

MEMINIMALKAN DAYA DUKUNG SAMPAH TERHADAP PEMANASAN GLOBAL

Sudarman

drsudarman@yahoo.co.id, Jurusan Teknik Mesin, FT Universitas Negeri Semarang

Abstrak

Penumpukan sampah organik secara terbuka (open dumping) utamanya di TPA (Tempat Pembuangan Akhir) dapat membentuk gas metan (CH₄). 70% dari CH₄ tersebut akan berada di udara (atmosfer) sebagai gas rumah kaca memiliki daya merusak sebanyak 21 kali lipat dari gas CO₂. Gas metan tersebut mendukung/menyumbang terjadinya pemanasan global yang diikuti perubahan iklim. Oleh sebab itu sampah dikelola (jangan sampai menumpuk) agar tidak menimbulkan gas CH₄ dan perubahan iklim dapat diminimalkan. Upaya ini dapat dilakukan dengan cara: sampah dibuat kompos, 3 R (*Reduce, Reuse, Recycle*), konsumen hijau, sampah diubah dijadikan bahan bakar dan Mekanisme Pembangunan Bersih.

Kata kunci: kendali open dumping pemanasan global

PENDAHULUAN

Masalah lingkungan yang pada saat ini menjadi salah satu isu yang paling sering dibicarakan baik oleh pemerintah, peneliti maupun badan organisasi di tingkat internasional maupun nasional/lokal adalah pemanasan global. Pemanasan global membangkitkan gejala perubahan iklim yang pada gilirannya menjadi biang keladi bencana lingkungan baik dari yang paling kecil maupun sampai yang paling dahsyat yang berpotensi meluluhlantakkan kehidupan di bumi. Bencana tersebut di antaranya berupa badai yang dari tahun ke tahun semakin ganas, iklim yang tidak stabil, suhu yang meningkat, kenaikan permukaan air laut, mencairnya es di kutub, banjir dan sebagainya. Sejak era industri, kebutuhan energi untuk menjalankan mesin terus me-ningkat, misalnya energi yang digunakan untuk menjalankan motor/mobil, energi digunakan untuk penerangan/pemanasan rumah tangga dan industri, yang diperoleh dari bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan batu bara yang berasal dari pembusukkan fosil makhluk hidup. Dari pembusukkan fosil makhluk hidup tersebut batubara misalnya memiliki unsur 75% C; 6% H; 2% N; 4% O; 4% S; 6% H₂O dan 3% abu. Pembakaran bahan bakar fosil ini akan melepaskan gas rumah kaca ke atmosfer. Misalnya pembakaran bahan bakar (Hydrocarbon) dengan udara (O₂) akan menghasilkan kalori (daya untuk mesin) dan sisa-sisa hasil pembakaran berupa asap yang terdiri: CO₂, CO, H₂O, N₂, H₂, OH, NO, H, O, C dan CH₄ (Warsowiwoho, 1994). Gas rumah kaca yaitu gas-gas di atmosfer yang memiliki kemampuan menghambat radiasi sinar matahari yang dipantulkan oleh bumi ke atmosfer, sehingga menyebabkan suhu di permukaan bumi menjadi hangat. Meningkatnya jumlah gas rumah kaca di atmosfer akan meningkatkan pemanasan bumi, di antaranya disebabkan oleh kegiatan manusia di berbagai sektor seperti: energi, kehutanan, pertanian, peternakan dan sampah. Dalam artikel ini pembahasan dibatasi tentang sampah, sehingga rumusan masalahnya: (1) Bagaimana sampah turut membentuk pemanasan global?; (2) Bagaimana meminimalkan potensi sampah dalam pembentukan pemanasan global?

POTENSI PEMANASAN GLOBAL

Dampak gas-gas rumah kaca terhadap pemanasan global sangat bervariasi, untuk jumlah konsentrasi yang sama tiap-tiap gas rumah kaca memberikan dampak pemanasan global yang berbeda. Untuk memudahkan dalam membandingkan dampak yang berlainan ini,

Tabel. Indeks GWP beberapa gas rumah kaca terhadap CO₂ dalam 100 tahun (GWP 1994)

Jenis gas	Indeks GWP
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310
HFC	500
SF	9200

Sumber: Anon (1999) *The First National Communication* Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup RI

maka dipakailah Indeks Potensi Pemanasan Global (*Global Warming Potential* = GWP). Indeks GWP ditentukan dengan menggunakan CO₂ sebagai acuan yaitu dengan membandingkan satu satuan berat gas rumah kaca tertentu dengan sejumlah CO₂ yang memberikan dampak pemanasan global yang sama. Misalnya 1 ton gas metan (CH₄) akan memberikan dampak yang sama dengan 21 gas CO₂. Indeks GWP masing-masing gas rumah kaca dapat dilihat pada tabel 1

GAS RUMAH KACA (GRK)

Menurut Newby (2007) gas rumah kaca yaitu gas-gas di atmosfer yang memiliki potensi untuk menghambat radiasi sinar matahari yang dipantulkan oleh bumi se-hingga menyebabkan suhu di permukaan bumi menjadi hangat. Gas-gas ini terutama dihasilkan dari berbagai kegiatan manusia, utamanya kegiatan yang menggunakan pembakaran bahan bakar fosil, seperti penggunaan kendaraan bermotor, pembakaran bahan bakar minyak dan batubara di industri (Newby, 2007). Konvensi PBB (Perserikatan Bangsa Bangsa mengenai perubahan iklim (UNFCCC = *United Nations Framework Convention on Climate Change*) menyatakan bahwa terdapat enam jenis gas yang digolongkan sebagai gas rumah kaca yaitu: CO₂ (*Carbondioksida*); N₂O (*Dinitro oksida*); CH₄ (*Methane*); SF₆ (*Sulfurheksaflorida*); PFC (*Perfluorocarbons*); HFC (*Hydrofluorocarbons*). Sedangkan IPPC (*The Intergovernmental Panel on Climate Change*) dalam *radiative forcing report, climate change* menyatakan bahwa penyumbang gas rumah kaca yang utama yaitu: CO₂, CH₄, N₂O, PFC, CFC (*Chlorofluorocarbons*); HCFC (*Hydrochlorofluorocarbons*), dan SF₆. Menurut Porteus (1992) bahwa gas rumah kaca yaitu gas yang memiliki pengaruh efek rumah kaca, seperti CFC (*Chlorofluorocarbon*), CO₂, CH₄, NO_x, O₃ dan H₂O. Beberapa komponen dari gas rumah kaca dapat merusak satu sama lain, seperti molekul methane (CH₄) memiliki potensi 20-30 kali lebih kuat dari CO₂ dan CFC memiliki potensi 1000 kali lebih kuat dari CO₂.

Secara alamiah panas sinar matahari yang masuk ke bumi, sebagian diserap oleh permukaan bumi, sementara sebagian lagi akan dipantulkan kembali keluar angkasa melalui atmosfer. Dengan adanya lapisan gas rumah kaca yang berada di atmosfer menyebabkan terhambatnya panas matahari yang hendak dipantulkan kembali ke luar angkasa. Peristiwa terperangkapnya panas matahari di permukaan bumi ini dikenal dengan istilah efek rumah kaca (ERK).

Apabila konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer semakin meningkat, me-ngakibatkan akumulasi panas atmosfer, sehingga terjadi efek rumah kaca berlebihan yang disebut "Pemanasan Global" (Anon, 2007). Pemanasan global kemudian pada prosesnya menyebabkan terjadinya perubahan seperti meningkatnya suhu air laut yang dapat menyebabkan meningkatnya pe-nguapan di udara, dan berubahnya pola curah hujan serta tekanan udara. Perubahan tersebut pada gilirannya menyebabkan terjadinya perubahan iklim. Perubahan iklim yaitu pola dan unsur cuaca secara terus-menerus dan dalam jangka waktu yang lama. (Anon, 2007). Cuaca terutama dikendalikan oleh temperatur, konsentrasi gas

rumah kaca di atmosfer yang semakin meningkat mengakibatkan akumulasi panas di atmosfer, sehingga terjadi efek rumah kaca berlebihan yang disebut sebagai "Pemanasan Global" (Anon, 2007). Perubahan iklim ini akan menimbulkan dampak yang merugikan bagi kehidupan manusia seperti kekeringan, gagal panen, krisis pangan, krisis air bersih, hujan badai, banjir, tanah longsor, berbagai penyakit tropis dan sebagainya.

PERUBAHAN IKLIM

Perubahan iklim dalam prosesnya terjadi secara perlahan-lahan sehingga dampaknya tidak langsung dirasakan saat ini, namun akan sangat terasa bagi generasi yang akan datang. Berikut ini adalah beberapa dampak yang akan terjadi akibat perubahan iklim yaitu: (1) Mencairnya es di kutub; (2) Meningkatnya permukaan air laut; (3) Pergeseran musim; (4) Terjadinya deposisi asam; (5) Penipisan lapisan Ozon; (6) Perubahan presipitasi. Sedangkan dampak perubahan iklim bagi Indonesia antara lain: (1) Kenaikan temperature dan berubahnya musim; (2) Dampak perubahan iklim terhadap sektor pertanian; (3) Dampak perubahan iklim terhadap sektor kehutanan; (5) Dampak perubahan iklim terhadap sektor peternakan; (6) Dampak perubahan iklim terhadap kesehatan. Oleh karena itu demi kelangsungan hidup manusia, maka harus segera berupaya mengurangi kegiatan yang mengeluarkan emisi gas rumah kaca guna menghambat laju terjadinya perubahan iklim (Newby, 2007).

DAYA DUKUNG SAMPAH TERHADAP PEMANASAN GLOBAL

Sampah memiliki potensi untuk memberi sumbangan terhadap meningkatnya emisi gas rumah kaca, peristiwa ini terjadi pada penumpukan sampah tanpa diolah yang melepaskan gas metan/methane (CH₄). Manusia dalam setiap kegiatannya hampir selalu menghasilkan sampah. Sampah memiliki daya dukung yang besar terhadap emisi gas rumah kaca yaitu gas metan (CH₄). Setiap 1 ton sampah padat menghasilkan 50 kg gas CH₄. Dengan jumlah penduduk Indonesia yang terus meningkat, diperkirakan pada tahun 2020 sampah yang dihasilkan sekitar 500 juta ton/hari atau 190 ribu ton/tahun. Hal ini berarti pada tahun tersebut Indonesia akan mengemisikan gas CH₄ ke atmosfer sebanyak 9500 ton (Melviana dkk, 2004). Dari uraian tersebut menunjukkan bahwa sampah adalah salah satu penyumbang gas rumah kaca dalam bentuk CH₄ (methane). Hal ini terjadi utamanya pada pembuangan sampah terbuka (open dumping) di TPA (Tempat Pembuangan Akhir), mengakibatkan sampah organik yang tertimbun mengalami dekomposisi secara anaerobik. Proses itu menghasilkan gas CH₄ (methane). Sampah yang dibakar juga menghasilkan gas CO₂ (karbondioksida). Gas CH₄ memiliki potensi merusak 20 kali lebih besar dari gas CO₂

GAS METAN (METHANE) (CH₄)

Metan merupakan gas yang terbentuk dari proses dekomposisi anaerob sampah organik yang juga sebagai salah satu penyumbang gas rumah kaca yang memiliki efek 20 – 30 kali lipat bila dibandingkan dengan gas CO₂. Total produksi tergantung kepada komposisi sampah yang secara teori bahwa setiap kilogram sampah dapat memproduksi 0,5 m³ gas metan, sumbangannya terhadap pemanasan global sebanyak 15%.

Menurut L D Dany (2000) bahwa gas metan yang dilepas ke udara (atmosfer) lebih banyak berasal dari aktivitas manusia (*antropogenic*) daripada hasil dari proses alami. Termasuk pembakaran biomassa dan beberapa kegiatan yang berasal dari dekomposisi bahan organik dalam keadaan anaerob. Pada Tabel 2 berikut terlihat bahwa estimasi emisi metan secara global dari kegiatan manusia yang berasal dari beberapa sumber.

Menurut USEPA (*Unitet State Environmental Protection Agency*) dalam Kendra

Tabel 2: Estimasi Emisi Methane secara global dari kegiatan manusia (*anthropogenic*)

<i>Methane Source</i>	<i>Emission (Tg CH₄/year)</i>
1. <i>Coal Mining</i>	15 – 45
2. <i>Coal Combustion</i>	1 - 30
3. <i>Extraction of oil</i>	5 - 30
4. <i>Extraction and use of natural gas</i>	25 – 50
5. <i>Total Fossil</i>	46 – 155
6. <i>Sewage treatment plants</i>	15 – 80
7. <i>Sanitary Landfills</i>	20 – 70
8. <i>Domestic Animals</i>	65 – 100
9. <i>Animal waste</i>	23 – 30
10. <i>Rice paddies</i>	20 – 100
11. <i>Biomass burning</i>	20 – 80
12. <i>Total biospheric</i>	160 – 460

(1997) metan terbentuk sebagai hasil metabolisme jasad renik di dasar rawa, dalam lambung manusia dan hewan serta dalam tumpukan sampah di TPA. Metan diemisikan dari TPA sebagai hasil dekomposisi anaerobik sampah organik. Metan yang terbentuk berpindah secara datar dan tegak yang akhirnya ke atmosfer. TPA adalah sumber metan antropogenik (*anthropogenic* = kegiatan manusia) dan memberikan sumbangan secara global sebanyak 20 – 60 Tg metan per tahun. Jumlah metan yang diemisikan oleh negara maju dan berkembang berbeda. Secara global kira-kira 66% emisi metan dari TPA berasal dari negara-negara maju, 15 % dari negara-negara transisi secara ekonomi dan 20% dari negara-negara berkembang. Peningkatan konsentrasi metan disebabkan oleh laju emisi yang lebih tinggi dibandingkan dengan laju rosot metan. Metan berada di atmosfer dalam jangka waktu 7 – 10 tahun dan dapat meningkatkan suhu sekitar 1,3⁰C Emisi metan dapat dinyatakan setara dengan emisi karbondioksida yang direduksi. Jumlah emisi metan yang telah tereduksi dapat dikonversikan menjadi sejumlah karbondioksida dengan menggunakan nilai Potensi Pemanasan Global (GWP = *Global Warming Potensial*) sebesar 24,5 atau dengan formula: Emisi CO₂ yang direduksi (ton/tahun) = Emisi CH₄ yang direduksi (ton/tahun) x 24,5 ton CO₂/ton CH₄ (Nengsih, 2002)

KONDISI GAS METAN

Perhitungan emisi metan lebih rumit karena tidak semua gas metan yang terbentuk di TPA (Tempat Pembuangan Akhir) dapat lepas ke atmosfer. Pada saat metan bergerak dari dalam lapisan timbunan sampah menuju permukaan, apabila terdapat Oksigen maka bakteri anerobik akan mengoksidasi metana menjadi karbon dan air. Berdasar pengukuran yang dilakukan Jegers dan Peters dalam Solvato (1992) hanya 70% dari gas metana yang terbentuk di TPA yang diemisikan ke dalam atmosfer, sedangkan yang 30 % gas metan yang terbentuk dioksidasi oleh bakteri anaerob ketika bergerak menuju permukaan timbunan sampah TPA. Sampah organik yang terurai secara anerobik akan menghasilkan: 50 – 60% CH₄; 35 – 45 % CO₂ dan 0 – 5% gas rumah kaca lainnya).

DAMPAK GAS METAN TERHADAP LINGKUNGAN

Kelompok gas rumah kaca termasuk metan dapat menyebabkan terjadinya perubahan dalam skala regional dan global. Perubahan ini meliputi terjadinya deposisi asam (hujan asam), perubahan iklim global, dan penipisan lapisan Ozon atmosfer. Hal ini terjadi pada saat konsentrasi gas rumah kaca menangkap radiasi sinar matahari sehingga mempengaruhi iklim

dalam abad-abad yang akan datang. Masing-masing gas rumah kaca memiliki sifat penyerapan radiasi sinar matahari yang berbeda yang disebut spektrum adsorpsi. Gas rumah kaca yang dapat menyerap radiasi sinar infra merah dengan sangat intensif dapat dengan sangat mudah meningkatkan suhu dan berarti memiliki potensi yang sangat besar dalam pemanasan global, serta lamanya waktu tinggal di atmosfer, metan memiliki potensi pemanasan global 21 kali lebih besar dari karbondioksida, namun memiliki waktu tinggal lebih cepat yaitu 10 tahun, sedangkan karbondioksida 50 – 200 tahun (Kendra, 1997).

Akibat dari perubahan iklim yang salah satunya disebabkan oleh konsentrasi gas rumah kaca termasuk metan maka di beberapa tempat atau ekosistem/masyarakat akan sangat rentan (*vulnerable*), menghadapi perubahan tersebut. Ekosistem alami seperti terumbu karang juga sangat peka terhadap kenaikan suhu, apalagi apabila kenaikan suhu tersebut permanen, misalnya pada peristiwa El Nico tahun 1997 banyak terumbu karang di Asia Tenggara mengalami pemutihan (*bleaching*), apabila pemanasan suhu air laut terus berlangsung, maka pemulihannya akan sulit terjadi. Keadaan iklim yang berubah akan mengakibatkan besaran dan distribusi air juga akan mengalami perubahan dan dalam jangka panjang kelestarian sumber daya air memerlukan perhatian yang serius. Tempat-tempat yang kering seperti Afrika akan mengalami kekeringan yang lebih hebat, sementara tempat-tempat basah seperti sebagian besar daerah tropis akan mengalami kondisi yang lebih basah. Peningkatan suhu yang besar terjadi pada daerah lintang tinggi, sehingga akan menimbulkan berbagai perubahan lingkungan global yang terkait dengan pencairan es di kutub, distribusi vegetasi alami, dan keanekaragaman hayati. Sementara itu, daerah tropis atau lintang rendah akan terpengaruh dalam produktivitas tanaman, distribusi hama dan penyakit tanaman dan manusia. Peningkatan suhu pada gilirannya akan mengubah pola dan distribusi curah hujan. Kecenderungan yang terjadi adalah bahwa daerah kering akan menjadi kering dan daerah basah akan menjadi semakin basah (Murdiyarto, 2003).

Meningkatnya jumlah emisi gas rumah kaca di atmosfer yang disebabkan oleh kegiatan manusia di berbagai sektor seperti energi, kehutanan, pertanian, peternakan dan sampah. Manusia dalam setiap kegiatannya hampir selalu menghasilkan sampah. Sampah memiliki pengaruh yang besar untuk emisi gas rumah kaca yaitu: gas methane (CH_4). Diperkirakan 1 ton sampah padat dapat menghasilkan 50 kg gas methane. Dengan jumlah penduduk yang terus meningkat, diperkirakan pada tahun 2020 sampah yang dihasilkan per hari mencapai 500 kg atau 190.000 ton/tahun. Hal ini berarti pada tahun 2020 Indonesia akan mengisiskan gas methane sebanyak 9500 ton. Oleh karena itu, maka sampah tersebut perlu dikelola secara efektif agar laju pembentukan CH_4 dapat dibuat minimal sehingga laju sumbangannya terhadap pemanasan global yang diikuti dengan perubahan iklim dapat dikendalikan.

STRATEGI MEMINIMALKAN GAS METAN

Strategi meminimalkan pembentukan gas metan dari sampah dapat dilakukan antara lain dengan:

1. Sampah organik di buat kompos (*Composting*)

Proses penanganan pengurangan emisi metan dengan menggunakan metode kompos, di mana di dalam metode ini akan terdapat proses penguraian anerob yang tidak menghasilkan gas metan, sehingga metode ini akan mengurangi emisi metan ke dalam atmosfer. Hasil penelitian Ningsih (2002) menunjukkan bahwa dengan melakukan pengomposan dengan laju produksi 15% per tahun, maka produksi gas metan dapat berkurang sebanyak 4000 s/d 5000 ton. Hal ini merupakan salah satu metode yang efektif apabila diterapkan.

Tabel 2: Upaya meminimalkan emisi gas rumah kaca dari berbagai sektor

Sektor	Kegiatan
Pertanian	Pengelolaan air: proses penggenangan berkala
	Pengelolaan tanah: penggunaan pupuk urea tablet pengganti urea tabur
	Pemilihan praktik pertanian: pemakaian varetas padi unggul
	Diversifikasi pangan: konsumsdi karbohidrat selain beras, seperti kentang, sagu dan jagung
Peternakan	Penggunaan pakan ternak berkualitas baik
Transportasi	Pemanfaatan kotoran ternak sebagai sumber pembangkit listrik tenaga biogas
	Mengurangi penggunaan kendaraan pribadi di bawah kapasitas angkut-nya
	Penggunaan transportasi massal
Energi	Penggunaan system transportasi non motor untuk jarak pendek
	Pemanfaatan energi terbarukan:
	Panas bumi
	Mikrohidro
	Surya
	Angin
Kehutanan	Biomassa
	Pengelolaan hutan:
	Reboisasi
	Penanaman kawasan penyangga
Pengolahan sampah	Penghijauan kembali
	Mengurangi jumlah sampah (dari rumah tangga)
	Permanfaatan sampah untuk tujuan daur ulang
	Pemanfaatan gas metana dari sampah sebagai sumber energi

2. Reduce, Reuse, Recycle (3 R)

Penerapan konsep 3 R (*Reduce, Reuse* dan *Recycle*) akan menghasilkan setidaknya pengurangan produksi gas metan kurang lebih tiga kali yang berasal dari landfill. *Reduce* yaitu mengurangi segala sesuatu yang menyebabkan timbulnya sampah, misalnya pada saat berbelanja kita membawa kantong atau keranjang dari rumah, mengurangi kemasan yang tidak perlu, menggunakan kemasan yang dapat di daur ulang, misalnya bungkus nasi menggunakan daun pisang atau daun jati. *Reuse* (guna ulang) yaitu kegiatan penggunaan kembali sampah yang masih dapat digunakan baik untuk fungsi yang sama ataupun fungsi yang lain, contohnya botol bekas minuman dirubah fungsi menjadi tempat minyak goreng, ban bekas dimodifikasi menjadi kursi, dan pot bunga. *Recycle* (mendaur ulang), yaitu mengolah sampah menjadi produk baru, contohnya sampah kertas diolah menjadi kertas daur ulang/kertas seni/campuran pabrik kertas, sampah plastik kresek diolah menjadi kantong kresek, sampah organik diolah menjadi pupuk kompos.

3. Green Consumer (Konsumen Hijau)

Konsumen hijau merupakan kelompok konsumen yang menggunakan kriteria lingkungan dalam memilih barang-barang atau merupakan konsumen yang menyadari dan peduli betapa pentingnya bertindak ramah terhadap lingkungan. Dampak positif gerakan konsumen hijau ini bukan hanya dalam pola konsumsi sehari-hari dan membangun masyarakat yang sehat semata, karena pendapat opini konsumen hijau juga mempengaruhi keputusan akhir dari sosok produk manufaktur, perilaku bisnis dan kebijakan ekonomi pemerintah, bahkan sering sekali terjadi konsumen hijau memboikot produk yang tidak

berwawasan lingkungan.

Apabila konsumen hijau dalam isu sampah akan diperoleh manfaat yang besar, di mana sampah akan menjadi sumber daya dan merupakan sumbangan individu dan masyarakat terhadap kepedulian terhadap lingkungan sekitarnya. Hal ini juga berperan dalam pengurangan gas metan, karena jumlah sampah yang dihasilkan akan berkurang, maka proses pendekomposisian anaerob akan berkurang juga sejalan dengan produksi sampah. Pengkampanyean dan sosialisai adalah salah satu cara dari penyebarluasan gagasan konsumen hijau, sehingga didapat kesadaran diri individu dan masyarakat dengan tanpa pemaksaan. Konsumen hijau apabila dijalankan akan mampu membangun gaya hidup individu dan masyarakat yang mencintai lingkungan secara alamiah. Konsumen hijau merupakan awal bagi diri kita untuk bertindak menyelamatkan lingkungan

4. *Waste to Energy* (Menggunakan energi sampah)

Sampah memang mengandung energi. Pada sampah organik berupa sisa tumbuhan, energi itu berasal dari matahari yang ditangkap oleh tumbuhan hijau melalui proses fotosintesis. Sampah non organik berupa plastik mengandung energi yang berasal dari bahan bakar minyak, batubara dan gas yang digunakan dalam proses sintesis zat kimia sederhana menjadi zat kimia yang kompleks. Energi dalam sampah organik/non organik, baik yang berupa sisa tumbuhan maupun sisa bahan berupa zat kimia sintetis dapat dibebaskan lagi dengan pembakaran. Energi yang dibebaskan itu dapat digunakan untuk memanaskan air dalam ketel uap dan uap yang terbentuk dapat digunakan untuk memutar turbin pembangkit listrik. Terjadilah konversi sampah jadi energi (*waste to energy*). Pada prinsipnya sampah itu digunakan sebagai bahan bakar pengganti bahan bakar minyak, gas atau batubara. Teknologi sampah menjadi energi adalah dengan pembusukkan sampah secara anaerobik untuk menghasilkan gas metan. Gas metan yang terbentuk dikumpulkan dan digunakan sebagai bahan bakar untuk pembangkit listrik. Dalam proses ini metan diubah menjadi CO₂ yang potensi pemanasan globalnya adalah 1/20 metan.

5. *Clean Development Mechanism* (CDM)

United Nations Framework Convention on Climate (UNFCCC) merupakan kesepakatan PBB (Perserikatan Bangsa Bangsa) yang bertujuan untuk menstabilkan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer sampai pada tingkatan tertentu sehingga tidak membahayakan system iklim bumi. Konvensi perubahan iklim ini disepakati pada *United Nations Conference on Environment and Development* (UNCED) di Rio de Janeiro tahun 1992, untuk mencapai tujuan konvensi, sebuah protokol telah diadopsi pada pelaksanaan CoP3 (*Third Session of the Conference of Parties*) tahun 1997 di Kyoto sebanyak 10.000 delegasi, pengamat dan wartawan mengikuti pertemuan yang terbesar dalam sejarah perjanjian internasional tentang lingkungan. Protokol ini kemudian dikenal dengan nama Protokol Kyoto. Aspek terpenting dari protokol Kyoto adalah komitmen yang berkekuatan hukum dari 39 negara maju untuk mengurangi emisi gas rumah kaca secara global hingga rata-rata sekitar 5,2% di bawah tingkat emisi tahun 1990. Protokol Kyoto menyediakan pencapaian target pengurangan emisi gas rumah kaca negara maju melalui tiga mekanisme, salah satu di antaranya mekanisme tersebut adalah CDM (*Clean Development Mechanism*)

CDM (*Clean Development Mechanism*) atau Mekanisme Pembangunan Bersih adalah salah satu instrumen dalam mitigasi perubahan iklim, hingga saat ini adalah satu-satunya mekanisme fleksibel yang melibatkan negara-negara berkembang dalam pelaksanaannya. CDM memiliki dua tujuan yaitu: membantu negara maju untuk mencapai target pengurangan emisinya (yang tidak mungkin dipenuhi di dalam negerinya) dengan cara

Tabel 3. Keuntungan yang didapat dari upaya menurunkan emisi gas rumah kaca dari kegiatan pengolaan sampah

Dari segi lingkungan	Menghindari efek negatif dari emisi metan yang merupakan salah satu kontributor gas rumah kaca terbesar setelah karbondioksida, menurunkan potensi pencemaran yang di-akibatkan oleh sampah
Dari segi sosial	Meningkatkan kesehatan masyarakat sekitar lokasi, me-nurunkan keresahan masyarakat dengan meningkatkan kualitas dan kuantitas pelayanan sampah
Dari segi ekonomi	Membantu menciptakan lapangan kerja dengan adanya komunitas pendaur ulang sampah

mengambil kredit dari pengurangan emisi yang dihasilkan dari proyek-proyek yang dilakukan di negara berkembang (Anon, 2007). Ber-dasatrkan UNFCC proyek yang dapat dijadikan proyek CDM dibagi ke dalam dua kategori yaitu: (1) Proyek pengurangan emisi; (2) Proyek penyerapan karbon (kehutanan, aforestasi dan reforestasi). Upaya-upaya menurunkan emisi gas rumah kaca dari berbagai sektor termasuk dalam sektor pengelolaan sampah antara lain seperti tabel 2. Sedangkan keuntungan upaya-upaya menurunkan emisi gas rumah kaca dari sektor pengolaan sampah antara lain seperti tabel 3.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan paparan yang telah diuraikan di depan maka disimpulkan bahwa upaya meminimalkan daya dukung sampah terhadap pemanasan global dapat dilakukan dengan:

1. Sampah organik dibuat kompos untuk pupuk tanaman
3. Melaksanakan 3 R (*Reduce, Reuse dan Recycle*)
4. Membuat bahan bakar dari sampah
5. Sosialisasi konsumen hijau
6. Melaksanakan mekanisme pembangunan bersih

Saran

Setiap warga negara/penduduk Indonesia mau melaksanakan upaya pengendalian penumpukan sampah terbuka (pembentuk gas metan (CH₄)) seperti tertuang pada kesimpulan butir 1 s/d 5

DAFTAR PUSTAKA

- Anon, 1999. *The First National Communication*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia
- , 2007. *Bumi Semakin Panas, Jangan Cuma Kipas - Kipas*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia
- Dany L. D. 2000. *Climate and Global Environmental Change*, Canada: Prentice Hall
- Kendra Themy. 1997. *Estimasi dan Prediksi Kecenderungan Emisi Metan di Tempat Pembuangan Akhir Sampah* (Studi Kasus di TPA Bantar Gebang Bekasi). Jakarta: Program Pascasarjana Studi Ilmu Inkgungan
- Murdiyarto Daniel. 2003. *Sepuluh Tahun Perjalanan Negosiasi Konvensi Perubahan Iklim*. Jakarta : Kompas
- Ningsih Fitria. 2002. *Reduksi Emisi Gas Rumah Kaca Melalui Pengomposa Sampah Padat Perkotaan*. (Skripsi Fakultas Pertanian). Bogor: IPB

- Newby E John. 2007. *Perubahan Iklim Sedang Terjadi Saat Ini* WWF-Canon Teks di <http://www.wwf.or.id/powerswitch/index.php/page=ps iklim>
- Porteous A. 1992. *Dictionary of Environmental Science and Technology*, 2nd ed, New York: John Wiley and Sons
- Solvato JA. 1992. *Environmental and Sanitation*. New York: A Wiley-Interscience Publication
- Warsowiwoho dan Gandi Harahap, 1994. *Bahan Bakar Pelumas Pelumasan Servis*. Jakarta: Pradnya Paramita.