547
3.	Hasil Gas maksimum m ³ / kg TS	0,15	0,19	0,134
4.	Total Waktu (hari)	25	22	2,5

asam laktat, etanol, asam lemak yang dapat menguap, H₂ dan CO₂ oleh bakteri acidogen. Kemudian senyawa-senyawa ini akan diuraikan menjadi H₂, CO₂,

variasi perlakuan ekstraksi dengan 5 Lt, 10 Lt dan sirkulasi yaitu masing-masing sebesar : 11.875, 2 BTU, 18.182,4 BTU dan 12.988,8 BTU.

FAKTOR DAN HAMBATAN YANG HARUS DIPERHATIKAN DIDALAM PERURAIAN SECARA ANAEROBIK

Faktor penting dalam pengoperasian digester anaerobik yaitu :

* Suhu (5, 7, 10).

Pada umumnya makin tinggi suhu maka pertumbuhan bakteri akan semakin cepat, ini berarti proses peruraian akan semakin cepat. Kesulitan di dalam pengoperasian digester suhu tinggi adalah mempertahankan suhu itu sendiri agar tidak terpengaruh oleh udara luar. Kondisi thermophilik (50 - 65 °C) akan menghasilkan gas 50 % lebih tinggi dibanding dengan kondisi mesophilik (30 - 35 °C).

* pH (5, 7, 10).

pH optimum untuk proses anaerobik adalah antara 6,5 - 7,5. Jika pH lebih kecil dari 6,5 maka akan terbentuk kondisi asam. Hal ini akan menghambat pertumbuhan bakteri methanogen dan efisiensi dari proses akan menurun, sehingga produksi gas methan terhenti dan CO₂ bertambah. Untuk mempertahankan kondisi pH yang netral perlu ditambahkan NaHCO₃ / NaOH. Pemanfaatan kapur harus hati-hati karena jika penggunaan berlebihan akan menghasilkan endapan.

* Pengenceran (7).

Hal ini penting untuk proses anaerobik secara kontinyu, pengenceran yang terlalu tinggi akan menurunkan kecepatan peruraian zat organik. Selain itu juga dalam alirannya akan membawa

keluar bakteri yang dibutuhkan oleh proses didalam digester tersebut. Kadar air didalam reaktor diharapkan 65 - 70 %.

Hambatan yang harus diperhatikan di dalam peruraian secara anaerobik.

Faktor penghambat untuk pertumbuhan bakteri methanogen, yaitu :

* Oxidation Reduction Potential (ORP) (7)

Untuk mendapatkan produksi gas methan optimum didalam suatu digester, ORP-nya antara 520 mV dan 530 mV. Jika digester diperkirakan pada 435 mV, gas methan tetap terbentuk walaupun dalam jumlah kecil. Akan tetapi jika diperkirakan pada 360 mV, maka gas methan sama sekali tidak terbentuk.

* Amoniak (5,7)

Amoniak dalam konsentrasi tinggi (melebihi 3.000 mg/L) akan meracuni, sedang konsentrasi melebihi 1.500 mg/L menghambat pertumbuhan bakteri methanogen.

* Bahan Beracun (5, 7, 10).

Sulfida, sulfat, logam berat adalah penghambat pertumbuhan bakteri methanogen. Garam-garam anorganik dengan konsentrasi rendah diperbolehkan, sedang konsentrasi tinggi akan menyebabkan racun terhadap methanogen. Sulfida dalam bentuk Na₂S tidak boleh melebihi 200 mg/L. Sedang sulfat dengan konsentrasi tinggi menghambat pembentukan gas methan. Logam berat misalnya Cu, Cr, Ni bersifat racun pada konsentrasi rendah. Dengan adanya sulfida beberapa logam akan mengendap.

PEMURNIAN DAN KEGUNAAN GAS BIO

Gas bio yang dihasilkan oleh proses peruraian zat karbon ini akan selalu merupakan campuran gas. Persentase ideal gas metan yang dihasilkan dalam proses anaerobik ini sekitar 70 %. Untuk penggunaan tertentu, gas bio tersebut masih perlu dicuci. Kandungan CO₂ 30% di dalam gas bio tidak mengganggu pembakaran, tetapi kalau terlalu banyak H₂S akan menyebabkan korosi. Untuk mencuci gas bio tersebut dapat menggunakan filter air kapur untuk membersihkan CO₂. Untuk membersihkan H₂S, gas tersebut dialirkan melalui filter yang berisi pasir besi. Kerap kali air yang terikut di dalam gas mengganggu pembakaran dan menyumbat pipa gas. Untuk itu gas dapat disalurkan melalui CaO atau CaCl₂ untuk mengeringkan uap air. Gas metan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk sumber tenaga mekanis dan listrik, seperti untuk bahan bakar mesin diesel yang disesuaikan atau sebagai mesin penggerak dinamo pembangkit listrik. Gas metan juga langsung dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk dapur atau untuk penerangan. (2).

KESIMPULAN

1. Pengelolaan sampah dengan pembakaran, penimbunan mempunyai kelemahan yaitu dapat menimbulkan gangguan kesehatan dan lingkungan.
2. Pembuatan kompos dari sampah merupakan salah satu alternatif menanggulangi masalah penggunungannya sampah.
3. Sampah yang diolah secara anaerobik menghasilkan gas bio berupa mayo-

ritas gas CH₄ dan pupuk organik. CH₄ tersebut dapat dimanfaatkan untuk bahan bakar dengan nilai panas 960 BTU / ft³.

4. Ekstraksi sampah 35 kg dengan menyemprotkan air 5 Lt, 30 Lt setiap harinya dan sirkulasi dari 100 Lt air, menghasilkan 11,875 BTU; 18.182,4 BTU dan 12.988,8 BTU.
5. Hasil samping mendapatkan gas bio ini berupa lumpur yang telah terurai dengan kualitas P₂O₅ 1,8 %; K₂O 2,4 % dan N 2,1 %; serta Mangan dan Besi dalam jumlah kecil.

PUSTAKA

1. – Pupuk Kompos, PT. Kumia Pelita. Jakarta (1976).
2. Blot S J, Recycling Process Dalam Integrated Rural Development System. Yayasan Realino Jogja (1976).
3. Vincent Cavaseno At All, Industrial Wastewater And Solid Waste Engineering, Chemical Engineering Magazine, Mc Graw Hill Publications Co New York, NY (1980).
4. Klass and Emert, Fuels From Biomass and Wastes, Ann Arbor Science. Publister Inc. The Butterworth Group (1981).
5. – Third Jabotabek Urban Development Project (JUDP III) Environmental Component 2, Mott Mac Donald Environmental Consultants, Sinclair Knight & Partners, Core Laboratories PT. Intersys Kelola Maju, Redecon Resource Development Consultant (1993).

6. Eckenfelder W, Industrial Water Pollution Control, Second Edition, Mc Hill, Inc New York (1989).
7. Pudji Pranoto, Produksi Gas bio Dengan Sistem "Dry Anaerobic Digestion" Prosiding Workshop Teknologi Lingkungan, Buku 1 Teknologi Pengolahan Limbah. Direktorat Teknologi Pemukiman dan Lingkungan Hidup. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (1993)
8. - Development of A Methane Production System From Household Waste Water Re-Use Promotion Center, Tokyo (1995).
9. KV Rajeshwari Atall Biomethanation of Vegetable Market Wastes, Tata Energy Research Institute, Habitat Place, Lodhi Road, New Delhi (1996)
10. Lubberding, Microbiology of Anaerobic Systems, Wageningen Agricultural University, IHE Self (19977).

-----0000000000000000-----