

**POTENSI PENURUNAN EMISI GAS RUMAH KACA
MELALUI PENGOMPOSAN SAMPAH**

Suprihatin, Nastiti Siswi Indrasti, dan Muhammad Romli

Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian - IPB
Kampus IPB Darmaga, PO. Box 220 Bogor
Tel./Fax: 0251 - 621 974 / 627 830, e-mail: suprihatin@indo.net.id

ABSTRACT

Methane (CH₄) is the second most important greenhouse gas after carbon dioxide. An important source of CH₄ generation is anaerobic decomposition of organic municipal solid wastes (MSW) in landfill sites. Some control measures are in need to be undertaken, and composting being one of them. The objectives of this research work were to quantify potential contribution of MSW composting in reducing greenhouse gas emission and to illustrate the extent of composting contribution to the emission reduction (ER). Survey was conducted in the Indonesian highly urbanized region of Jabotabek (Jakarta, Bogor, Tangerang, and Bekasi), and simulation was carried out to determine the value of ER at different scenarios. The mass balance approach is the main method for analyzing the potential reduction of the CH₄ emission. The study indicated that app. 5 million tons of MSW is generated annually in the study area. Assuming the average gas production rate of 235 L CH₄/kg MSW applies and 80% of the MSW is disposed off in the landfill sites, an amount of 0.5 million tons of CH₄ is generated in the study area annually. By producing one ton of compost from MSW, the CH₄ emission could be therefore reduced by 0.2 to 0.3 tons.

Keywords : *municipal solid waste, composting, greenhouse gas emission, methane emission reduction, Clean Development Mechanism (CDM)*

PENDAHULUAN

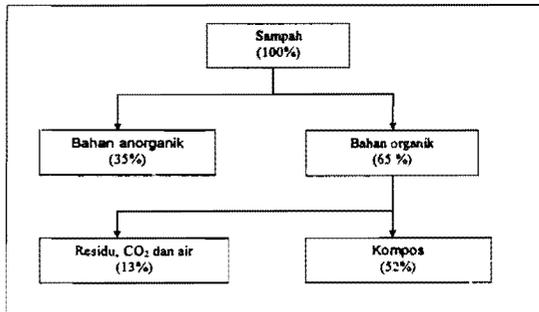
Gas rumah kaca (GRK) adalah istilah kolektif untuk gas-gas yang memiliki efek rumah kaca, seperti klorofluorokarbon (CFC), karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), nitrogen oksida (NO_x), ozon (O₃) dan uap air (H₂O). Beberapa gas tersebut memiliki efek rumah kaca lebih besar daripada gas lainnya. Sebagai contoh, metana memiliki efek 20-30 kali lebih besar dibanding dengan karbon dioksida, dan CFC diperkirakan memiliki efek rumah kaca 1000 kali lebih kuat dibanding dengan karbon dioksida (Porteous, 1992).

Kontribusi relatif terhadap efek rumah kaca masing-masing gas tersebut di atas disajikan pada Tabel 1. Seperti terlihat pada tabel tersebut, metana berkontribusi 15-20 persen terhadap efek rumah kaca, dan oleh karena itu pengaruh ini tidak dapat diabaikan. Sumber-sumber metana mencakup lahan persawahan, peternakan sapi, industri minyak dan gas, serta tempat-tempat pembuangan sampah (TPA). Karena besarnya efek rumah kaca gas metana, usaha-usaha penanggulangannya seharusnya diarahkan kepada pengendalian sumber-sumber emisi metana tersebut.

Table 1. Gas rumah kaca penting, sumber dan kontribusinya terhadap peningkatan efek rumah kaca

Senyawa	Sumber	Kontribusi Relatif terhadap Efek Gas Rumah Kaca (dalam persen)	
		Hanks (1996)	Porteous (1992)
CO ₂	Pembakaran bahan bakar fosil, penebangan hutan	60	50
CH ₄	Sapi, dekomposisi sampah (landfill), lahan persawahan	15	20
NO _x	Industri, pupuk	5	5 (mencakup uap air)
CFC	AC, refrigerator, busa aerosol	12	15
O ₃	Konversi polutan otomobil oleh sinar matahari	8	10

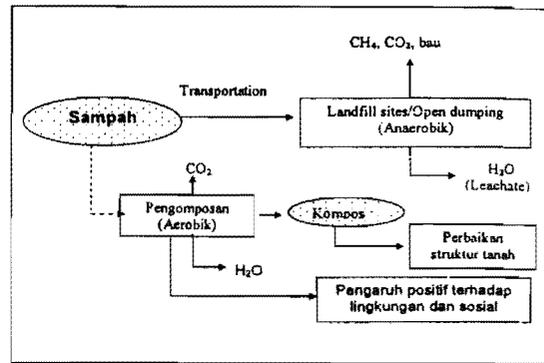
Pengomposan merupakan alternatif pemecahan masalah manajemen sampah. Pengomposan adalah suatu proses biologis dimana bahan organik didegradasi pada kondisi aerobik terkendali. Dekomposisi dan transformasi tersebut dilakukan oleh bakteri, fungi dan mikroorganisme lainnya. Pada kondisi optimum, pengomposan dapat mereduksi volume bahan baku sebesar 50-70 %. Sebagai ilustrasi, 1000 ton sampah dapat dikonversi menjadi 400-500 kompos yang siap untuk digunakan/dipasarkan. Neraca massa pengomposan sampah dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Neraca massa pengomposan sampah (CPIS, 1992)

Kompos memiliki tekstur dan bau seperti tanah. Kompos dapat meningkatkan kandungan bahan organik dan nutrisi, serta memperbaiki tekstur dan kemampuan untuk mempertahankan kelembaban tanah. Kompos dapat diaplikasikan untuk pertamanan, pengendalian erosi, dan kondisioner tanah kebun, pembibitan, dan lapangan golf. Potensi pasar terbesar bagi kompos adalah sektor pertanian, penimbunan atau reklamasi, pertamanan, dan ekspor (misalnya ke negara-negara timur tengah). Sunyoto (2001) melaporkan bahwa potensi permintaan terhadap kompos mencapai 11 juta ton per tahun.

Beberapa keuntungan lain pengomposan sampah adalah perbaikan manajemen lingkungan, terutama di daerah padat penduduk. Bisnis pengomposan yang ekstensif juga dapat menyerap tenaga kerja. Keuntungan pengomposan sampah yang lebih bersifat lokal adalah penurunan jumlah sampah yang harus diangkut ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA), yang dapat mencemari saluran air atau air tanah, serta menjadi sarang penyakit. Jumlah kebutuhan lahan untuk pembuangan sampah juga akan berkurang jika lebih banyak sampah yang dikomposkan. Kualitas udara akan meningkat, karena lebih sedikit bahan organik basah yang ditumpuk dipinggir jalan atau di tanah kosong. Keuntungan pengomposan sampah dibanding dengan landfill / open dumping dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Keuntungan pengomposan relatif terhadap landfill/open dumping

Protokol Kyoto menawarkan tiga mekanisme pengurangan perubahan iklim global, yaitu dalam bentuk *Joint Implementation (JI)*, *Clean Development Mechanism (CDM)*, dan *International Emissions Trade (IET)*. Ketiga mekanisme tersebut didasarkan pada prinsip bahwa emisi dapat diperdagangkan dalam bentuk penurunan emisi (*Emissions Reduction/ER*). Harga ER berkisar dalam selang US\$ 5–20 per ton C (Soemarwoto, 2001). Dalam konteks ini, pengomposan dapat dianggap sebagai cara untuk mengimplementasikan CDM dalam hal penurunan produksi metana dari tempat pembuangan sampah.

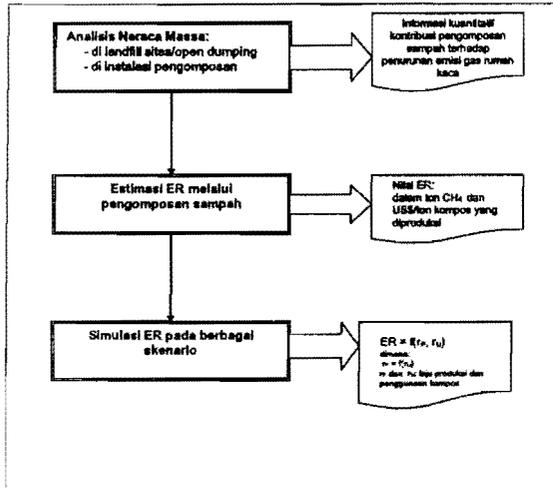
Tujuan studi ini adalah untuk mengkuantifikasi potensi kontribusi pengomposan sampah dalam penurunan emisi gas rumah kaca, dan untuk mengilustrasikan kontribusi pengomposan sampah terhadap penurunan emisi (ER) yang dinyatakan dalam nilai uang per ton kompos yang dihasilkan pada berbagai skenario.

METODOLOGI

Studi ini difokuskan pada wilayah padat penduduk Jabotabek (Jakarta, Bogor, Tangerang, dan Bekasi), dimana sampah dihasilkan dalam jumlah besar. Dalam pelaksanaan studi ini, dilakukan survei untuk mengumpulkan data jumlah penduduk, produksi sampah, dan manajemen sampah di masing-masing daerah tersebut. Survei dilakukan selama bulan Maret – Juni 2002. Data dan informasi sekunder dikumpulkan dari hasil studi terdahulu / literatur yang relevan. Simulasi dilakukan untuk menentukan nilai ER pada berbagai skenario. Prinsip neraca massa digunakan sebagai metode utama dalam analisis potensi reduksi emisi metana.

Potensi reduksi metana diestimasi berdasarkan pada neraca massa dan stoikiometri reaksi konversi fraksi bahan organik sampah menjadi metana. Hasil estimasi ini kemudian dikonversi ke dalam bentuk karbon atau karbon dioksida ekuivalen untuk meng-

hitung penurunan emisi gas rumah kaca. Simulasi dalam berbagai selang waktu (time series) dilakukan untuk menentukan nilai uang ER pada berbagai persentase sampah yang dibuang ke landfill/TPA, tingkat produksi kompos, dan harga penurunan emisi. Prosedur untuk mengkuantifikasi ER melalui pengomposan sampah dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Prosedur kuantifikasi ER melalui pengomposan sampah

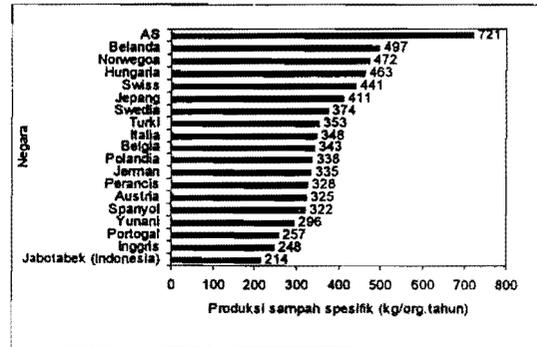
HASIL DAN DISKUSI

Produksi Sampah

Wilayah DKI Jakarta, Bogor, Tangerang, dan Bekasi (Jabotabek) merupakan wilayah yang paling tinggi konsentrasi penduduknya di Indonesia. Jumlah penduduk di DKI Jakarta sebagai pusat wilayah tersebut mengalami pertumbuhan sebesar 2,4 % per tahun, bahkan di wilayah sekitarnya pertumbuhan penduduk lebih tinggi. Berbagai perkiraan menyebutkan bahwa pada tahun 2005 jumlah penduduk di Jabotabek akan mencapai sekitar 26 juta jiwa, dan di Jakarta saja mencapai 13 juta jiwa. Jakarta saat ini berpenduduk terdaftar sebanyak 8 juta dan sekitar 4 juta orang pulang-pergi bekerja di Jakarta. Jika penduduk tidak terdaftar juga diperhitungkan, ada sekitar 14 juta jiwa tinggal di Jakarta.

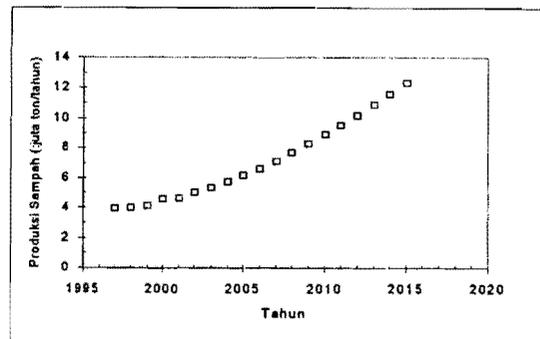
Volume produksi sampah dapat diperkirakan dari jumlah penduduk dan produksi sampah spesifik. Dari studi ini teridentifikasi bahwa rata-rata produksi sampah spesifik di Jabotabek adalah 0,6 kg/orang.hari atau 214 kg/orang.tahun. Nilai ini lebih rendah dibanding dengan produksi sampah spesifik di negara maju (Gambar 4). Akan tetapi harus dimengerti juga bahwa nilai tersebut bervariasi dari masyarakat satu ke yang lainnya, dari musim ke musim, dan metode yang digunakan untuk menentukan laju produksi sampah. Hampir separoh sampah

(40-50 %) diproduksi di Jakarta, walaupun area untuk pembuangan sampahnya sangat terbatas.

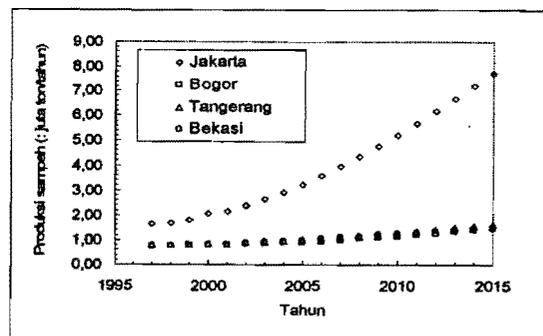


Gambar 4. Produksi sampah spesifik di wilayah studi (Jabotabek) dibandingkan dengan produksi sampah spesifik di beberapa negara maju (ATV, 1993)

Dengan menggunakan teknik estimasi runtun waktu berdasarkan pada data tahun 1997-2001 diperoleh hasil perkiraan produksi sampah seperti disajikan pada Gambar 5 dan 6. Seperti terlihat pada gambar tersebut, laju perkembangan produksi sampah di Jakarta jauh lebih tinggi dibandingkan dengan laju produksi sampah di daerah sekitarnya.



Gambar 5. Hasil estimasi produksi sampah di Wilayah Jabotabek



Gambar 6. Hasil estimasi produksi sampah di Jakarta, Bogor, Tangerang dan Bekasi

Karakteristik Sampah

Tabel 2 menunjukkan komposisi sampah yang dihasilkan di daerah kajian. Terlihat dari tabel tersebut bahwa porsi bahan organik dalam sampah sangat tinggi, yaitu mencapai 60-65 %. Bahan “anorganik” mencakup kertas, kayu, karet, plastik, logam dan gelas. Kandungan kertas dan plastik mencapai 20 % dari limbah tersebut. Variasi komposisi sampah mungkin terjadi terutama karena kondisi sosial, tingkat pendapatan perkapita, tingkat urbanisasi dan industrialisasi, pola makan, dan iklim.

Tabel 2. Komposisi sampah di wilayah Jabotabek

Komponen	Daerah			
	Jakarta	Bogor	Tangerang	Bekasi
Bahan organik	65	60	60	60
Bahan anorganik:	35	40	40	40
- Kertas	10,11	12,17	10,95	12,03
- Kayu	3,12	5,56	4,23	4,81
- Tekstil	2,45	1,90	5,97	4,54
- Karet/kulit	0,55	0,83	1,83	1,65
- Plastik	11,08	10,98	10,89	9,27
- Logam	1,90	1,65	2,42	2,46
- Gelas	1,63	1,95	2,95	1,38
- Lainnya	4,11	4,96	2,76	3,86

Sumber: Dinas Kebersihan masing-masing daerah (2001)

Manajemen Sampah

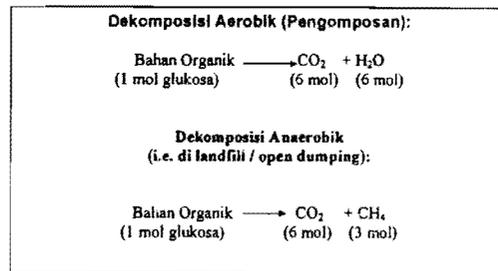
Manajemen sampah merupakan isu yang menonjol di Jabotabek. Sampah yang dihasilkan di wilayah ini umumnya dikumpulkan tanpa dipilah dari rumah tangga dengan gerobak kecil dan diangkut ke tempat penampungan sementara (TPS), kemudian dari TPS diangkut ke tempat penimbunan akhir (TPA) dengan truk. TPA yang ada saat ini pada dasarnya dioperasikan dengan sistem *open dumping* yang memungkinkan bahan organik terdekomposisi secara anaerobik.

Sekitar 20-40 % sampah di wilayah studi tidak diangkut ke TPA, tetapi ditimbun di sekitar penghasil sampah, dibakar, dibuang di tanah kosong atau ke sungai atau saluran air.

Pemerintah daerah berpendapat bahwa pola manajemen sampah yang ada saat ini tidak bersifat sinambung, dan perlu dicarikan alternatif pemecahannya. Manajemen sampah menjadi tantangan terbesar bagi pemerintah daerah di Jabotabek, karena semakin terbatasnya ketersediaan lahan untuk tempat pembuangan sampah. Oleh karena itu, pengembangan manajemen sampah yang efektif dan sinambung menjadi prioritas bagi pemerintah daerah di Jabotabek. Karena tingginya kandungan bahan organik dalam sampah, pengomposan sampah dianggap sebagai solusi yang layak secara teknis untuk memperbaiki manajemen sampah yang ada saat ini.

Estimasi Emisi Metana di TPA

Di TPA, bahan organik terdekomposisi secara anaerobik menjadi metana (CH₄), karbon dioksida (CO₂), dan sejumlah kecil N₂, H₂, H₂S, H₂O (Morisoy and John, 1998). Gambar 7 menunjukkan hasil dekomposisi secara aerobik dan secara anaerobik (untuk kasus glukosa). Dalam kondisi aerobik (reaksi yang terjadi pada proses pengomposan), tidak dihasilkan metana. Sebaliknya, pada kondisi anaerobik (reaksi yang terjadi di dalam landfill), satu mol glukosa dikonversi menjadi tiga mol metana. Produksi karbon dioksida adalah sama untuk kedua kasus tersebut.



Gambar 7. Dekomposisi bahan organik secara anaerobik vs aerobik

Hingga saat ini, belum banyak penelitian yang mendalam tentang reaksi perombakan sampah. Suatu model dari percobaan menggunakan *sludge* sering digunakan untuk menduga produksi gas (ATV, 1989):

$$G_e = 1,868 \cdot C_o \cdot (0,014 \cdot T + 0,28)$$

dimana:

G_e = volume gas yang terbentuk (m³)

C_o = karbon organik (kg/t sampah, tipikal 200 kg/t)

T = temperatur (°C, tipikal 40 °C untuk kondisi landfill)

Estimasi pembentukan gas sebagai fungsi dari waktu sering dilakukan dengan bantuan model matematis. Karena struktur landfill tidak homogen, model seperti ini hanya merupakan dasar matematis. Model matematis berikut dipercaya dan cukup handal untuk keperluan praktis (ATV, 1989):

$$G_t = G_e (1 - 10^{-k \cdot t}) \text{ dalam m}^3 \text{ gas/t sampah}$$

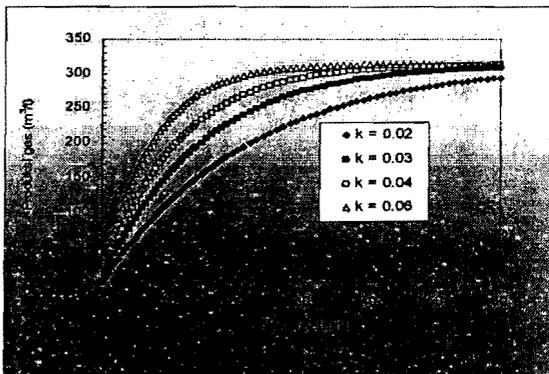
G_t = volume gas yang terbentuk m³ gas/t sampah sampai waktu t

k = konstanta degradasi (tipikal untuk landfill: 0,03 to 0,06)

t = waktu (tahun)

Struktur model tersebut di atas masih memerlukan pengkajian lebih lanjut untuk verifikasi, terutama berkaitan dengan kondisi riil proses dekomposisi sampah. Meskipun demikian, dengan bantuan model tersebut dapat dilakukan estimasi produksi gas dengan menggunakan berbagai parameter.

Stabilisasi sampah di landfill/TPA dan dengan demikian pembentukan gas terjadi dalam kurun waktu panjang. Tiga puluh tahun merupakan masa yang umum disebut sebagai masa stabilisasi sampah, tetapi lama waktu ini dapat lebih pendek pada kondisi sampah basah atau lebih panjang pada kondisi sampah kering. Sepertiga sampai dua pertiga gas terbentuk selama lima tahun pertama (Gambar 8).



Gambar 8. Pembentukan gas selama waktu stabilisasi pada berbagai konstanta dekomposisi

Jumlah dan komposisi gas yang dihasilkan sangat ditentukan oleh karakteristik sampah. Sebagai contoh, produksi gas spesifik teoritis untuk karbohidrat adalah 0,8 Nm³/kg dengan kandungan CH₄ 50 %, sedangkan untuk lemak dan protein masing-masing 0,7 and 1,2 Nm³/kg dengan kandungan CH₄ 70 dan 67 % (ATV, 1989). Karena komposisi sampah pada dasarnya tidak seragam, produksi gas spesifik dan komposisi gas dari suatu landfill dapat berbeda dari landfill lainnya.

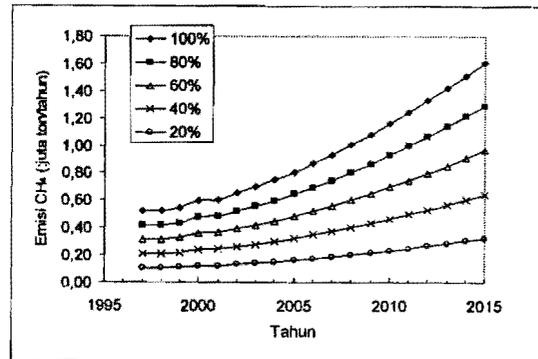
Di dalam literatur disebutkan bahwa potensi pembentukan gas dari dekomposisi sampah di landfill berkisar antara 150 dan 250 m³ gas/t (ATV, 1989) atau 0 – 300 m³ CH₄/t sampah (Yusrizal, 2000). Estimasi lainnya memperlihatkan bahwa produksi gas teoritis dapat mencapai 200-270 L CH₄ per kg sampah, tergantung pada karakteristik sampah dan kondisi fisik landfill, seperti temperatur dan kelembaban (Henry and Heinke, 1996).

Jika digunakan nilai produksi gas spesifik rata-rata 235 L CH₄/kg sampah dan 80 % sampah di Jabotabek dibuang ke TPA, maka sebanyak 0,5 juta ton metana per tahun akan terbentuk di TPA. Jumlah produksi metana ini akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan

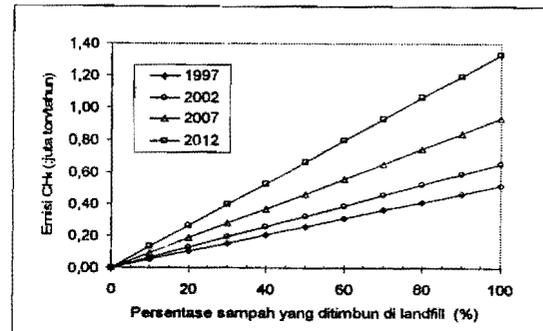
jumlah produksi sampah. Pada tahun 2015, di Jabotabek diperkirakan akan dihasilkan sebanyak 1,3 ton metana/tahun, jika tidak dilakukan usaha-usaha untuk mengendalikannya.

Tingkat emisi metana ditentukan oleh jumlah sampah yang ditimbun di landfill seperti terlihat pada Gambar 9 dan 10. Emisi metana dapat dikonversi ke dalam bentuk emisi karbon dioksida dengan mengalikannya dengan faktor 24,5 (Yusrizal, 2000):

$$\text{Emisi CO}_2 = \text{Emisi CH}_4 \text{ (t CH}_4\text{/tahun)} \times 24,5 \text{ t (CO}_2\text{/tahun) CO}_2\text{/t CH}_4$$



Gambar 9. Perkembangan emisi metana pada berbagai tingkat persentase jumlah sampah yang ditimbun di landfill di wilayah Jabotabek



Gambar 10. Emisi metana sebagai fungsi dari jumlah sampah yang ditimbun di landfill

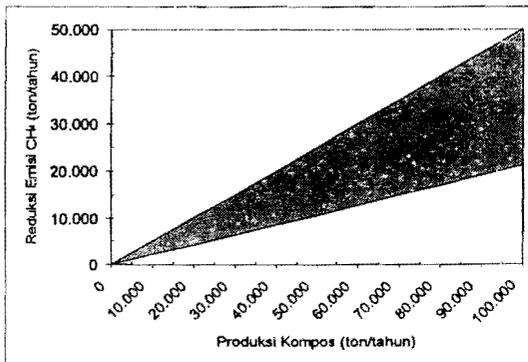
Potensi Kontribusi Pengomposan Sampah terhadap Reduksi Emisi Metana

Karena tingginya persentase bahan organik, pengomposan sampah dianggap sebagai solusi yang layak secara teknis untuk meningkatkan manajemen sampah di Jabotabek. Pengomposan merupakan alternatif bagi pola pengelolaan sampah saat ini dan merupakan cara murah untuk mengantisipasi peningkatan jumlah produksi sampah dan keterbatasan

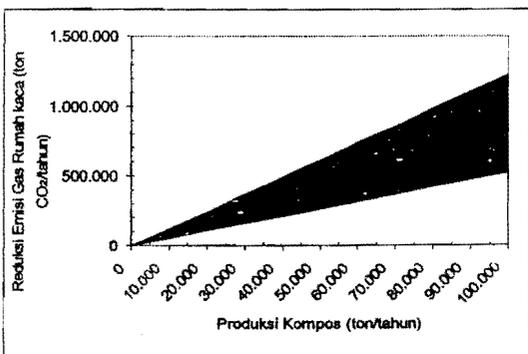
lahan untuk pembuangan sampah di masa mendatang.

Selain itu, pengomposan sampah juga dapat menurunkan emisi metana dari landfill, sebab bahan organik dalam sampah diurai secara aerobik ke dalam bentuk yang stabil (kompos) dan karbon dioksida, serta tidak dihasilkan metana. Tingkat reduksi emisi metana proporsional dengan jumlah sampah yang dibuang ke landfill atau jumlah sampah yang dikomposkan.

Dari pengomposan 1,9 ton sampah dapat dihasilkan satu ton kompos (Gambar1), sedangkan satu ton sampah jika ditimbun di landfill dapat menghasilkan 0,20-0,27 m³ metana (Henry and Heinke, 1996). Metana memiliki densitas 0,5547 g/L. Dengan demikian, dengan menghasilkan satu ton kompos, emisi gas rumah kaca sebesar 0,21-0,29 ton metana atau 5-7 ton karbon dioksida ekuivalen dapat dicegah. Hubungan antara emisi metana dan produksi kompos dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12.



Gambar 11. Hubungan antara reduksi emisi metana dan tingkat produksi kompos



Gambar 12. Hubungan antara reduksi emisi gas rumah kaca dan tingkat produksi kompos

Pemerintah Indonesia dan Bank Dunia saat ini sedang menyiapkan implementasi Proyek Manajemen Lingkungan di Jawa Barat dan Jakarta (*the*

West Java and Jakarta Environmental Management Project/WJEMP), yang bertujuan untuk meningkatkan pelayanan dan manajemen lingkungan perumahan, mendorong proses desentralisasi, dan mengembangkan perekonomian daerah. Pengomposan sampah merupakan bagian dari proyek tersebut dan menargetkan produksi kompos sebesar 100.000 ton per tahun. Dengan tingkat produksi tersebut, pengomposan sampah dapat mereduksi emisi gas rumah kaca sebesar 600.000 ton karbon dioksida ekuivalen per tahun (Gambar 12).

Pengaruh lebih lanjut dari produksi kompos dalam mereduksi emisi gas rumah kaca dalam bentuk karbon dioksida dapat dicapai dari penurunan penggunaan energi (reduksi emisi karbon) yang terkait dengan aktivitas pengumpulan, transportasi dan pemrosesan sampah, dan dari dihasilkan produk kompos yang dapat menurunkan penggunaan pupuk sintetis (yang dalam produksinya juga berkontribusi terhadap emisi karbon dioksida).

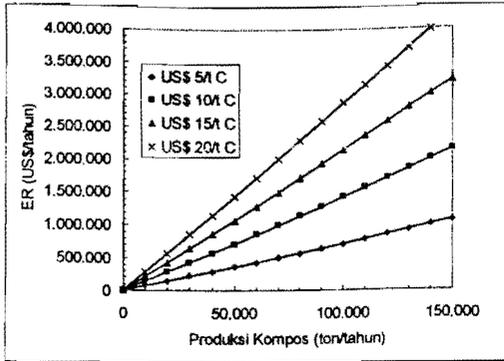
Oleh karena produksi kompos di wilayah studi saat ini baru mencapai 500 ton per tahun., maka kontribusi pengomposan sampah terhadap reduksi emisi gas rumah kaca masih sangat rendah. Untuk mencapai target proyek WJEMP (untuk memproduksi 100.000 ton kompos per tahun), tingkat produksi kompos tersebut masih harus ditingkatkan sebanyak 200 kali.

Perdagangan Gas Rumah Kaca

Sesuai dengan Protokol Kyoto 1997, yang mengatur Kerangka Kerja Konvensi pada Perubahan Iklim Global, emisi gas rumah kaca dapat diperdagangkan, meskipun reduksi emisi gas rumah kaca memerlukan verifikasi dan sertifikasi. Harga reduksi emisi tersebut berkisar US\$ 5 to 20 per ton karbon (Soemarwoto, 2001).

Gambar 13 memperlihatkan nilai estimasi reduksi emisi (ER) melalui pengomposan sampah dari Jabotabek pada berbagai harga ER dan laju produksi kompos. Dengan memproduksi satu ton kompos, dapat diharapkan kompensasi (ER) antara US\$ 7-29. Meskipun hanya dengan harga ER terendah (US\$ 5 per ton karbon), produksi kompos 100.000 ton/tahun (target WJEMP) akan menghasilkan nilai ER sebesar US\$ 700.000/tahun.

Akurasi estimasi tersebut dipengaruhi oleh akurasi input data yang terkait, seperti laju produksi sampah, produksi metana spesifik, dan harga ER. Modifikasi masih diperlukan dan perhitungan perlu disesuaikan dengan kondisi spesifik daerah. Studi ini dimaksudkan untuk menunjukkan indikasi tingginya potensi kontribusi pengomposan sampah dalam penurunan emisi gas rumah kaca dan implikasi finansialnya.



Gambar 13. Estimasi nilai finansial reduksi emisi melalui pengomposan sampah di Jabotabek pada berbagai harga ER dan laju produksi kompos

KESIMPULAN

Metana merupakan gas rumah kaca terpenting kedua setelah karbon dioksida. Salah satu sumber metana terpenting adalah dekomposisi anaerobik sampah di landfill/TPA. Pengendalian emisi gas tersebut dapat mereduksi emisi metana di atmosfer. Oleh karena itu, peningkatan manajemen pembuangan sampah, misalnya melalui pengomposan aerobik, dapat mereduksi jumlah sampah yang harus dibuang ke landfill, dan dengan demikian dapat menurunkan emisi metana.

Hasil studi ini mengindikasikan bahwa sekitar 24 juta jiwa berdiam di Jabotabek. Dari data hasil survei dan informasi dari Pemerintah Daerah setempat dapat disimpulkan bahwa 5 juta ton atau setara dengan 25 juta m³ sampah per tahun dihasilkan di Jabotabek. Hanya 60-80 % dari sampah tersebut yang dapat dikumpulkan dari rumah tangga dan diangkut ke TPA.

Karena TPA umumnya merupakan sistem *open dump*, kebanyakan bahan organik mengalami dekomposisi anaerobik, yang menyebabkan dihasilkannya metana. Jika diasumsikan laju produksi gas metana rata-rata 235 L CH₄/kg sampah dan 80% sampah dibuang ke TPA, maka sebanyak 0,5 juta ton metana (atau 12,8 juta ton karbon dioksida ekuivalen) dihasilkan setiap tahun di Jabotabek.

Karena kandungan bahan organik sampah sangat tinggi, pengomposan sampah dipandang sebagai pendekatan manajemen sampah yang paling layak secara teknis. Proses aerobik menjamin tidak dihasilkannya metana dan bahkan dihasilkan produk yang stabil yang bermanfaat (kompos). Dengan menghasilkan satu ton kompos, emisi 0,21-0,29 ton metana, setara 5-7 ton karbon dioksida, dapat dihindari. Sebagai ilustrasi, target WJEMP untuk memproduksi 100.000 ton kompos per tahun dapat

menurunkan emisi 600.000 ton karbon dioksida ekuivalen per tahun. Meskipun kontribusi tersebut di atas hanya 5 % dari total produksi metana potensial dari landfill, dalam jangka panjang hal ini dapat berdampak positif terhadap perubahan iklim global dan perubahan permukaan air laut.

Pengomposan sampah tidak hanya memberikan keuntungan teknis, tetapi juga memiliki implikasi ekonomis. Hal ini dimungkinkan melalui mekanisme perdagangan gas rumah kaca. Dengan harga reduksi emisi US\$ 5-20 per ton karbon, produksi 100.000 ton kompos/tahun (target WJEMP) dapat menghasilkan nilai ER sebesar US\$ 0,7 - 2,9 juta/tahun. Keuntungan ekonomi ini dapat digunakan sebagai sumber daya untuk keberlanjutan manajemen sampah yang baik (*sustainable MSW management*).

DAFTAR PUSTAKA

- ATV. 1989. Recoveries, Processing and Utilization of Biogas. *Korrespondenz Abwasser* 36 (1989) 13, p. 153 - 164
- ATV. 1993. Spektrum: Wegwerf Meister USA. *Korrespondenz Abwasser* 36 (1993) 12, p. 1855
- CPIS. 1992. Panduan Teknik Pembuatan Kompos dari Sampah: Teori dan Aplikasi. Center for Policy and Implementation Study, Jakarta
- Hanks, S. 1996. *Ecology and the Biophere*. St. Luice Press, Florida
- Henry, J. G. and Heinke, G.W. 1996. *Environmental Science and Engineering*, 2nd ed. Prentice-Hall International, Inc., New Jersey
- Morrisoy, W. A. and John, R. J. 1998. Global Climate Change. CRS Issue Brief for Congress. The Committee for the national Institute for the Environmental. Washington, D. C.
- Porteous, A. 1992. *Dictionary of Environmental Science and Technology*, 2nd ed. John Wiley and Sons, New York
- Soemarwoto, O. 2001. Peluang Berbisnis Lingkungan Hidup Di Pasar Global untuk Pembangunan Berkelanjutan. Makalah Seminar "Kebijakan Perlindungan Lingkungan dan Pembangunan berkelanjutan Indonesia di Era Reformasi dalam Menghadapai KTT Rio + 10". Jakarta, 8 Februari 2001
- Sunyoto. 2001. Kebijakan dan Strategi Pengendalian Dampak Lingkungan. Workshop on Western Java Environmental Management Project (WJEMP). Jakarta, 10 October 2001.
- Yusrizal, Z. 2000. Pendugaan Emisi Metana dari Landfill Bantar Gebang. Jurusan Meteorologi dan Geofisika, FMIPA, IPB.