

KAJIAN INVENTARISASI EMISI GAS RUMAH KACA (CH₄ DAN CO₂) DARI SAMPAH RUMAH TANGGA DI KECAMATAN MEDAN JOHOR DAN KECAMATAN MEDAN HELVETIA

*STUDY OF GREENHOUSE GAS EMISSION (CH₄ AND CO₂) INVENTORY FROM HOUSEHOLD
WASTE IN MEDAN JOHOR DISTRICT AND MEDAN HELVETIA DISTRICT*

Amalia Husna^{1*}, Ivan Indrawan¹, Isra' Suryati¹

¹Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara,
Jalan Dr. T. Mansur No. 9, Medan, 20155, Indonesia

Email: amaliahusna1997@gmail.com

ABSTRAK

Sampah rumah tangga adalah salah satu sumber penyumbang emisi Gas Rumah Kaca (GRK) ke atmosfer yang dapat menyebabkan pemanasan global dan berdampak pada perubahan iklim. GRK yang dihasilkan dari sampah rumah tangga dua diantaranya adalah CH₄ dan CO₂. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung jumlah emisi GRK parameter CH₄ dan CO₂ dari sektor sampah rumah tangga pada Kecamatan Medan Johor, Kecamatan Medan Selayang, dan Kecamatan Medan Helvetia serta pemilihan skenario terhadap penurunan GRK. Terdapat 3 skenario yang dilakukan dalam menurunkan emisi GRK dari sektor sampah rumah tangga, diantaranya adalah skenario 1 dengan mengolah sampah di sumber, skenario 2 dengan adanya Bank Sampah, dan skenario 3 dengan adanya fasilitas Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST). Perhitungan emisi GRK dilakukan dengan mengacu pada metode perhitungan oleh Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) tahun 2006. Pada kondisi eksisting total GRK yang dihasilkan pada Kecamatan Medan Johor adalah 1.889,305 ton CO₂e dan Kecamatan Medan Helvetia 1.848,375 ton CO₂e. Skenario 1 menurunkan 23,25% emisi GRK pada Medan Johor dan 19,12% pada Medan Helvetia. Skenario 2 menurunkan 3,89% emisi GRK pada Medan Johor dan 2,75% pada Medan Helvetia. Skenario 3 menurunkan 40,53% emisi GRK pada Medan Johor dan 35,82% pada Medan Helvetia.

Kata kunci: CH₄, CO₂, Gas Rumah Kaca, IPCC, Sampah Rumah Tangga

ABSTRACT

Household waste is one of the contributors to greenhouse gas (GHG) emissions into the atmosphere which can cause global warming and have an impact on climate change. GHG emissions generated from household waste are CH₄ and CO₂. This study aims to calculate the CH₄ and CO₂ GHG emissions from the household waste sector in Medan Johor District and Medan Helvetia District and to determine the scenario for reducing GHG emissions. There are 3 scenarios to reduce GHG emissions from the household waste sector, scenario 1 is the processing of waste at the source by composting, scenario 2 with the reduction of waste from Waste Bank community, and scenario 3 with the reduction of waste from the Integrated Waste Treatment Facility (TPST). The calculation of GHG emissions is carried out by referring to the calculation method by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2006. In the existing condition, the total GHG emissions produced in Medan Johor District is 1.889,305 tons CO₂e and 1.848,375 tons CO₂e in Medan Helvetia district. Scenario 1 reduces 23,25% of GHG emissions in Medan Johor district and 19,12% in Medan Helvetia district.

Scenario 2 reduces 3,89% of GHG emissions in Medan Johor district and 2,75% in Medan Helvetia district. Scenario 3 reduces 40,53% of GHG emissions in Medan Johor district and 35,82% in Medan Helvetia district.

Keywords: CH₄, CO₂, Greenhouse Gas, Household Waste, IPCC

1. PENDAHULUAN

Gas rumah kaca atau yang biasa disingkat menjadi GRK merupakan gas yang terakumulasi di atmosfer dan berfungsi menangkap lalu memancarkan kembali sinar infra merah yang berasal dari matahari. Terdapat beberapa parameter GRK dan dua diantaranya adalah karbondioksida (CO₂) dan metana (CH₄), dimana salah satu sumber terbesar kedua parameter ini adalah sampah rumah tangga. Gas rumah kaca inilah yang menyebabkan pemanasan global terjadi dan berdampak pada perubahan iklim. Oleh karena itu, perlu dilakukannya inventarisasi emisi GRK parameter CO₂ dan CH₄ dari sektor sampah rumah tangga.

Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 71 Tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Pasal 1 menyebutkan bahwa inventarisasi GRK adalah kegiatan untuk memperoleh data dan informasi mengenai tingkat, status, dan kecenderungan perubahan emisi GRK secara berkala dari berbagai sumber emisi (*source*) dan penyerapannya (*sink*) termasuk simpanan karbon (*carbon stock*). Sedangkan emisi GRK adalah lepasnya GRK ke atmosfer pada suatu area tertentu dalam jangka waktu tertentu.

Adanya sampah rumah tangga dapat mengganggu sanitasi, selain itu juga merupakan salah satu penyumbang emisi gas rumah kaca ke atmosfer dan menyebabkan perubahan iklim. GRK ini merupakan gas-gas penyebab efek rumah kaca, seperti gas karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dinitrogen mono oksida (N₂O), hidro fluoro karbon (HFCs), sulfur heksafluorida (SF₆), dan perfluorokarbon (PFCs). Dari gas tersebut ada beberapa yang memiliki efek rumah kaca lebih besar dari yang lainnya, misalnya CH₄ dan CO₂ (Prabowo dkk, 2017).

Gas rumah kaca merupakan penyebab terjadinya pemanasan global yang berdampak pada perubahan iklim, sehingga seluruh dunia bergerak untuk saling bekerja sama dalam mengatasinya. Adapun Indonesia menunjukkan komitmennya dalam upaya mengatasi perubahan iklim dengan adanya Undang-Undang Nomor 16 tahun 2016 yang mengesahkan *Paris Agreement to the United Nation Framework Convention on Climate Change*. Dari perjanjian ini, Indonesia bersama negara lainnya berkomitmen untuk menjaga kenaikan suhu global di bawah 2° C dan mendukung upaya untuk membatasi kenaikan suhu ke 1,5° C di atas tingkat pra-industrialisasi. Sehingga pada tahun 2030 Indonesia menargetkan penurunan emisi sebesar 29% dengan upaya sendiri dan menjadi 41% jika bekerja sama dengan internasional, dimana angka ini berdasarkan skenario *Business as Usual* (BAU). Sampah yang tidak dikelola dengan baik merupakan salah satu penyumbang emisi GRK. Dari TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) menyumbang emisi gas rumah kaca sebesar 3-4% dan akan berpotensi pada peningkatan pemanasan global. Semakin banyak sampah yang dibuang ke TPA akan memicu dalam peningkatan emisi gas rumah kaca. Oleh sebab itu, perlu melakukan pengelolaan sampah yang baik dan tepat (Isnaini dan Wilujeng, 2014).

Daur ulang sampah merupakan salah satu cara pengelolaan sampah yang dapat dilakukan dalam mengurangi volume timbulan sampah yang dibuang ke TPA. Dengan berkurangnya laju timbulan sampah di TPA, maka secara langsung akan mengurangi emisi GRK yang dihasilkan (Sunarto *et al.*, 2017). Berdasarkan Permen PU Nomor 03 tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Sarana dan Prasarana Persampahan, pengolahan sampah secara aerobik akan mereduksi sampah sebesar 40-60%.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan terdiri dari data sekunder dan data primer. Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data jumlah penduduk Kecamatan Medan Johor dan Kecamatan Medan Helvetia, data timbulan dan komposisi sampah yang dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel dua, serta faktor emisi CH₄ dan CO₂ yang diperoleh dari *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). Data primer diperoleh dari penyebaran kuesioner kepada responden di Kecamatan Medan Johor dan Kecamatan Medan Helvetia. Penyebaran kuesioner dilakukan untuk mengetahui penanganan sampah yang dilakukan pada tiap wilayah secara eksisting dan untuk mengetahui kesediaan responden dalam melakukan skenario penurunan emisi GRK yang telah ditentukan. Jumlah sampel kuesioner sesuai dengan jumlah sampel timbulan sampah yang ditentukan berdasarkan SNI 19-3964-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan.

Tabel 1 Jumlah Penduduk, Jumlah Sampel Kuesioner, dan Timbulan Sampah

Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah Sampel	Timbulan Berat Sampah (kg/orang/hari)
Medan Johor*)	132.012	63	0,189
Medan Helvetia**)	150.721	72	0,14

*) Lubis, 2018

**) Putri, 2018

Tabel 2 Komposisi Sampah

Komposisi	Rata-Rata (%)	
	Kecamatan Medan Johor*)	Kecamatan Medan Helvetia **)
Kertas	6,56	4,79
Plastik	14,08	8,46
Sisa Makanan	70,73	68,71
Sampah pekarangan	0	3,31
Kulit	0	0,06
Kayu	0	0,41
Kain	0,33	1,05
Karet	0	0,34
Kaca	0,28	1,38
Nappies	7,64	10,55
Lainnya	0,1	0,18

*) Lubis, 2018

**) Putri, 2018

2.3 Perhitungan Emisi GRK

Perhitungan emisi gas rumah kaca (CH₄ dan CO₂) dilakukan dengan menggunakan metode *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) tier 2*. Perhitungan emisi GRK dilakukan berdasarkan kondisi eksisting wilayah penelitian dan tiga skenario penurunan emisi GRK, yaitu skenario 1 dengan melakukan pengolahan sampah di sumber (pengomposan), skenario 2 dengan adanya komunitas bank sampah, dan skenario 3 dengan adanya Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST). Berikut rumus yang digunakan dalam menghitung emisi GRK (Eggleston *et al*, 2006):

A. Perhitungan CH₄

1) Menghitung DDOCm (*Decomposable Degradable Organic Carbon*)

$$\text{DDOCm rem}_T = \text{DDOCmd}_T \times e^{-k(13-M)/12} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{DDOCm dec}_T = \text{DDOCmd}_T \times (1 - e^{-k(13-M)/12}) \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{DDOCma}_T = \text{DDOCm rem}_T + (\text{DDOCma}_{T-1} \times e^{-k}) \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{DDOCm decomp}_T = \text{DDOCm dec}_T + \text{DDOCma}_{T-1} \times (1 - e^{-k}) \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

T = Tahun inventarisasi

DDOCm rem_T = DDOCm pada tahun T yang masih tersisa hingga akhir tahun (Gg)

DDOCmd_T = DDOCm pada akhir tahun (T-1) (Gg)

DDOCm dec_T = DDOCm pada tahun T yang telah terdekomposisi pada akhir tahun T (Gg)

DDOCma_T = DDOCm yang terakumulasi di TPA pada akhir tahun T (Gg)

DDOCma_{T-1} = DDOCm yang terakumulasi di TPA pada akhir tahun (T-1) (Gg)

DDOCm decomp_T = DDOCm yang terdekomposisi pada tahun T (Gg)

M = Bulan ketika reaksi dimulai, sama dengan waktu tunggu rata-rata +7 (bulan)

K = Laju reaksi konstan (y⁻¹)

2) Timbulan CH₄

$$\text{CH}_4 \text{ generated}_T = \text{DDOCm decomp}_T \times F \times 16/12 \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

CH₄ generated_T = Jumlah timbulan CH₄ dari bahan terurai

F = Fraksi dari CH₄, berdasarkan volume, pada timbulan gas *landfill* (Fraksi)

16/12 = Rasio berat molekul CH₄/C (Rasio)

3) Total Emisi CH₄

$$\text{Emisi CH}_4 = [\sum_x \text{Timbulan CH}_{4X,T} - R_T] \times (1 - \text{OX}_T) \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

Emisi CH₄ = CH₄ yang diemisikan pada tahun T, (Gg)

x = Kategori limbah atau tipe/material

R_T = CH₄ yang di *recovery* pada tahun T, (Gg)

OX_T = Faktor oksidasi pada tahun T, (Fraksi)

B. Perhitungan CO₂

$$\text{Emisi CO}_2 = \text{MSW} \times \text{dm} \times \text{CF} \times \text{FCF} \times \text{OF} \times 44/12 \dots\dots\dots (7)$$

Dimana:

Emisi CO₂ = Emisi CO₂ pada tahun inventarisasi, (Gg/tahun)

MSW	= Total jumlah limbah padat perkotaan diinsenerasi atau dibakar, (Gg/tahun)
dm	= Kandungan zat kering pada sampah yang diinsenerasi atau dibakar, (fraksi)
CF	= Fraksi karbon pada bahan kering (yaitu kandungan karbon)
FCF	= Fraksi fosil karbon pada total karbon
OF	= Faktor oksidasi, (fraksi)
44/12	= Faktor konversi dari C ke CO ₂

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Emisi GRK

Perhitungan emisi GRK dilakukan berdasarkan kondisi eksisting dan tiga skenario lain sesuai reduksi sampahnya. Adapun dalam menghitung emisi GRK CH₄ disesuaikan berdasarkan jumlah sampah yang diangkut ke TPA (Tempat Pemrosesan Akhir). Penerapan skenario penurunan GRK dilakukan untuk mengetahui seberapa besar skenario tersebut dapat menurunkan emisi GRK yang dihasilkan dari sampah rumah tangga. Skenario 1 adalah penerapan pengolahan sampah di sumber dengan melakukan daur ulang sampah berupa pengomposan. Pengomposan merupakan salah satu pengolahan sampah secara aerobik, yang mana menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 03 tahun 2013 proses aerobik dapat mereduksi sampah sebanyak 40-60%. Skenario 2 adalah skenario penurunan emisi GRK dengan adanya Bank Sampah. Bank Sampah adalah tempat pemilahan dan pengumpulan sampah yang dapat didaur ulang dan/atau diguna ulang yang memiliki nilai ekonomi (Permen LH Nomor 13 tahun 2012). Adapun jenis sampah yang diterima oleh bank sampah di Kota Medan adalah plastik, kertas, logam, dan kaca. Skenario 3 adalah skenario penurunan emisi GRK dengan adanya Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) yang berfungsi sebagai tempat melaksanakan kegiatan pengumpulan, pemilahan, penggunaan ulang, pendauran ulang, pengolahan, dan pemrosesan akhir. Dalam mereduksi emisi GRK CH₄, proses yang diterapkan pada TPST adalah secara aerobik dengan menerapkan pengomposan.

Perhitungan emisi GRK yang dihasilkan dari penerapan skenario penurunan emisi GRK disesuaikan dengan kesediaan responden pada wilayah studi dalam melakukan skenario 1, 2, dan 3. Adapun persentase kesediaan responden melakukan skenario penurunan emisi GRK pada Kecamatan Medan Johor dan Kecamatan Medan Helvetia dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Persentase Kesediaan Responden

Kecamatan	Skenario 1 (%)	Skenario 2 (%)	Skenario 3 (%)
Medan Johor	63	86	98
Medan Helvetia	56	86	96

Persentase kesediaan responden dalam menerapkan skenario penurunan emisi GRK diperlukan untuk mengetahui sampah yang tersisa ke TPA setelah adanya reduksi dari pengolahan sampah berdasarkan skenario 1, skenario 2, dan skenario 3. Sehingga didapat total emisi yang dihasilkan dari sampah rumah tangga yang diangkut ke TPA pada tabel 5.

Tabel 5 Total Emisi CH₄

Kecamatan	Eksisting (Ton CO _{2e})	Skenario 1 (Ton CO _{2e})	Skenario 2 (Ton CO _{2e})	Skenario 3 (Ton CO _{2e})
-----------	--------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------

Medan Johor	1.876	1.440	1.803	1.116
Medan Helvetia	1.845	1.492	1.794	1.184

Pada tabel 5 terlihat total emisi CH_4 dari sampah rumah tangga yang terbesar adalah pada kondisi eksisting, dimana pada Kecamatan Medan Johor menghasilkan emisi GRK sebesar 1.876 ton CO_2e dari total sampah sebesar 7,09 Gg/tahun dan pada Kecamatan Medan Helvetia menghasilkan 1.845 ton CO_2e dari total sampah sebanyak 6,79 Gg/tahun. Besarnya emisi yang dihasilkan pada kondisi eksisting dikarenakan tidak adanya pengolahan sampah tertentu untuk mereduksi sampah guna menurunkan emisi GRK. Sedangkan hasil emisi GRK dari penerapan skenario 1 dapat menurunkan emisi GRK CH_4 sebanyak 436 ton CO_2e pada Kecamatan Medan Johor dan 353 ton CO_2e pada Kecamatan Medan Helvetia. Penerapan skenario 3 juga menunjukkan hasil emisi GRK yang turun secara signifikan, yaitu pada Medan Johor dapat menurunkan emisi CH_4 sebesar 760 ton CO_2e dan 661 ton CO_2e pada Medan Helvetia. Dibandingkan skenario 1 dan 3, penerapan skenario 2 atau adanya bank sampah tidak menunjukkan penurunan emisi GRK yang signifikan yaitu hanya menurunkan 73 ton CO_2e emisi CH_4 pada Medan Johor dan 51 ton CO_2e pada Medan Helvetia. Sedikitnya penurunan emisi GRK pada skenario 2 disebabkan karena pada Bank Sampah hanya menerima dan mengolah sampah jenis plastik, kertas, kaca, dan logam sehingga jenis sampah yang menyebabkan timbulnya CH_4 (sampah organik) tidak tereduksi.

Emisi CO_2 berasal dari proses pembakaran terbuka yang dilakukan oleh responden di Kecamatan Medan Johor dan Kecamatan Medan Helvetia. Perhitungan emisi CO_2 disesuaikan dengan total responden yang melakukan pembakaran sampah secara terbuka yang didapatkan dari hasil penyebaran kuesioner, sehingga didapat total emisi CO_2 yang dapat dilihat pada tabel 6.

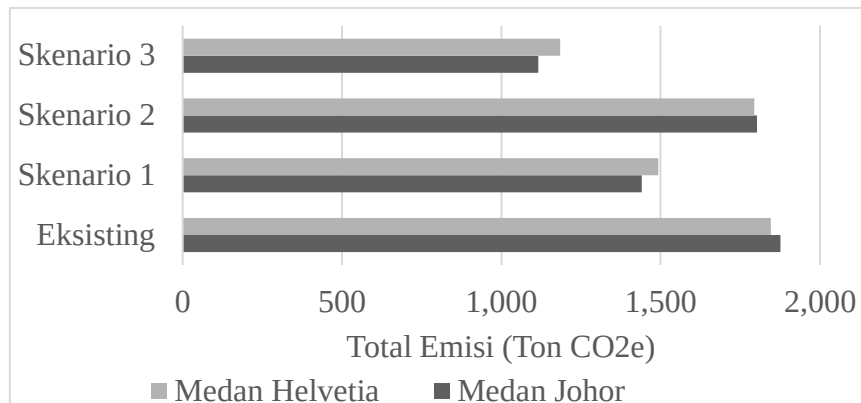
Tabel 6 Total Emisi CO_2

Kecamatan	Total CO_2 (Ton CO_2)
Medan Johor	13,305
Medan Helvetia	3,373

Berdasarkan hasil perhitungan, Kecamatan Medan Johor menghasilkan emisi CO_2 sebesar 13,305 ton CO_2 dari 24% responden yang melakukan pembakaran sampah dan jumlah sampah yang dibakar adalah 0,448 Gg/tahun atau setara dengan 448 ton/tahun. Total emisi CO_2 dari pembakaran sampah di Kecamatan Medan Helvetia adalah 3,373 ton CO_2 dari 8% responden yang membakar sampah dan dengan jumlah sampah yang dibakar adalah sebesar 0,126 Gg/tahun atau setara dengan 126 ton/tahun.

3.2 Penurunan Emisi GRK Tiap Skenario

Penurunan emisi GRK tiap skenario dapat dilihat perbedaannya yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 Grafik Penurunan Emisi GRK

Berdasarkan gambar 1, penurunan emisi GRK yang paling signifikan adalah pada skenario 3 yaitu pengolahan sampah pada TPST. Pengolahan sampah yang dilakukan pada TPST akan mereduksi emisi GRK sebesar 40,5% pada Kecamatan Medan Johor dan 35,82% pada Kecamatan Medan Helvetia. Pengolahan sampah di sumber (pengomposan) dapat menurunkan emisi GRK sebesar 23,25% pada Kecamatan Medan Johor dan 19,12% pada Kecamatan Medan Helvetia. Penurunan emisi paling sedikit terdapat pada skenario 2 atau Bank Sampah, hal ini dikarenakan dalam pengoperasiannya Bank Sampah di Kota Medan hanya menerima sampah jenis kertas, plastik, kaca, dan logam sehingga tidak ada reduksi pada sampah organik yang menimbulkan emisi GRK. Adapun penurunan emisi GRK pada skenario 2 atau bank sampah adalah 3,89% pada Kecamatan Medan Johor dan 2,75% pada Kecamatan Medan Helvetia.

4 KESIMPULAN

Emisi GRK yang dihasilkan berdasarkan kondisi eksisting, yaitu 1.889,305 ton CO₂e pada Kecamatan Medan Johor dan 1.848,375 ton CO₂e pada Kecamatan Medan Helvetia. Penerapan skenario 1 atau melakukan pengomposan akan menghasilkan emisi GRK sebesar 1.440 ton CO₂e pada Kecamatan Medan Johor dengan persentase penurunan emisi GRK sebanyak 23,25% dan 1.492 ton CO₂e pada Kecamatan Medan Helvetia dengan persentase penurunan emisi GRK sebesar 19,12%. Penerapan skenario 2 atau adanya Bank Sampah dapat menghasilkan emisi GRK sebesar 1.803 ton CO₂e dengan persentase penurunan emisi GRK sebanyak 3,89% pada Kecamatan Medan Johor dan 1.794 ton CO₂e dengan persentase penurunan emisi GRK sebanyak 2,75% pada Kecamatan Medan Helvetia. Penerapan skenario 3 (TPST) dapat menghasilkan emisi GRK sebesar 1.116 ton CO₂e dengan persentase penurunan emisi GRK sebanyak 40,53% pada Kecamatan Medan Johor dan 1.184 ton CO₂e dengan persentase penurunan emisi GRK sebanyak 35,82% pada Kecamatan Medan Helvetia. Emisi CO₂ yang dihasilkan dari proses pembakaran secara terbuka adalah 13,305 ton CO₂ pada Kecamatan Medan Johor dan 3,375 ton CO₂ pada Kecamatan Medan Helvetia.

DAFTAR PUSTAKA

Prabowo, S., Pranoto., dan Budiastuti, S. 2017. *Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca yang Dihasilkan dari Pembakaran Sampah di Jawa Tengah. Proceeding Biology Education Conference*. Volume 14 (1): 187-194.

- Isnaini, R dan Wilujeng, S, A. 2014. *Potensi Gas Rumah Kaca Pengelolaan Sampah Domestik Di Kecamatan Rungkut Kota Surabaya*. Jurnal Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Sunarto, S., Purwanto, P., dan Hadi, S, P. 2017. *Quantification of Greenhouse Gas Emissions From Municipal Solid Waste Recycling and Disposal in Malang City Indonesia*. Jurnal of Ecological Engineering. Volume 18 Nomor 3.
- Lubis, E. 2018. *Analisis Timbulan, Komposisi, dan Karakteristik, Sampah Rumah Tangga di Kota Medan Wilayah I (Studi Kasus: Kecamatan Medan Johor dan Kecamatan Medan Tembung)*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Putri, C. 2018. *Studi Karakteristik Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Medan Helvetia dan Kecamatan Medan Selayang di Kota Medan (Timbulan, Komposisi, Karakteristik, dan Nilai Kalor)*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Eggleston H, S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., dan Tanabe, K. 2006. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 5 – Waste, Prepared by the National greenhouse Gas Inventories Programme*. IGES. Jepang.