

Pengolahan Sampah Di TPS Tlogomas Malang untuk Mereduksi Jejak Karbon¹

Solid Waste Processing at TPS Tlogomas Malang to Reduce Carbon Footprint

Sunarto^{1*}, Sudharto P. Hadi², Purwanto²

1. Mahasiswa Program Doktor Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang, Indonesia
2. Staf Pengajar Program Doktor Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang, Indonesia

*Email: narto@umm.ac.id,

ABSTRAK

Sektor persampahan merupakan salah satu kegiatan manusia yang menyebabkan pemanasan global. Proses dekomposisi sampah organik pada timbunan sampah menghasilkan emisi gas rumah kaca berupa biogas yang terdiri atas gas metana dan gas karbon dioksida. Pengolahan sampah di TPS untuk produk daur ulang dan kompos berpotensi mereduksi jejak karbon secara langsung dari penurunan volume sampah yang dibuang ke TPA dan secara tidak langsung dari pemulihan material sampah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jejak karbon pengolahan sampah di TPS Tlogomas di Kota Malang jika dikembangkan beberapa skenario pengolahan untuk meningkatkan kapasitas pengolahan sampah yang telah dilakukan selama ini. Pendekatan daur hidup digunakan untuk menaksir jejak karbon dari beberapa skenario pengolahan sampah di TPS dengan bantuan perangkat lunak SWM-GHG Calculator. Hasil analisis menunjukkan bahwa pengolahan sampah pada saat ini dengan tingkat daur ulang sampah sebesar 40,57% – 80,41% (Status Quo) menghasilkan jejak karbon bersih sebesar 1.147 ton CO₂-eq/th. Peningkatan kapasitas pengolahan sebesar 60 – 88% (Skenario 1) dan 90 – 95% (Skenario 2) akan menurunkan jejak karbon bersih menjadi masing-masing sebesar 801 ton CO₂-eq/th dan 427 t CO₂-eq/th. Apabila pengolahan sampah di TPS Tlogomas dihentikan (Skenario 3), jejak karbon bersih yang dihasilkan meningkat menjadi 4.063 t CO₂-eq/th.

Kata kunci: jejak karbon, gas rumah kaca, pengolahan sampah, analisis daur hidup.

ABSTRACT

Waste sector is one of human activities that cause global warming. Decomposition of organic waste in landfill produces greenhouse gas emissions in the form of biogas consisting of methane and carbon dioxide. Solid waste processing in transfer station in the form of recycling and composting product potentially reduce carbon footprint, directly from the reduction in the volume of waste dumped in landfill and indirectly from the recovery of material. The purpose of this study was to determine the carbon footprint of waste processing at the transfer stations of Tlogomas Malang if developed several scenarios to enhance the capacity of processing. Life cycle approach is used to assess carbon footprint of waste management scenarios with the help of software SWM-GHG Calculator. The results showed that the processing of solid waste at current recycling rate of 40,57% – 80,41% (Status Quo) resulted in net carbon footprint of 1.147 ton CO₂-eq /year. Increasing of processing capacity to 60 - 88% (Scenario 1) and 90 - 95% (Scenario 2) would reduce net carbon footprint to 801 ton CO₂-eq /year and 427 ton CO₂-eq/year respectively. If the processing of waste in transfer station of Tlogomas was discontinued (Scenario 3), net carbon footprint increased to 4,063 t CO₂-eq/year.

Keywords: carbon footprint, greenhouse gases, solid waste processing, life cycle analysis.

1. PENDAHULUAN

Sebagian besar sistem pengelolaan sampah di Indonesia masih bergantung pada satu metode penanganan, yaitu kumpul-angkut-buang atau *end-of-pipe*, suatu cara penanganan sampah yang mengandalkan pembuangan sampah di tempat pemrosesan akhir (TPA). Data statistik persampahan Indonesia (KNLH, 2008) menunjukkan bahwa dari 14,1 juta ton sampah yang dihasilkan 26 kota besar di Indonesia, sebanyak 13,6 juta ton di antaranya dibuang ke TPA (KNLH, 2008). Hanya sebagian kecil sampah yang diolah untuk didaur ulang, yaitu sebesar 2,26% di sumber asalnya, 2,01% di tempat penampungan sementara (TPS), dan 1,6% di TPA. Timbunan sampah di TPA tersebut memiliki potensi untuk menurunkan kualitas lingkungan secara global. Proses dekomposisi sampah organik pada timbunan sampah menghasilkan jejak karbon berupa biogas yang terdiri atas gas metana (CH₄) dan gas karbon dioksida (CO₂). Keduanya termasuk gas rumah kaca (GRK) yang menyebabkan pemanasan global. Agar tidak terus mencemari lingkungan, kedua jenis gas tersebut bisa direduksi dengan cara semaksimal mungkin menerapkan elemen pengelolaan sampah terpadu yang terdiri atas pengurangan, penggunaan kembali, daur ulang, dan pemulihan (*reduction, reuse, recycling, dan recovery*) sebagaimana dikemukakan oleh Anschutz *et al.* (2004).

Sistem pengelolaan sampah di Kota Malang juga masih bertumpu pada metode kumpul-angkut-buang. Dengan populasi sebesar 820.243 jiwa (BPS Kota Malang, 2010), Kota Malang memproduksi sampah sebesar 607,44 ton per hari. Sebagian besar sampah tersebut berasal dari rumah tangga yang diangkut ke 62 TPS yang tersebar merata di segenap penjuru kota dan selanjutnya dibuang ke TPA Supit Urang yang mempunyai luas 22,5 ha. Sebagian besar TPS yang ada hanya sebagai tempat penampungan sementara. Walaupun demikian 11 TPS dari 62 TPS yang ada telah berfungsi bukan saja sebagai tempat penampungan tetapi juga sebagai tempat pengolahan karena dilengkapi dengan sarana pengolahan sampah untuk produk daur ulang dan kompos. Sepuluh TPS tersebut adalah TPS Cakalang, TPS Arjosari, TPS Pandanwangi, TPS Velodrome, TPS Narotama, TPS Gadang, TPS Manyar, TPS Malabar, TPS Menjing, dan TPS Tlogomas (Bappeda Kota Malang, 2009).

Walaupun demikian kapasitas pengolahan sampah di 10 TPS tersebut juga masih sangat terbatas sehingga sebagian besar sampah juga masih dibuang ke TPA Supit Urang Malang. Pengolahan di TPS Tlogomas relatif lebih baik daripada di 9 TPS lainnya. TPS ini menampung sampah dari Desa Tlogomas dengan penduduk 14.923 jiwa. Walaupun dengan staf yang terbatas, dengan dibantu penggerobak dan pemulung, TPS Tlogomas mengelola 22 m³ sampah dimana lebih dari 60%-nya telah dipilah dan sampah organiknya dijadikan kompos.

Sesuai dengan UU No.8 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah (RI, 2008) dimana pemerintah daerah wajib menetapkan target pengurangan sampah untuk meningkatkan kualitas lingkungan (Pasal 4, Pasal 6, dan Pasal 20), strategi peningkatan fungsi TPS menjadi tempat pengolahan sampah untuk mereduksi jejak karbon dan mengurangi beban TPA ini layak menjadi tumpuan sistem pengelolaan sampah di Kota Malang dan di kota-kota lain di Indonesia di masa yang akan datang. Pertimbangannya adalah sebagai berikut.

- Sistem pengelolaan sampah di Indonesia mengandalkan sistem pengumpulan di banyak TPS karena pada umumnya sampah diangkut dari sumber asalnya ke TPS dengan gerobak yang ditarik oleh tenaga manusia.
- Dibandingkan dengan TPA, selama ini keberadaan TPS di dalam kota relatif jarang menimbulkan kontroversi.
- Pengembangan TPS untuk pengolahan sampah dapat dilakukan dengan peralatan yang sederhana dan biaya yang relatif murah.
- Beberapa TPS telah melakukan praktek pengolahan sampah untuk produk daur ulang dan kompos walaupun kapasitasnya masih terbatas.

Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi jejak karbon pengolahan sampah yang dilakukan di TPS Tlogomas yang berada di wilayah Kecamatan Lowokwaru di Kota Malang, terutama untuk mengetahui jejak karbon pengolahan sampah di TPS Tlogomas Malang pada saat ini dan beberapa skenario pengolahan untuk meningkatkan kapasitas pengolahan sampah.

Tinjauan Pustaka

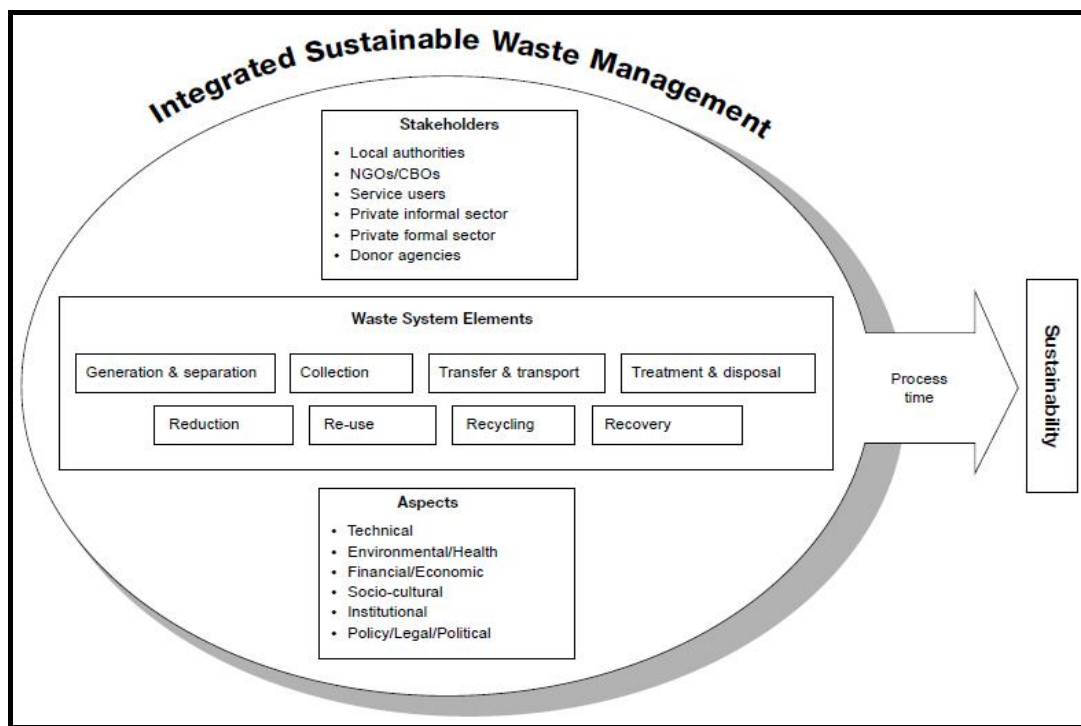
Konsep Jejak Karbon (*Carbon Footprint*)

Pemakaian jejak karbon sebagai indikator dan ukuran penggunaan energi pada awalnya berasal dari konsep jejak ekologi (*ecological footprint*) yang digagas oleh Wackernagel and Rees (1996) melalui publikasinya yang berjudul *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth* (Wikipedia, 2010 dan Pandey, 2010). Jejak ekologi merupakan perangkat ukur yang ditujukan untuk menghitung lahan produktif yang diperlukan untuk kebutuhan hidup manusia. Pengukuran jejak ekologi dari aktifitas manusia dilakukan untuk keberlanjutan hidup manusia karena jejak ekologi ini akan membandingkan dan memberikan informasi bagaimana pengaruh berbagai aktifitas terhadap ekologi. Hal ini sesuai dengan teori pembangunan berkelanjutan sebagaimana konsep World Commission on Environment and Development (WCED) bahwa penggunaan sumberdaya alam pada saat ini tidak boleh mengabaikan kebutuhan sumberdaya untuk generasi yang akan datang (Hadi, 2001). Informasi jejak ekologi tersebut bisa dipergunakan untuk merancang target reduksi konsumsi sumber daya sehingga tercapai lingkungan yang berkelanjutan.

Istilah jejak karbon adalah hampir sama dengan jejak ekologi yang menunjukkan jumlah emisi GRK (Petkova, 2010). Secara umum jejak karbon didefinisikan sebagai kadar emisi GRK yang dihasilkan oleh suatu aktifitas baik secara langsung maupun tidak langsung atau terakumulasi selama usia produk atau layanan, yang dinyatakan dalam satuan ton karbon dioksida ekuivalen (t CO₂-eq) (Wiedmann dan Minx, 2007). Agar bisa diterima secara luas, pengertian aktifitas ini oleh Pandey (2010) diperjelas sebagai individu, organisasi, proses, produk, atau kegiatan tertentu. Sumber emisi GRK pada suatu perusahaan, organisasi, atau aktifitas tertentu tersebut dapat dibagi dalam tiga kategori, yaitu: emisi langsung, emisi tidak langsung, dan emisi lainnya (WRI, 2004). Karena jejak karbon menimbulkan efek GRK dan pemanasan global, maka masyarakat perlu memperhatikan jumlah emisi karbon yang dilepas ke atmosfer oleh aktifitasnya. Berdasarkan Global Footprint Network, jejak karbon merupakan bagian terbesar dari jejak ekologi yang paling pesat perkembangannya. Pada saat ini jejak karbon adalah dua kali lebih besar dari pada jejak karbon pada tahun 1970 dan tumbuh tiga kali lebih cepat daripada jenis jejak ekologi seperti jejak ekologi dari lahan terbangun. Secara keseluruhan, emisi karbon dioksida pada saat ini telah melebihi kemampuan alami ekosistem planet untuk menyerapnya sehingga konsentrasi GRK di atmosfer terus meningkat dan menyebabkan perubahan iklim.

Daur ulang sampah sebagai elemen penting pengelolaan sampah terpadu

Konsep pengelolaan sampah terpadu terus mengalami pengembangan. Pada awalnya, pengelolaan sampah terpadu dikembangkan untuk meningkatkan rantai pengelolaan sampah yang efisien, yang meliputi pemilahan sampah di sumber asalnya, pengumpulan dan pengangkutan sampah, tempat penampungan sementara, perawatan, dan pembuangan (Tchobanoglous *et al.*, 1993). Akhir-akhir ini, pengelolaan sampah terpadu dipahami sebagai suatu proses untuk mencapai pengelolaan sampah yang berkelanjutan dengan cara mengurangi volume sampah yang dibuang ke TPA, memaksimalkan pemulihan sampah untuk bahan daur ulang dan energi, dan meminimalkan pencemaran terhadap lingkungan (Hickman *et al.*, 1999; McDougall *et al.*, 2001; Tchobanoglous *et al.*, 2002; dan Anschutz *et al.*, 2004). Untuk menuju pengelolaan sampah yang berkelanjutan, pendekatan pengurangan-penggunaan kembali-daur ulang atau 3R (*reduce, reuse, and recycle*) masih merupakan elemen penting dari semua tahapan pengelolaan sampah hingga saat ini. Disamping itu McDougall *et al.* (2001) mengusulkan pengelolaan sampah terpadu dengan pendekatan yang menyeluruh dimana semua pilihan pengelolaan sampah memiliki peran yang penting. Tidak seperti pendekatan hirarki, pendekatan menyeluruh ini tidak memprediksi jenis pengelolaan yang terbaik karena pengelolaan sampah di suatu kota tergantung kondisi setempat, termasuk kondisi geografis yang mempengaruhi komposisi dan jumlah sampah, ketersediaan pilihan pengelolaan sampah, dan ketersediaan pasar material daur ulang. Sedangkan Anschutz *et al.* (2004) mengaitkan pengelolaan sampah terpadu dengan tiga dimensi untuk mencapai keberlanjutan pengelolaan sampah. Sebagaimana terlihat pada Gambar 1, ketiga dimensi tersebut adalah: 1) pihak-pihak berkepentingan (*stakeholders*); 2) elemen praktis dan teknis pada sistim pengelolaan sampah; dan 3) aspek keberlanjutan. Elemen praktis dan teknis sistim pengelolaan sampah merupakan cara penanganan sampah hingga tahap akhir. Cara penanganan yang dipilih akan berpengaruh terhadap lingkungan sehingga pengelola sampah kota seharusnya menerapkan hirarki pengelolaan sampah dengan dampak pencemaran yang seminimal mungkin.



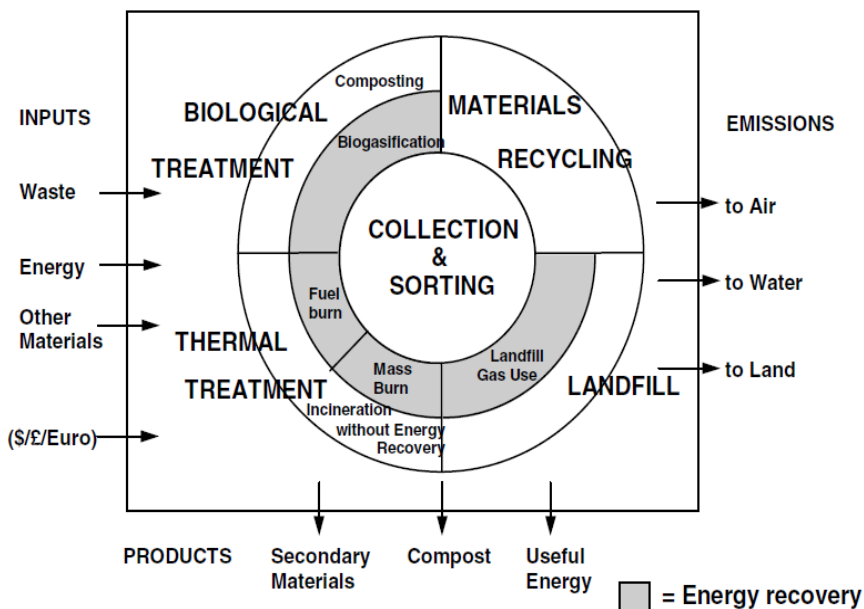
Gambar 3. Dimensi pengelolaan pengelolaan sampah terpadu (Anschutz *et al.*, 2004)

Penerapan 3R tersebut dapat dilakukan di sumber asal sampah, di TPS, atau di TPA (Anschutz *et al.*, 2004). Pengolahan sampah dengan penerapan daur ulang sampah di TPS adalah salah satu penanganan sampah yang dapat dilakukan oleh pemerintah daerah untuk merubah karakteristik, komposisi, dan jumlah sampah (Pasal 22 UU No. 18/2008) (RI, 2008). Sebagaimana teori pengelolaan sampah terpadu yang dikemukakan oleh Anschutz *et al.* (2004), pengolahan sampah adalah elemen penting dari elemen teknis sampah. Berbagai cara pemrosesan sampah yang dipilih, yaitu pencegahan, pengurangan, daur ulang sampah, dan pemulihan material, akan berpengaruh terhadap keberlanjutan pengelolaan sampah. Pengolahan sampah di TPS diperlukan jika material daur ulang terkumpul secara bercampur (McDougall *et al.*, 2001). Salah satu program daur ulang sampah dapat dilakukan di TPS untuk memilah sampah yang masih tercampur dengan pemrosesan sampah yang bervariasi tingkatannya (Tchobanoglous *et al.*, 2002). Sebagaimana rekomendasi McDougall *et al.* (2001), peningkatan peran TPS menjadi tempat pengolahan sampah untuk produk daur ulang adalah salah satu cara yang dapat dilakukan oleh pengelola sampah untuk mereduksi emisi GRK dan mengurangi beban TPA. Pilihan tersebut sesuai dengan kondisi di Kota Malang yang di beberapa TPS-nya telah menerapkan praktek pemilahan sampah. Peningkatkan peran TPS menjadi tempat pengolahan sampah untuk produk daur ulang dan kompos

juga dalam kewenangan pengelola sampah kota untuk menerapkannya sebagaimana kategori permasalahan persampahan yang dikemukakan oleh Idris *et al.* (2004).

Pendekatan Daur Hidup dan Jejak Karbon Pengelolaan Sampah

Jejak karbon merupakan penjumlahan dan pengurangan emisi GRK pada daur hidup (*life cycle*) suatu produk atau aktifitas (Pandey, 2010). Analisis daur hidup (*life cycle assessment, LCA*) dengan demikian merupakan perangkat pengelolaan lingkungan yang dipergunakan untuk memahami dan membandingkan bagaimana suatu produk atau layanan 'mulai dari lahirnya hingga penguburannya' (*'from cradle to grave'*) (McDougall *et al.*, 2001). Pada pengelolaan sampah, LCA dimulai pada saat sampah dibuang di wadah atau tong sampah dan berakhir apabila sampah dikirim ke TPA atau dibakar (Velumani *et al.*, 2007 dan McDougall *et al.*, 2001). Dengan LCA, sistim pengelolaan sampah dapat dihitung pemakaian sumber dayanya dan emisi yang dilepaskannya ke lingkungan (ke udara, air, dan tanah) baik melalui sistim utama pengelolaan sampah maupun sistim lain yang terkait dengan pengelolaan sampah seperti daur ulang dan konversi sampah menjadi energi (Kirkeby *et al.*, 2006 dan Velumani *et al.*, 2007). Secara skematis, batasan sistim untuk pengelolaan sampah terpadu untuk analisis daur hidup adalah seperti Gambar 2. Selain sampah itu sendiri, masukan yang lain pada sistim adalah energi dan material lain (bensin, solar, dll). Keluaran dari sistim adalah produk material yang berguna termasuk kompos, emisi (ke udara dan air), dan material lain yang tidak dapat diproses (*inert*). Energi juga bisa dihasilkan dari sistim bila sampah diubah menjadi energi. Hasil LCA akan digunakan untuk mengevaluasi perencanaan sistim pengelolaan sampah kota sesuai target yang telah ditentukan. Dalam skala kota, pendekatan daur hidup telah digunakan untuk menghitung jejak karbon dan membandingkan dampak lingkungan berbagai skenario pengelolaan sampah oleh beberapa peneliti sebelumnya seperti Beccali (2001), Weitz (2002), Kirkeby (2005), dan Purwanto (2009). Sedangkan Dadd (2007) telah menghitung jejak karbon pengolahan sampah di fasilitas pemulihan sampah/material.



Gambar 2. Batasan sistim untuk LCA pengelolaan sampah (McDougall *et al.*, 2001)

2. METODOLOGI

Ruang lingkup

Penelitian ini dilakukan di TPS Tlogomas Malang terhadap jejak karbon atau emisi GRK sehingga tercapai sistim pengelolaan sampah yang berkelanjutan di Kota Malang. Untuk itu dikembangkan 3 skenario pengolahan sampah yang didasarkan pada pengolahan sampah di TPS Tlogomas pada saat ini. Pengolahan sampah dibatasi pada kegiatan pemilahan sampah untuk produk daur ulang dan kompos dan emisi yang dihasilkan hanya emisi GRK.

Skenario Pengolahan Sampah

Beberapa skenario yang dikembangkan untuk membandingkan jejak karbon pengolahan sampah di TPS Tlogomas adalah seperti Tabel 1. Uraian tiap skenario pengolahan sampah tersebut adalah sebagai berikut.

- 1) Status Quo merupakan kondisi pada saat ini dimana kapasitas pengolahan sampah di TPS Tlogomas adalah sebesar 1.865 ton/th tahun dari volume total sampah sebesar 2.730 ton/th atau sebesar 68%.

- 2) Skenario 1 adalah apabila kapasitas pengolahan sampah untuk tiap jenis material di TPS Tlogomas ditingkatkan hingga sebesar 70 –88%.
- 3) Skenario 2 adalah apabila kapasitas pengolahan sampah untuk tiap jenis material di TPS Tlogomas ditingkatkan hingga sebesar 90 – 95%.
- 4) Skenario 3 adalah apabila kegiatan pengolahan sampah di TPS Tlogomas dihentikan.

Tabel 1. Skenario pengolahan sampah di TPS Tlogomas Malang

Sampah yang didaur ulang	Status Quo	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Sampah dapur	80,41%	88%	95%	0%
Sampah halaman	80,41%	88%	95%	0%
Kertas	56,02%	70%	90%	0%
Plastik	40,57%	60%	90%	0%
Gelas	77,73%	85%	95%	0%
Metal	51,99%	70%	95%	0%
Aluminium	51,99%	70%	95%	0%
Jenis penimbunan di TPA	CL	CL	CL	CL

Keterangan: CL = *Controlled Landfill* (penimbunan terkendali tanpa pengumpulan biogas sampah)

Inventarisasi Daur Hidup

TPS Tlogomas yang berada di wilayah Kecamatan Lowokwaru ini adalah salah satu dari 10 TPS yang melakukan aktifitas pengolahan sampah untuk produk daur ulang dan kompos. TPS lain yang melakukan kegiatan ini adalah TPS Cakalang, TPS Arjosari, TPS Pandanwangi, TPS Velodrome, TPS Narotama, TPS Gadang, TPS Manyar, TPS Malabar, dan TPS Menjing. TPS Tlogomas yang berada di Jl. Terusan Kecubung Malang ini menempati lahan yang dimiliki Pemkot Malang dengan ukuran 18 x 35 meter seluas 630 m².

Pada tahun 2012 volume sampah yang masuk di TPS Tlogomas adalah sebesar 22 m³ per hari atau 7,48 ton/hari atau 2.730 ton/th. Komposisi sampah yang ada didominasi oleh sampah organik, yaitu sebesar 76,37%. Persentase jenis material yang lain adalah seperti Tabel 2. Volume pemilahan masing-masing jenis sampah di TPS Tlogomas adalah sebagai berikut:

- Sampah dapur/halaman = 4,500 ton/hr (80,41%)
- Kertas = 0,150 ton/hr (56,02%)
- Plastik = 0,420 ton/hr (40,57%)
- Kaca/Gelas = 0,025 ton/hr (77,73%)
- Logam = 0,014 ton/hr (51,99%)

Tabel 2. Komposisi sampah di TPS Tlogomas Malang

NO	Jenis Sampah	Persentase (%)
1	Sampah dapur & halaman	74.82
2	Kertas	3.58
3	Plastik	13.84
4	Kaca/Gelas	0.43
5	Logam	0.36
6	Textile	3.59
7	Kayu, Bambu	2.16
8	Lain – lain	1.22

Analisis daur hidup dengan perangkat lunak SWM-GHG Calculator

Berbagai skenario pengolahan sampah di TPS Tlogomas akan dianalisis dengan bantuan perangkat lunak SWM-GHG Calculator yang dikembangkan oleh Institut für Energie-und Umweltforschung Heidelberg GmbH (Ifeu, 2009). Perangkat lunak yang dikembangkan berdasarkan metode analisis daur hidup ini ditujukan sebagai perangkat bantu untuk memahami pengaruh pengelolaan sampah terhadap emisi GRK. Dengan bantuan perangkat ini dapat dibandingkan jumlah emisi GRK pada berbagai strategi pengelolaan sampah yang berbeda. Penerapan berbagai elemen pengelolaan sampah akan berpengaruh terhadap pengurangan volume sampah yang dibuang ke TPA. Secara langsung, hal ini akan mengurangi pencemaran akibat timbunan sampah, termasuk pencemaran secara global karena berkurangnya emisi GRK. Sedangkan secara tidak langsung, kegiatan daur ulang akan menghasilkan emisi GRK yang lebih kecil karena kegiatan tersebut akan mengurangi pemakaian bahan mentah dari alam dan mengurangi pemakaian energi dari bahan bakar fosil. Faktor emisi GRK dari kegiatan daur ulang sampah adalah seperti Tabel 3 (Ifeu, 2009). Pada daur ulang logam, walaupun kegiatan tersebut menghasilkan emisi GRK sebesar 22 kg CO₂-eq per ton sampah, tetapi

kegiatan daur ulang juga mengurangi pemakaian bahan mentah dari alam dan mengurangi pemakaian energi dari bahan bakar fosil sehingga terjadi pengurangan emisi GRK sebesar 2.047 CO₂-eq per ton sampah. Emisi bersih pengolahan sampah dari daur ulang logam adalah 2.025 kg CO₂-eq per ton sampah. Demikian halnya dengan jenis material daur ulang yang lain. Daur ulang sampah organik menjadi pupuk kompos memiliki pengurangan emisi GRK bersih yang relatif kecil, yaitu sebesar 8 kg CO₂-eq/t sampah. Akan tetapi daur ulang sampah organik akan menyebabkan volume sampah yang ditimbun di TPA juga menjadi berkurang sehingga secara langsung akan mengurangi emisi GRK.

Tabel 3. Faktor Emisi GRK Daur Ulang Sampah (kg CO₂-eq/t sampah) (Ifeu, 2009)

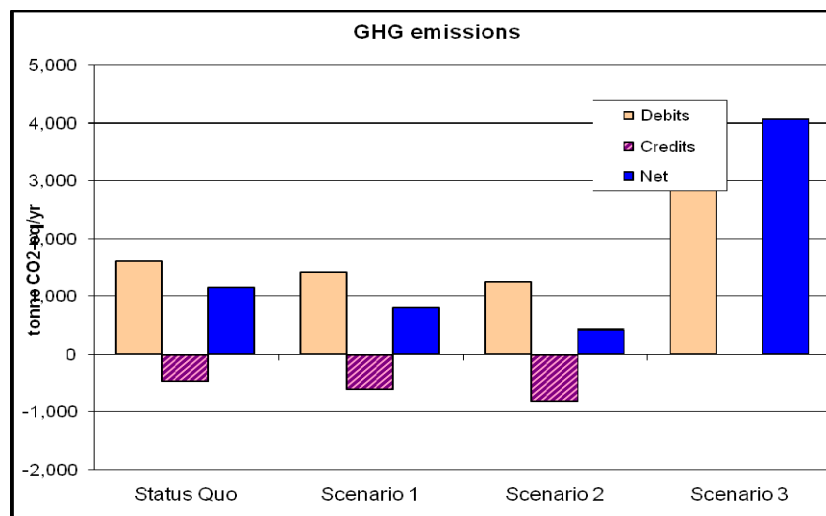
kg CO ₂ -eq/t sampah	Organik (kompos)	Kertas	Gelas	Logam	Aluminium	Plastik	Tekstil
Emisi	87	180	20	22	700	1.023	32
Pengurangan emisi	95	1.000	500	2.047	11.800	1.437	2.850
Emisi bersih	- 8	- 820	- 480	- 2.025	- 11.100	- 414	- 2.818

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis jejak karbon pada pengolahan sampah di TPS Tlogomas untuk produk daur ulang dan kompos dengan bantuan perangkat lunak SWM-GHG Calculator adalah seperti Tabel 4 dan Gambar 3. Pengolahan sampah pada saat ini (Status Quo) dengan tingkat daur ulang sebesar 40,57% – 80,41% menghasilkan jejak karbon sebesar 1.613 ton CO₂-ekuivalen/tahun dan mengurangi jejak karbon sebesar 466 ton CO₂-ekuivalen/tahun, sehingga jejak karbon bersih dari pengolahan sampah adalah sebesar 1.147 ton CO₂-ekuivalen/tahun. Peningkatan kapasitas pengolahan sebesar 60 – 88% (Skenario 1) dan 90 – 95% (Skenario 2) akan menurunkan jejak karbon bersih menjadi masing-masing sebesar 801 ton CO₂-ekuivalen/tahun dan 427 ton CO₂-ekuivalen/tahun. Apabila pengolahan sampah di TPS Tlogomas dihentikan dan semua sampah dibuang ke TPA Supit Urang (Skenario 3), jejak karbon bersih yang dihasilkan adalah sebesar 4.063 ton CO₂-ekuivalen/tahun. Apabila dibandingkan dengan Skenario 3 ini, pengolahan sampah di TPS Tlogomas selama ini (Status Quo) telah berhasil menurunkan jejak karbon sebesar 72%. Jejak karbon tersebut akan menurun apabila kapasitas pengolahan sampah ditingkatkan. Penurunan jejak karbon mencapai 80% bila kapasitas pengolahan ditingkatkan menjadi 60 – 88% (Skenario 1). Penurunan jejak karbon bahkan bisa mencapai 89% bila hampir semua sampah (90 – 95%) diolah menjadi produk daur ulang dan kompos (Skenario 2).

Tabel 4. Hasil analisis jejak karbon di TPS Tlogomas

Pegolahan	Debit//Kredit	Status Quo	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Daur ulang	Debit (t CO ₂ -eq/th)	311	403	535	0
	Kredit (t CO ₂ -eq/th)	-466	-611	-822	0
Pembuangan	Debit (t CO ₂ -eq/th)	1.302	1.009	713	4.063
	Kredit (t CO ₂ -eq/th)	0	0	0	0
Total	Debit (t CO ₂ -eq/th)	1.613	1.412	1,249	4.063
	Kredit (t CO ₂ -eq/th)	-466	-611	-822	0
	Emisi bersih (t CO ₂ -eq/th)	1,147	801	427	4.063
	Pengurangan emisi terhadap Skenario 3 (%)	72	80	89	0



Gambar 3. Jejak karbon pengolahan sampah di TPS Tlogomas Malang

Tabel 5 menunjukkan volume pengolahan sampah di TPS Tlogomas Malang dan volume sisa sampah yang dibuang ke TPA Supit Urang. Sampah yang diolah pada saat ini (Status Quo) adalah sebesar 1.865 ton/th dari volume keseluruhan sebesar 2.730 ton/th, sehingga volume sampah yang dibuang ke TPA Supit Urang berkurang menjadi sebesar 865 ton/th atau sebesar 68%. Peningkatan kapasitas pengolahan sebesar 60 – 88% (Skenario 1) dan 90 – 95% (Skenario 2) akan meningkatkan volume sampah yang diolah menjadi produk daur ulang sebesar masing-masing 2.110 ton/th dan 2.389 ton/th dan menurunkan volume sampah yang dibuang ke TPA menjadi masing-masing sebesar 621 ton/th atau sebesar 77% dan 341 ton/th atau sebesar 88%.

Tabel 5. Volume sampah yang diolah di TPS Tlogomas Malang

	Status Quo	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Volume total (ton/tahun)	2.730	2.730	2.730	2.730
Sampah diolah (ton/tahun)	1.865	2.110	2.389	0
Sampah dapur	986	1.079	1.164	0
Sampah halaman	657	719	776	0
Kertas	55	68	88	0
Plastik	153	227	340	0
Gelas	9	10	11	0
Metal	3	4	6	0
Aluminium	2	3	4	0
Volume sampah dibuang (ton/tahun)	865	621	341	2.730
Pengurangan (%)	68	77	88	0

Hasil tersebut menunjukkan bahwa inisiatif pengolahan sampah oleh Pemkot Malang yang diterapkan di TPS Tlogomas pada saat ini berhasil menurunkan jejak karbon atau emisi GRK sebesar 72% dibandingkan emisi apabila semua sampah dibuang ke TPA Supit Urang. Aktifitas pengolahan sampah ini sebaiknya terus ditingkatkan agar persentase penurunan jejak karbon menjadi semakin besar. Penurunan jejak karbon bisa mencapai 89% bila hampir semua sampah diolah menjadi produk daur ulang dan kompos. Penurunan jejak karbon akan lebih besar lagi apabila kapasitas pengolahan sampah juga dilakukan di 10 TPS lain yang saat ini sudah melakukan pengolahan. Selain itu peningkatan kapasitas pengolahan sampah juga dapat dilakukan di TPS-TPS lainnya yang ada di Kota Malang, khususnya TPS yang memiliki luas tanah yang cukup (> 100 m²). Dengan demikian Kota Malang bisa berperan dalam upaya penurunan target penurunan emisi GRK sebesar 26% pada tahun 2020 yang dicanangkan Presiden Susilo Yudoyono pada Pertemuan Iklim tanggal 17 Desember 2009 di Kopenhagen dan telah dituangkan dalam Peraturan Presiden No. 61 Tahun 2011 (RI, 2011).

Keuntungan lain aktifitas pengolahan sampah di TPS Tlogomas pada saat ini adalah bahwa volume sampah yang dibuang ke TPA Supit Urang dari TPS Tlogomas telah berkurang sebesar 68%. Penurunan volume tersebut bisa mencapai 88% apabila lebih dari 90% sampah diolah di TPS. Apabila kegiatan pengolahan ini juga dilakukan di semua TPS yang ada di Kota Malang yang berjumlah 62 TPS maka pengaruhnya akan sangat signifikan untuk memperpanjang usia pakai TPA Supit Urang. Usaha penurunan volume sampah yang dibuang ke TPA ini harus terus diupayakan karena biasanya pemerintah kota cukup sulit mencari lokasi TPA yang baru. Kendala yang dihadapi bukan saja faktor teknis tetapi juga faktor non teknis. Berdasarkan data Statistik Persampahan Indonesia Tahun 2008 (KNLH, 2008), menunjukkan bahwa sebanyak 60% TPA di Indonesia hanya memiliki masa pakai hingga tahun 2015 dan hampir semua pemerintah kota setempat belum memiliki alternatif lokasi TPA sebagai pengganti TPA yang lama.

4. KESIMPULAN

- 1) Peningkatan fungsi TPS dari tempat penampungan sementara menjadi tempat pengolahan sampah seperti yang telah dilakukan di TPS Tlogomas Malang bisa dijadikan sebagai salah satu cara mengurangi volume sampah yang dibuang di TPA.
- 2) Pengolahan sampah di TPS Tlogomas pada saat ini berhasil menurunkan jejak karbon atau emisi GRK sebesar 72%. Penurunan jejak karbon bisa mencapai 89% dan penurunan volume sampah 88% apabila lebih dari 90% sampah diolah di TPS Tlogomas.
- 3) Pengolahan sampah di TPS Tlogomas pada saat ini berhasil menurunkan volume sampah yang dibuang sebesar 68% dibandingkan apabila semua sampah dibuang ke TPA Supit Urang. Karena penurunan volume sampah ini akan, usia pakai TPA Supit Urang akan semakin panjang, apalagi apabila kapasitas pengolahan ditingkatkan.

5. REFERENSI

- Anschutz J., J. IJgoss, and A. Scheinberg. Putting Integrated Sustainable Waste Management Into Practice – Using The ISWM Assessment Methodology. Gouda Netherland: Netherlands Agency for International Cooperation (DGIS), 2004
- Bappeda Kota Malang. Studi Pengelolaan Sampah Kota Malang. Malang: Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Malang, 2009
- Beccali G., M. Cellura, and M. Mistretta. Managing Municipal Solid Waste: Energetic and Environmental Comparison Among Different Management Options. International Journal of LCA 6 (4) (2001): 243 – 249
- BPS Kota Malang. Kota Malang Dalam Angka. Malang: Biro Pusat Statistik Kota Malang, 2011
- Dadd M.F. Carbon Footprint Assessment Using Life Cycle Thinking of a Material Recycling Facility (MRF): NEWS' MRF as a Case Study. Thesis, School of Environmental Sciences University of East Anglia, (2007)
- Hickman H.L. Principles of Integrated Solid Waste Management. American Academy of Environmental Engineers, 1999
- Hadi S.P. Dimensi Lingkungan Perencanaan Pembangunan. Yogyakarta: Gajah Mada University Press, 2001
- Idris A., B. Inanc, and M.N. Hassan. Overview of Waste Disposal and Landfills/Dumps in Asian Countries. Journal of Material Cycles Waste Management 6 (2004):104–110
- Ifeu. SWM-GHG Calculator Tool for Calculating Greenhouse Gases (GHG) in Solid Waste Management. Frankfurt: KfW Bankengruppe Communication Department Frankfurt, 2009
- Kementrian Negara Lingkungan Hidup (KNLH). Statistik Persampahan Indonesia Tahun 2008. Jakarta: KNLH, 2008
- Kirkeby J, 2005. Modelling of Life Cycle Assessment of Solid Waste Management Systems and Technologies. Ph.D Thesis Institut of Environment & Resources Technical University of Denmark, (2005)
- Kirkeby J.T., H. Birgisdottir, T.L. Hansen, and T.H. Christensen. Evaluation of Environmental Impacts from Municipal Solid Waste Management in the Municipality of Aarhus, Denmark (EASEWASTE). Waste Management & Research 24 (2006): 16–26
- McDougall F., P. White, M. Franke, and P. Hindle. Integrated Solid WasteManagement: a Life Cycle Inventory. Oxford: Blackwell Science, 2001
- Pandey D., M. Agrawal, and J.S. Pandey. Carbon Footprint: Current Methods of Estimation. Environmental Monitoring and Assessment, (2010): DOI 10.1007/s10661-010-1678-y
- Petkova S. Measuring Caltech's Carbon Footprint from http://sustainability.caltech.edu/documents/36-s_petkova_paper.pdf. Diakses 16 Desember 2010
- Purwanto Y.A. Life Cycle Approach of Solid Waste Mangement: Case Study in Bogor City. Bandung: Center for Environmental Research IPB, 2009
- Republik Indonesia (RI). Undang-Undang No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah. 2008
- Republik Indonesia (RI). Peraturan Presiden No. 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca. 2011
- Sunarto, 2010. Processing of Municipal Solid Waste in temporary disposal site as the main system to reduce greenhouse gases (Case study at TPS Tlogomas Malang). International Biotechnology Seminar & KBI Congress 2010. Malang, 2010
- Tchobanoglous G, H. Theisen, and S. Viquil. Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues. New York: McGraw-Hill, 1993

- Tchobanoglous G, F. Kreith. Handbook of Solid Waste Management, Second Edition. New York: McGraw-Hill, 2002
- Velumani A., P. Meenakshi. Life Cycle Inventory Analysis of Emissions from Existing Municipal Solid Wastes Management Scenarios in Coimbatore City. Proceedings of the International Conference on Sustainable Solid Waste Management, Chennai, India, 2007
- Weitz K.A., S.A. Thorneloe, S.R. Nishtala, S. Yarkosky, and M. Zannes. The Impact of Municipal Solid Waste Management on Greenhouse Gas Emissions in the United States. Journal of Air & Waste Management 52 (2002): 1000-1011
- Wiedmann T., J. Minx. A Definition of 'Carbon Footprint'. Ecological Economics Research Trends Chapter 1 (2008): 1-11
- Wikipedia. Ecological Footprint. Wikipedia – The Free Encyclopedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Ecological_footprint. Diakses 12 Juli 2013
- World Research Institute (WRI). The Greenhouse Gas Protocol. A Corporate Accounting and Reporting Standard. Geneva: World Research Institute, 2004.