

TA/TL/2018/0829

TUGAS AKHIR
POTENSI REDUKSI EMISI GAS RUMAH KACA
DARI SEKTOR BANK SAMPAH DI KOTA
YOGYAKARTA DENGAN METODE IPCC

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan



DANI ARIF DARMAWAN
13513212

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018

TUGAS AKHIR

**POTENSI REDUKSI EMISI GAS RUMAH KACA
DARI SEKTOR BANK SAMPAH di KOTA
YOGYAKARTA DENGAN METODE IPCC**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan**



Dosen Pembimbing I



Qorry Nugrahayu, S.T., M.T

Tanggal : 25 APRIL 2018

Mengetahui

Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII



Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res. Eng.)

Tanggal : 25 APRIL 2018

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'allamin...

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih Maha Penyayang, atas kehadiran dan nikmat Allah SWT sehingga atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “POTENSI REDUKSI EMISI GAS RUMAH KACA DARI SEKTOR BANK SAMPAH di KOTA YOGYAKARTA”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat bagi mahasiswa untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada program Studi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan di Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan skripsi ini, dari awal hingga akhir telah banyak pihak yang memberikan bantuan dan masukan baik berupa moril maupun materil. Untuk itu, penulis menghanturkan terimakasih banyak yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang slalu memudahkan dan melancarkan segala sesuatu urusan ataupun kegiatan yang dijalani penulis. Sungguh tiada Tuhan Selain Allah SWT, terimakasih atas semua berkah, rahmat, rejeki, kesehatan, kekuatan dan ilmu dan segala yang telah diberikan kepada penulis.
2. Bapak Hudori, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Qorry Nugrahayu, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama dan Ibu Fina Binazir Maziya, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pendamping, yang telah bersedia memberikan waktunya untuk membimbing, mengarahkan, mendukung, memberi masukan dan memberikan kemudahan kepada penulis selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini.

4. Kedua orang tua saya, Suhermanto dan Siti Rokhaniyah terimakasih yang tak terhingga karena selalu mendoakan, memberikan motivasi, memberi semangat dan mengajarkan banyak hal tentang menjalani kehidupan.
5. Kakak dan adik kandung tercinta, Didit Rahen Yogaswara, Dimas Fauzi Akbar, dan Daffa yang selalu memberikan motivasi, dukungan, semangat, serta doa yang selalu dipanjatkan.
6. Desy Budiarti dan Atikah Sabella selaku *partner* dalam mengerjakan tugas akhir, terimakasih telah memberikan dan berbagi ilmu serta motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu dengan senang hati penulis menerima kritik dan saran sebagai bahan perbaikan. Akhir kata, penulis berharap semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang turut membantu dan semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, April 2018

Penulis

DaniArif Darmawan

DAFTAR ISI

PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
ABSTRAK.....	xi
ABSTRACT.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Sampah.....	5
2.2 Pengertian Timbulan Sampah	5
2.3 Komposisi Sampah	5
2.4 Pengelolaan Sampah	7
2.5. Pengertian Bank Sampah	8
2.6. Pengertian Pemanasan Global.....	9
2.7. Pengertian Gas Rumah Kaca.....	10
2.7.1Kontribusi Emisi GRK dari Pengelolaan Sampah.....	10
2.8. Studi Terdahulu.....	10
2.8.1Rangkuman.....	12
BAB III METODE PENELITIAN	14
3.1. Jenis Penelitian dan Kerangka Penelitian	14
3.2 Lokasi Penelitian.....	16
3.3. Sumber Data.....	18
3.4 . Metode Pengumpulan Data.....	19
3.5. Pengolahan dan Analisis Data.....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Gambaran Umum Wilayah	26

4.1.1	Lokasi Penelitian	26
4.1.2	Kondisi Bank Sampah	29
4.2	Pengelolaan Sampah Pada Bank Sampah	33
4.2.1	Pemilahan Sampah	33
4.2.2	Pengolahan Sampah	35
4.3	Analisis Timbulan Sampah	40
4.4	Jumlah Total Komposisi Sampah Pada Bank Sampah	43
4.5	Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca	44
4.5.1	Skenario pertama perhitungan emisi metan (CH ₄) apabila tidak ada reduksi dan dibuang langsung ke TPA	45
4.5.2	Skenario kedua perhitungan emisi metan (CH ₄) dengan pengurangan sampah (Pengelolaan sampah pada bank sampah).....	46
4.5.3	Reduksi Sampah Dari Kegiatan Bank Sampah	50
4.6	Prediksi pengaruh jumlah sampah dengan efek gas rumah kaca	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		54
5.1	Kesimpulan	54
5.2	Saran	54
DAFTAR PUSTAKA		56
LAMPIRAN		55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian yang Telah Dilakukan	13
Tabel 3.1 Nama dan alamat bank sampah	19
Tabel 3.2 Nilai Default <i>Degradable organic carbon</i> (DOC).....	22
Tabel 3.3 Nilai default IPCC untuk perhitungan gas metana.....	22
Tabel 3.4. Faktor emisi (EF) <i>default</i> IPCC 2006 GL (Tier 1).....	24
Tabel 3.5 Pedoman untuk memberikan interpretasi terhadap koefisien korelasi.....	25
Tabel 4.1 Nama bank sampah di masing – masing kelurahan.....	27
Tabel 4.2 Massa sampah yang dikomposkan.....	34
Tabel 4.3 Jumlah sampah yang didaur ulang.....	36
Tabel 4.4 Besaran timbulan sampah berdasarkan komponen-komponen sumber ...	39
Tabel 4.5 Prosentase komposisi jenis sampah pada sampel bank sampah.....	42
Tabel 4.6 Hubungan interpretasi nilai korelasi	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	15
Gambar 3.2. Lokasi Penelitian.....	16
Gambar 4.1 Peta Administratif Kota Yogyakarta.....	26
Gambar 4.2 Contoh bank sampah 1.....	30
Gambar 4.3 Contoh bank sampah 2.....	30
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Jumlah Sampah Masuk dalam 1 tahun	31
Gambar 4.5 Pemilahan yang dilakukan bank sampah.....	32
Gambar 4.6 Penimbangan Sampah.....	33
Gambar 4.7 Grafik perbandingan sampah per-jenis per-tahun.....	33
Gambar 4.8 Contoh pengolahan kompos dengan kapasitas 20-30 kg	37
Gambar 4.9 Hasil produk daur ulang.....	37
Gambar 4.10 Bank sampah yang melakukan pengolahan.....	38
Gambar 4.11 Timbulan sampah nasabah tanpa adanya bank sampah.....	41
Gambar 4.12 Grafik batang prosentase komposisi sampah.....	43
Gambar 4.13 Grafik korelasi antara jumlah sampah dengan emisi yang dihasilkan.....	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan DOC (*Degradable Organic Carbon*)

Lampiran 2. Jumlah timbulan sampah Kota Yogyakarta

Lampiran 3. Jumlah timbulan sampah berdasarkan jenis sampah yang masuk

Lampiran 4. Komposisi sampah BPPT

Lampiran 5. Perhitungan berat sampah yang dikomposkan

Lampiran 6. Perhitungan emisi CH₄

Lampiran 7. Perhitungan variabel X dan Y untuk uji korelasi

ABSTRAK

Aktivitas pengelolaan sampah dapat menghasilkan emisi gas rumah kaca (GRK) yang berbeda-beda, metode penimbunan sampah dapat mengakibatkan berton-ton gas metana (CH_4) sedangkan aktivitas pengomposan sampah yang bisa dikatakan bermanfaat ternyata juga menyumbang emisi CH_4 . Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya potensi emisi gas metana (CH_4) yang dihasilkan dari pengelolaan sampah yang ada di bank sampah Kota Yogyakarta dan untuk mengetahui pengaruh bank sampah dalam mereduksi sampah di perkotaan. Persamaan yang digunakan dalam perhitungan ini yaitu mengacu pada *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 2006 Guideline) Tier 1*.

Hasil perhitungan pada penelitian ini menunjukkan nilai emisi gas metana (CH_4) pada skenario pertama dimana sampah langsung masuk ke TPA Piyungan sebesar 89,13 $\text{TonCO}_2\text{eq/tahun}$, skenario kedua dimana emisi gas metana (CH_4) pada bank sampah sebesar 13,783 $\text{TonCO}_2\text{eq/tahun}$. Hasil reduksi emisi gas metana (CH_4) sebesar 75,347 $\text{TonCO}_2\text{eq/tahun}$ dari jumlah awal sebesar 89,13 $\text{TonCO}_2\text{eq/tahun}$, dimana hanya sebesar 13,783 $\text{TonCO}_2\text{eq/tahun}$ gas yang dapat tereduksi atau sekitar 15,46 %. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa dengan adanya bank sampah dapat mengurangi sampah perkotaan sebesar 1807,06 Ton/tahun dari jumlah awal sebesar 5052,768 Ton/tahun atau sekitar 35,76 % dari seluruh sampah yang dihasilkan. Melalui pendekatan statistika uji korelasi didapatkan hasil hubungan sebab akibat antara emisi sampah tanpa pengolahan dan emisi sampah dengan pengolahan dengan nilai sebesar 0,9996 yang berarti tingkat hubungannya sangat kuat.

Kata kunci : Sampah, Bank sampah, CH_4 , IPCC, Kota Yogyakarta

ABSTRACT

Waste management activities can generate GHG emissions are different, the method of the landfill could lead to tons of methane (CH₄), while activities that waste composting can be said to be useful it also accounts for methane emission. This research aims to know the amount of emissions generated from each waste management in the waste bank Yogyakarta city, to determine the influence of the waste bank in reducing garbages in cities. The equation used in this calculation that relies on Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 2006 Guideline).

Results of the calculations in this study demonstrates the value of emissions of methane (CH₄) in the first scenario where the garbage directly into the landfill Piyungan amounted to 89.13 TonCO₂eq / year, a second scenario where methane gas emissions (CH₄) in waste banks amount to 13.783 TonCO₂eq / year. The results of the emission reduction of methane (CH₄) amounted to 75,347 TonCO₂eq / year from the first amount of 89.13 TonCO₂eq / year, of which only amounted to 13,783 TonCO₂eq / year of gas that can be reduced or approximately 15,46 %. Calculation shows that the presence of the waste bank can reduce urban waste amounted to 1807.06 tons / year of the initial amount of 5052.768 tonnes / year, or about 35.76% of all waste generated. Through a statistical approach correlation test showed a causal link between emissions and waste without treatment and emissions and waste by processing in the amount of 0.9996, which means the level of a very strong relationship.

Keywords : *waste, waste bank, methane gasses, IPCC, Yogyakarta*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Kota Yogyakarta merupakan satu-satunya daerah tingkat II yang berstatus Kota di samping empat daerah tingkat II lainnya yang berstatus Kabupaten. Menurut sensus penduduk tahun 2015 jumlah penduduk Kota Yogyakarta tercatat 402.679 jiwa dengan persentase penduduk kota mencapai 60,57 % dan sisanya penduduk pedesaan (Badan Pusat Statistik Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, 2015).

Salah satu permasalahan yang timbul dari pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan ekonomi adalah meningkatnya jumlah sampah di kota Yogyakarta. Pertambahan jumlah sampah yang tidak diimbangi dengan pengelolaan yang ramah lingkungan akan menyebabkan terjadinya perusakan dan pencemaran lingkungan. Sampah adalah salah satu sektor hasil dari aktivitas manusia yang berkontribusi dalam pemanasan global. Sampah menyumbang gas rumah kaca dalam bentuk gas metana (CH_4) dan gas karbondioksida (CO_2). Sampah yang tertimbun dalam jangka waktu tertentu mengalami dekomposisi dan menghasilkan gas-gas yang menyebar diudara, Gas-gas yang dihasilkan dari proses degradasi sampah organik diantaranya yang paling banyak dihasilkan yaitu gas metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2). Gas metana yang dilepaskan ke udara begitu saja memiliki emisi gas rumah kaca sebesar 21 kali lebih buruk dari CO_2 (Winayanti, 2009) .

Enam gas yang termasuk gas rumah kaca diantaranya CO_2 , CH_4 , N_2O , hidrofluorocarbons (HFCs), perfluorocarbons (PFCs), dan SF_6 (Chalvatzaki dan Lazaridis, 2 n.d., 2012). Kontributor utama terhadap emisi gas rumah kaca adalah emisi gas metan dari tumpukan sampah (Scharff dan Jacobs, 2006).

Masyarakat secara umum menganggap bahwa sampah adalah benda yang dianggap sudah tidak dapat berguna lagi sehingga semua jenis benda yang sudah dipakai akan dibuang ke tempat pembuangan sampah. Untuk mendapatkan tingkat efektivitas yang tinggi dalam penanganan sampah maka dalam pengelolaannya harus dilakukan dengan pengelolaan sampah berbasis masyarakat. Salah satu upaya penanganan sampah di masyarakat adalah melalui bank sampah. Bank sampah merupakan cara untuk membangun kepedulian masyarakat terhadap sampah serta manfaat lainnya yaitu lingkungan menjadi bersih dan manfaat ekonomi langsung dari sampah.

Dalam penelitian ini yang bertempat di bank sampah Kota Yogyakarta, peneliti ingin mengetahui pengaruh bank sampah dalam upaya mengurangi sampah perkotaan dan menghitung emisi Gas Rumah Kaca dengan metode perhitungan yang mengacu pada IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) (*Guideline* 2006).

Untuk menindak lanjuti dalam pencapaian target penurunan emisi GRK tersebut pada tahun 2011 telah dikeluarkan Peraturan Presiden No. 61 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca dan Peraturan Presiden No. 71 tentang Penyelenggaraan Inventerisasi Gas Rumah Kaca Nasional. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk menghitung emisi gas metana (CH₄) pada bank sampah di Kota Yogyakarta guna mendukung program pemerintah dalam penurunan emisi gas rumah kaca sektor persampahan.

1.2.Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dijelaskan, permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Berapa emisi Gas Rumah Kaca yang dapat dikurangi dari bank sampah di Kota Yogyakarta .
2. Bagaimana pengaruh bank sampah dalam mereduksi sampah di perkotaan.

1.3.Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mampu menghitung emisi Gas Rumah Kaca (GRK) pada bank sampah di Kota Yogyakarta.
2. Menganalisis seberapa besar pengaruh bank sampah untuk mereduksi emisi gas rumah kaca.

1.4.Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi kandungan gas metana (CH_4) yang kemungkinan akan berkurang dari proses pengelolaan di lokasi Bank Sampah.
2. Meningkatkan kemampuan peneliti dan menambah masukan pengetahuan ke Perguruan Tinggi tentang pencemaran gas metana hasil dari pengelolaan di Bank Sampah .
3. Membantu pemerintah dalam melakukan inventarisasi emisi gas rumah kaca.

1.5.Ruang Lingkup Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka perlu adanya ruang lingkup kegiatan ini, yaitu :

1. Lokasi penelitian berada pada bank sampah di Kota Yogyakarta.
2. Penentuan titik sampling pada lokasi bank sampah diambil dengan metode Random Sampling dari bank sampah yang ada di Kota Yogyakarta.
3. Perhitungan emisi gas rumah kaca dilakukan 2 tahap. Tahap 1 tanpa adanya reduksi bank sampah tahap 2 dengan adanya reduksi pada bank sampah, sehingga dapat diketahui persentase penurunan emisi gas rumah kaca (kemampuan mereduksi).

4. Metode perhitungan emisi Gas Rumah Kaca menggunakan acuan pada IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) 2006 *Guideline* (2006).
5. Emisi gas rumah kaca (GRK) dari sektor limbah padat dihitung dari emisi CH_4 (*Methane*) yang berasal dari penguraian material organik yang terjadi di bank sampah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Sampah

Menurut SK SNI T – 13 1990 – F Sampah adalah limbah yang bersifat padat terdiri dari zat organik dan zat anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan. Undang-Undang Pengelolaan Sampah Nomor 18 tahun 2008 menyatakan sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau dari proses alam yang berbentuk padat.

2.2 Pengertian Timbulan Sampah

Timbulan sampah adalah sejumlah sampah yang dihasilkan oleh suatu aktifitas dalam kurun waktu tertentu, atau dengan kata lain banyaknya sampah yang dihasilkan dalam satuan berat (kilogram) atau volume (liter). Satuan timbulan sampah sebagai berikut :

- Satuan berat : kilogram per orang per hari (kg/orang/hari)
- Satuan volume : liter per orang per hari (liter/orang/hari)

Besarnya timbulan sampah secara nyata diperoleh dari hasil pengukuran langsung di lapangan terhadap sampah dari berbagai sumber melalui sampling yang dapat mewakili.

2.3 Komposisi Sampah

Komposisi sampah adalah suatu parameter yang menunjukkan fraksi dari berat basah atau berat kering komponen-komponen sampah. Merujuk standar pelaksanaan survey komposisi sampah berdasarkan IPCC 2006 GL, komposisi

sampah diklasifikasikan menjadi 11 komponen sedangkan berdasarkan pedoman yang dikeluarkan oleh SNI 19-3964-1994, komposisi sampah diklasifikasikan menjadi 9 komponen. Berikut adalah komponen sampah yang merujuk pada SNI 19-3964-1994 dan IPCC 2006, yaitu :

1. Sampah makanan

Material sampah yang terklasifikasi sebagai sampah makanan meliputi sampah dapur (sampah mentah atau masak), sayuran, buah-buahan, bungkus makanan dari daun pisang, kulit buah, dan lainnya.

2. Sampah kayu, kebun dan taman

Material sampah yang terklasifikasi sebagai sampah kayu, kebun dan taman terdiri dari daun, ranting/batang pohon dari perawatan taman/halaman, bekas furniture dan kayu bangunan (pagar, kusen, dll).

3. Sampah kertas, karton dan *nappies*

Material sampah yang terklasifikasi sebagai sampah kertas dan karton terdiri dari kertas koran, kertas pembungkus, barang cetakan, buku tulis, karton, kertas tissue, tampon, *disposable diapers*, pembalut dan sejenisnya.

4. Sampah kain dan produk tekstil

Material sampah yang terklasifikasi sebagai sampah kain dan produk tekstil meliputi pakaian bekas, selimut bekas, majun, kain perca, lap, pel, tas/sepatu dari kain, kasur/bantal bekas dan lain-lain.

5. Sampah karet dan kulit

Material sampah yang terklasifikasi sebagai sampah karet dan kulit meliputi sisa karet busa, ban bekas, sarung tangan karet, tas/sepatu dari karet atau kulit, dan lain-lain.

6. Sampah plastik

Material sampah yang terklasifikasi sebagai sampah plastik terdiri dari botol plastik, kemasan dari plastik, kantong kresek, ember plastik, gantungan baju, dan barang dari plastik lainnya.

7. Sampah logam

Material sampah yang terklasifikasi sebagai sampah logam terdiri dari besi bekas perkakas, rangka furniture, kawat, potongan logam, can (kaleng minuman), dan lain-lain.

8. Sampah gelas

Komponen sampah gelas terdiri dari : pecahan gelas, piring dan barang-barang keramik, botol gelas, lampu, dan barang-barang dari gelas/keramik lainnya.

9. Sampah lain-lain (*Inert*)

Material sampah yang terklasifikasi sebagai komponen sampah lain-lain meliputi komponen yang tidak termasuk dalam klasifikasi di atas, diantaranya: tanah, abu, natu, bongkahan bangunan, barang-barang elektronik bekas, dan lain-lain.

Selain komposisi, maka karakteristik lain yang biasa ditampilkan dalam penanganan sampah adalah karakteristik fisika dan kimia. Karakteristik tersebut sangat bervariasi, tergantung pada komponen-komponen sampah. Kekhasan sampah dari berbagai tempat/daerah serta jenisnya yang berbeda-beda memungkinkan sifat-sifat yang berbeda pula. Sampah kota di negara-negara yang sedang berkembang akan berbeda susunannya dengan sampah kota di negara-negara maju. Karakteristik sampah dapat dikelompokkan menurut sifat-sifatnya, seperti:

- Karakteristik fisika: yang paling penting adalah densitas, kadar air, kadar volatil, kadar abu, nilai kalor dan distribusi ukuran
- Karakteristik kimia: khususnya yang menggambarkan susunan kimia sampah tersebut yang terdiri dari unsur C, N, O, P, H, S, dsb.

2.4 Pengelolaan Sampah

Menurut UU-18/2008 pengelolaan sampah adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah. Terdapat 2 kelompok utama pengelolaan sampah , yaitu :

- a. Pengurangan sampah (*waste minimization*), yang terdiri dari pembatasan terjadinya sampah (*reduce*), menggunakan ulang (*reuse*), dan mendaur ulang (*recycle*)
- b. Penanganan sampah (*waste handling*), yang terdiri dari :
 - Pemilahan : dalam bentuk pengelompokkan dan pemisahan sampah sesuai dengan jenis, jumlah, dan/atau sifat sampah.
 - Pengumpulan : dalam bentuk pengambilan dan pemindahan sampah dari sumber sampah ke tempat penampungan sementara atau tempat pengolahan sampah terpadu.
 - Pengangkutan : dalam bentuk membawa sampah dari sumber dan/atau dari tempat penampungan sampah sementara atau dari tempat pengolahan sampah terpadu menuju ke Tempat Pemrosesan Akhir.
 - Pengolahan : dalam bentuk mengubah karakteristik, komposisi, dan jumlah sampah.
 - Pemrosesan akhir sampah : dalam bentuk pengambilan sampah dan/atau residu hasil pengolahan sebelumnya ke media lingkungan secara aman.

2.5. Pengertian Bank Sampah

Menurut yayasan Unilever Indonesia 2013, Bank Sampah adalah tempat menabung sampah yang telah dipilah sesuai dengan jenis sampah. Sampah yang masuk akan ditabung pada bank sampah mempunyai nilai jual dan nilai ekonomis. Cara kerja bank sampah pada umumnya hampir sama dengan bank lainnya, yaitu terdapat nasabah, pencatatan pembukuan dan manajemen pengelolanya. Apabila pada bank biasa yang kita kenal, yang disetorkan nasabah adalah uang, namun berbeda dengan bank sampah, yang disetorkan ke dalam bank sampah adalah sampah yang memiliki nilai jual. Sistem kerja bank sampah pengelolanya berbasis rumah tangga, dengan memberikan penghargaan kepada yang berhasil memilah dan menyortir sejumlah sampah (Unilever Green&clean, 2013).

Bank Sampah merupakan salah satu alternatif mengajak warga peduli dengan sampah, yang kosepnya mungkin dapat dikembangkan di daerah-daerah lainnya. Sistem pengelolaan bank sampah sendiri berbasis rumah tangga,dengan memberikan ganjaran berupa uang tunai atau kupon gratis kepada mereka yang berhasil memilah dan menyetorkan sejumlah sampah.

Dalam pelaksanaannya Bank Sampah dapat mengurangi tingginya angka sampah di masyarakat dan di TPA (tempat pemrosesan akhir), karena masyarakat memilah sampahnya sendiri, menukarkan sampahnya ke bank sampah dan membuang sampah yang tidak termasuk di bank sampah. Dengan begitu volume sampah yang ada di masyarakat dan di TPA (tempat pemrosesan akhir) dapat berkurang atau yang biasa disebut dengan reduce (pengurangan volume atau jumlahnya).

Tujuan dibangunnya bank sampah sebenarnya bukan bank sampah itu sendiri. Bank sampah adalah strategi untuk membangun kepedulian masyarakat agar dapat ‘berkawan’ dengan sampah untuk mendapatkan manfaat ekonomi langsung dari sampah. Dengan demikian bank sampah harus terintegrasikan dengan gerakan 3R sehingga manfaat langsung yang dirasakan tidak hanya ekonomi, namun pembangunan lingkungan yang bersih, hijau, dan sehat.

2.6. Pengertian Pemanasan Global

Pemanasan global didefinisikan sebagai kenaikan temperature atmosfer dari permukaan bumi yang meliputi daratan dan lautan. Bumi dikelilingi oleh lapisan udara yang bernama atmosfer yang mempunyai fungsi yang salah satunya untuk melindungi bumi dari pengaruh buruk sinar matahari yaitu sinar ultraviolet. Matahari memancarkan radiasinya ke bumi menembus lapisan atmosfer bumi. Radiasi tersebut akan dipantulkan ke angkasa,namun sebagian gelombang tersebut diserap oleh gas-gas rumah kaca yaitu CO₂, CH₄, N₂O,HFCs, dan SF₄ yang berada di atmosfer. Sebagai akibatnya gelombang tersebut terperangkap didalam atmosfer bumi, peristiwa ini terjadi berulang-ulang sehingga menyebabkan suhu rata-rata dipermukaan bumi meningkat(Rahmawati, 2013).

2.7. Pengertian Gas Rumah Kaca

Gas rumah kaca merupakan gas – gas yang ada di *atmosfer* yang menyebabkan efek gas rumah kaca, lingkungan, tetapi dapat juga timbul akibat aktivitas manusia . Dalam troposfer terdapat gas – gas rumah kaca yang menyebabkan efek rumah kaca dan pemanasan global. Gas rumah kaca dapat terbentuk secara alami maupun sebagai akibat pencemaran. Perubahan iklim menunjukkan adanya perubahan pada iklim yang disebabkan secara langsung maupun tidak langsung oleh kegiatan manusia yang mengubah komposisi atmosfer global dan juga terhadap variabilitas global dan juga terhadap variabilitas iklim alami yang diamati selama periode waktu tertentu (Rahmawati, 2013).

2.7.1 Kontribusi Emisi GRK dari Pengelolaan Sampah

Gas rumah kaca yang paling signifikan diemisikan dari sampah adalah metana (CH₄), gas ini berasal dari penguraian material organik yang terjadi di pembuangan akhir, dapat mencapai sekitar 50-60% dari total gas yang dihasilkan. Gas (CH₄) memiliki *global warming potential* lebih besar daripada CO₂ sekitar 21 kali lipat dalam waktu 100 tahun (IPCC , 2006).

2.8. Studi Terdahulu

Daftar penelitian-penelitian terdahulu yang telah dilakukan dapat dilihat pada **Tabel 2.1** berikut ini:

Tabel 2.1 Penelitian yang Telah Dilakukan

No.	Peneliti	Judul	Tujuan	Hasil Penelitian
1.	Aliftya Vicky Kiswandayani, Liliya Dewi Susanawati, Ruslan	Komposisi Sampah Dan Potensi Emisi Gas Rumah Kaca Pada Pengelolaan Sampah Domestik:	untuk mengetahui besarnya emisi gas yang dihasilkandari masing– masing pengelolaan sampah di TPA Winongo	Hasil penelitian menunjukkan Gas yang paling banyak diemisikanpada setiap tahunnya adalah gas CH ₄ karena gas tersebut telah diemisikan dari

No.	Peneliti	Judul	Tujuan	Hasil Penelitian
	Wirosoedarmo, 2016	Studi Kasus TPA Winongo Kota Madiun	saat ini dan proyeksi hingga 10tahun mendatang, untuk mengetahui jumlah timbulan sampah dan komposisi sampah di TPA Winongo saat ini	seluruh aktivitas pengelolaan sampah di TPA Winongo Kota Madiun, Aktivitas pengelolaan sampah yang mengemisikan gas CH ₄ dengan nilai yang paling tinggi adalah aktivitas penimbunan sampah, karena hampir seluruh sampah yang diangkut dan diolah di TPA Winongo Kota Madiun ditangani oleh pihak DKP dengan cara ditimbun. Selain itu komposisi sampah yang sebagian besar merupakan sampah organik mengakibatkan tingginya tingkat emisi gas CH ₄ dari aktivitas penimbunan sampah.
2.	Chrismalia Hapsari , 2011	Studi Emisi Karbon dioksida dan Metana dari Kegiatan Reduksi Sampah di wilayah Surabaya Bagian Selatan	Untuk menghitung laju timbulan dan komposisi sampah, mengestimasi jumlah emisi karbon dari sampah dengan kegiatan 3R dan tanpa 3R dengan metode US-EPA dan IPCC, serta dapat merekomendasikan system pengolahan sampah yang baik.	Dilihat dari tujuan peneliti maka hasil yang di dapat adalah, emisi karbon dengan metode IPCC tanpa 3R adalah 544,32 MTCE/tahun, metode IPCC dengan 3R adalah 323,68 MTCE/tahun sedangkan untuk metode US-EPA tanpa 3R melepas emisi karbon sebesar 3634,18 MTCE/tahun menyimpan sebesar 3,22 MTCE/tahun, untuk metode US-EPA dengan 3R melepas emisi karbon sebesar 647,98 MTCE/tahun menyimpan sebesar 2989,41 MTCE/tahun.
3	Raisa Chintiawati,	Estimasi dan Proyeksi emisi	Untuk mengestimasi jumlah GRK yang	Dari hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa

No.	Peneliti	Judul	Tujuan	Hasil Penelitian
	Setyo Sarwanto Moersidik, Nyoman Suwartha 2012	GRK dari Pengelolaan sampah di Kota Tangerang dengan pendekatan metode IPCC	dihasilkan dari kondisi pengelolaan sampah eksisting di Kota Tangerang, memproyeksi jumlah potensi GRK dalam 20 tahun dan untuk merekomendasikan langkah perbaikan dalam pengelolaan sampah.	total emisi GRK dari kondisi eksisting pada tahun 2012 adalah sebesar 26.351,66 MTCO ₂ e; 4.739,16 MTCO ₂ e berasal dari pengangkutan sampah 16.365,05 MTCO ₂ e dari pembakaran terbuka dan 5.247,46 TCO ₂ e berasal dari penimbunan sampah (yang diemisikan pada tahun 2013)
4	Suprihatin, Nastiti Siswi Indrasti, dan Muhammad Romli	Potensi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Melalui Pengomposan Sampah	Untuk mengetahui persentase penurunan emisi gas rumah kaca dengan adanya pengelolaan pada sampah (pengomposan)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa, Estimasi nilai finansial reduksi emisi melalui pengomposan sampah di Jabotabek padaberbagai harga ER dan laju produksi kompos, 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.

2.8.1 Rangkuman

Dengan adanya studi terdahulu diatas maka dapat diambil kesimpulan bahwa dengan adanya metode - metode perhitungan emisi gas rumah kaca yang digunakan dapat mengestimasi jumlah emisi gas rumah kaca dari sampah dan

usaha penurunan emisi gas rumah kaca dengan berbagai metode dapat mengurangi atau mereduksi presentase dari emisi gas rumah kaca yang dihasilkan.

BAB III

METODE PENELITIAN

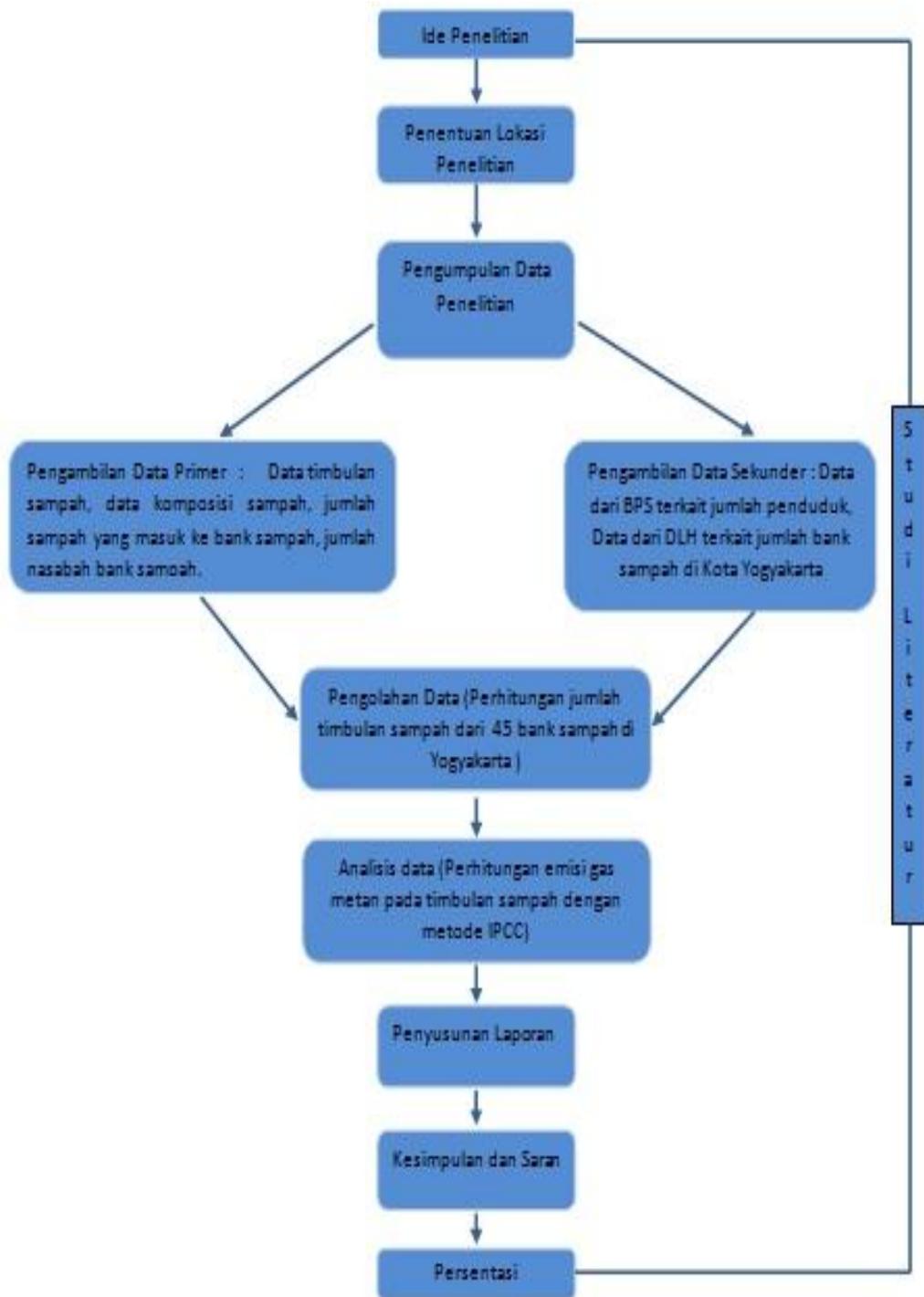
3.1. Jenis Penelitian dan Kerangka Penelitian

Metodologi penelitian ini digunakan sebagai tahapan awal yang dilakukan selama penelitian dan metodologi ini disusun berdasarkan pada permasalahan yang ada dalam ide guna mencapai tujuan penelitian. Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk dapat memprediksi besarnya emisi gas metana (CH_4) dari timbulan sampah yang ada di bank sampah.

Kerangka penelitian digunakan untuk mengetahui hal-hal yang berkaitan dan berhubungan dengan penelitian yang akan dilaksanakan. Setiap tahap dalam kerangka penelitian ini digambarkan dalam metodologi penelitian yang digunakan sebagai pedoman pelaksanaan penelitian ini. Berikut adalah tujuan dari kerangka penelitian:

1. Menyusun tahapan awal penelitian secara sistematis untuk mengetahui gambaran awal dari tahapan-tahapan penelitian sehingga pelaksanaan penelitian dan penulisan laporan bisa lebih sistematis.
2. Mempermudah pelaksanaan dalam penelitian untuk mengetahui segala sesuatu yang berhubungan dan berkaitan dengan penelitian agar tujuan dari penelitian dapat tercapai.
3. Memperkecil dan menghindari terjadinya kesalahan dalam penelitian.

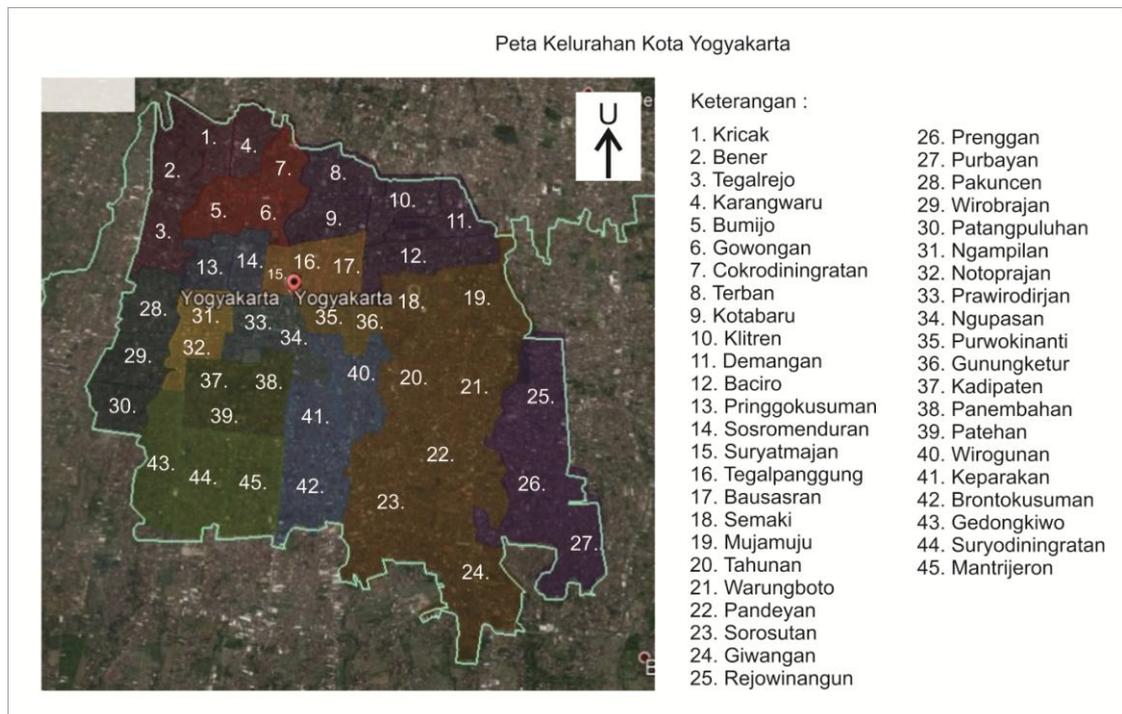
Dalam melakukan penelitian ini, terdapat metode yang dilakukan secara sistematis untuk mengestimasi potensi pengurangan jumlah emisi gas rumah kaca dan menganalisis pengaruh bank sampah dalam mengurangi sampah perkotaan di Kota Yogyakarta adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan data observasi dan kuesioner berada di beberapa bank sampah yang terletak di wilayah Kota Yogyakarta dengan 45 titik pengambilan sampel sesuai dengan jumlah bank sampah yang ada pada Kota Yogyakarta. Menurut data bank sampah tahun 2015 jumlah bank sampah yang ada pada Kota Yogyakarta sebanyak 433 bank sampah.



Gambar 3.2. Lokasi Penelitian

Tabel 3.1. Nama dan Alamat Bank Sampah

No	Nama bank sampah	Kelurahan	RW
1	Gilar Sumringah	Terban	1
2	Tompeyan berseri	Tegalrejo	1
3	Tren	Bener	3
4	Anugerah 14	Klitren	14
5	Code Astri	Wirogunan	4
6	Sinar Lestari	Sorosutan	9
7	Jurit Wolu	Purwokinanti	8
8	Peduli Sekitar	Cokrodiningratan	3

Lanjutan tabel 3.1 Nama dan alamat bank sampah

No	Nama Bank Sampah	Kelurahan	RW
9	Mugi resik	Pakuncen	12
10	Laron	Bausasran	8
11	Kid pag	Gunungketur	3
12	Gemi Setiti	Baciro	16
13	Makmur	Kotabaru	3
14	Murakapi	Rejowinangun	6
15	Paras asri	Sosromenduran	8
16	Wargamulyo	Pandeyan	4
17	Mekar lestari 2	Demangan	8
18	Surolaras	Notoprajan	8
19	Lintas Winongo	Bumijo	11
20	Suryo gemati	Suryadiningratan	8
21	Surya mulya	Giwangan	10
22	Gema suling	Pringgokusuman	16
23	Guyub rukun 18	Panembahan	18
24	Pualam	Patehan	2
25	Naga biru	Mantrijeron	9
26	Mira insani	Ngupasan	12
27	Kembang basen	Purbayan	4
28	Cendrawasih	Ngampilan	7
29	Rilo makarto	Mujamuju	1
30	Mondoroko	Prenggan	7
31	Lambung sari	Warungboto	5
32	Unggul	Semaki	7
33	Rw 07	Keparakan	7
34	Resik migunan	Suryatmajan	13
35	Pareanom	Patangpuluhan	7
36	Jupen darto	Tegalpanggung	13
37	Rottersih	Kadipaten	10
38	Gotong royong	Gowongan	10
39	Migunani	Tahunan	1

Lanjutan Tabel 3.1 Nama dan Alamat Bank Sampah

No	Nama Bank Sampah	Kelurahan	Rw
40	Promas	Gedongkiwo	12
41	Melati	Wirobrajan	10
42	Dados artho	Brontokusuman	6
43	Mandiri damai	Prawirodirjan	10
44	Darling	Karangwaru	1
45	Nusa bangsa	Kricak	6

3.3. Sumber Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam hal tujuan penelitian. Data yang dibutuhkan untuk mendukung penyusunan laporan ini dibagi menjadi dua yaitu, data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dengan melakukan penelitian oleh peneliti sendiri. Dalam penelitian ini, data primer didapat dari kuisioner atau survey *Random Sampling* yang dilakukan kepada pengelola bank sampah (responden), untuk perhitungan volume timbulan sampah perorang perhari lewat pendekatan perhitungan timbulan sampah ($m^3/orang.hari$). Data primer yang dipergunakan dalam penelitian ini antara lain :

- a. Data mengenai timbulan sampah
- b. Data mengenai komposisi sampah
- c. Jumlah sampah yang masuk ke bank sampah
- d. Metode Pengolahan sampah
- e. Prosentase pemilahan sampah
- f. Jumlah nasabah bank sampah

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari sumber lain atau penelitian orang atau badan/organisasi lain. Data sekunder dalam penelitian ini antara lain :

- a. Data dari Dinas Lingkungan Hidup, terkait jumlah bank sampah yang ada di Kota Yogyakarta.
- b. Data dari acuan yang digunakan yaitu IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) 2006 *Guideline* (2006).

3.4 . Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer dan sekunder dilakukan dalam kurun waktu kurang lebih 1,5 bulan, dengan langkah sebagai berikut :

1. Studi literatur

Studi literatur dilakukan untuk mencari informasi yang berkaitan dengan pemanasan global, efek gas rumah kaca berupa emisi karbon dioksida (CO₂) dan gas metan (CH₄) dari hasil pencemaran timbulan sampah. Adapun sumber-sumber yang digunakan berasal dari *textbook*, jurnal penelitian , artikel, internet, tugas akhir, thesis maupun data dari dinas terkait .

2. Observasi Lapangan

Pengamatan langsung di lapangan dan juga pencarian data–data yang terkait seperti data timbulan sampah, data jumlah penduduk data bank sampah yang ada di Kota Yogyakarta.

3. Wawancara

Melakukan serangkaian tanya jawab secara langsung kepada pengelola bank sampah dan pihak-pihak yang terkait untuk mengetahui informasi yang lebih jelas pada bank sampah di Kota Yogyakarta.

4. Kuisisioner

Kuisisioner atau angket adalah cara pengumpulan data dengan menggunakan daftar isian atau daftar pertanyaan yang telah disiapkan dan disusun sedemikian

rupa sehingga calon responden mampu mengisi atau menandainya dengan ,mudah dan cepat.

5. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini meliputi seluruh sampah yang masuk pada bank sampah di kota Yogyakarta. Sedangkan sampel yang akan diteliti adalah sampah yang berasal dari pemukiman warga yang terdapat bank sampah. Anggota sampel kemudian akan diambil secara *simple random sampling*.

Adapun jumlah ukuran sampel minimal dapat ditentukan dari rumus slovin sebagai berikut :

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

Keterangan : n = Jumlah sampel

N = Jumlah populasi

e = *Taraf signifikasi*

Dalam penggunaan rumus slovin terdapat ketentuan untuk menentukan batas toleransi kesalahan yaitu sebagai berikut :

Nilai e = 0,1 (10%) untuk populasi dalam jumlah besar

Nilai e = 0,2 (20%) untuk populasi dalam jumlah kecil

Menurut Neuman (1997), populasi berdasarkan jumlah anggota populasinya dibedakan menjadi :

- Populasi kecil yang memiliki anggota kurang dari 1.000
- Populasi besar yang memiliki anggota 150.000 atau lebih

Jumlah unit bank sampah seluruh kota Yogyakarta sejumlah 433 unit. Akan tetapi jumlah sampel yang akan diambil sejumlah 45 titik bank sampah disesuaikan dengan jumlah kelurahan di kota Yogyakarta. Dengan begitu, tingkat kepercayaan data statistik yang akan diperoleh adalah sebagai berikut :

$$45 = \frac{433}{1 + 433(e)^2}$$

e = 0,14 = 14% , yang berarti memiliki tingkat kepercayaan sebesar 86%

3.5. Pengolahan dan Analisis Data

Analisis data adalah bagian yang penting dalam metode ilmiah karena yang melakukan analisa atau data dapat diberi arti dan makna yang berguna dalam memecahkan suatu masalah dalam penelitian. Data yang didapatkan akan diolah dan dianalisis untuk mengetahui estimasi dari emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari sampah, dengan menggunakan acuan ketentuan IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) 2006 *Guideline* (2006).

3.5.1 Perhitungan Emisi Gas metana (CH₄)

Dalam penelitian ini, pengolahan data menggunakan metode THIER 1 yang diuraikan IPCC (Intergovernmental Plane Climate Change) 2006. Untuk menghitung emisi gas metana yang dihasilkan dari timbulan sampah dengan rumus perhitungan sebagai berikut :

1. Analisis Perhitungan Emisi yang langsung di buang langsung ke TPA

Analisis emisi gas metana dilakukan dengan menghitung timbulan sampah yang masuk ke TPA Piyungan dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Emisi CH}_4 = (\text{MSW}_T \times \text{MSW}_F \times \text{MCF} \times \text{DOC} \times \text{DOCF} \times \text{F} \times \frac{16}{12} - \text{R}) \times (1-\text{OX}) \dots \dots (3.1)$$

$$\text{MSW}_T = \text{Jumlah Penduduk kota Yogyakarta} \times \text{timbulan sampah (SNI)} \dots \dots (3.2)$$

Keterangan :

MSW_T = Timbulan sampah di TPA (Ton/tahun)

MSW_F = Fraksi timbulan sampah yang ditimbun (100%)

MCF = Faktor koreksi metana (0,4 berdasarkan IPCC)

DOC = Degradasi organik karbon (Kg C/Kg sampah)

DOCF = Fraksi dari DOC (0,5 berdasarkan IPCC)

F = Fraksi dari CH₄ di TPA (0,5 berdasarkan IPCC)

OX = Faktor oksidasi (0,1 berdasarkan IPCC)

R = Recovery CH₄ (Ton/tahun)

16/12 = Konversi dari C ke CH₄

Nilai default *Degradable Organic Carbon* (DOC) menurut IPCC (2006) dapat dilihat pada tabel 3.2 Dan nilai default *Default fraction dissimilated DOC* (DOCF), *Fraction of CH₄ in landfill gas* (F), *Methane Recovery* (R), dan *Oxidation Factor* (OX) yang disediakan IPCC 2006 untuk melengkapi perhitungan emisi CH₄ dapat dilihat pada Tabel 3.3 . Sementara perhitungan jumlah DOC dapat dilihat pada lampiran 1.

Tabel 3.2 Nilai Default DOC dan kandungan berat kering sampah kota

Komponen Sampah	Kandungan bahan kering (%)	Karbon organik terdegradasi (%)		Kandungan DOC limbah kering (%)		Total kandungan karbon (%) berat kering		Fraksi karbon fosil (%) dari total karbon	
		Standar	Rentang	Standar	Rentang	Standar	Rentang	Standar	Rentang
Kertas/karton	90	40	36-45	44	40-50	46	42-50	1	0-5
Tekstil	80	24	20-40	30	25-50	50	25-50	20	0-50
Limbah makanan	40	15	8-20	38	20-50	38	20-50	-	-
Limbah kayu	85	43	39-46	50	46-54	50	46-54	-	-
Limbah taman/kebun	40	20	18-22	49	45-55	49	45-55	0	0
Napies	40	24	18-22	60	44-80	70	54-90	10	10
Karet dan kulit	84	(39)	(39)	(39)	(39)	67	67	20	20
Plastik	100	-	-	-	-	75	67-85	100	95-100
Logam	100	-	-	-	-	NA	NA	NA	NA
Gelas	100	-	-	-	-	NA	NA	NA	NA
Lain-lain	90	-	-	-	-	3	8-5	100	50-100

Sumber : IPCC 2006

Tabel 3.3 Nilai default IPCC untuk perhitungan gas metana

Variabel Perhitungan	Nilai
MCF	0,4
DOCF	0,5
F	0,5
R	0
OX	0,1

Sumber : IPCC (2006)

Dalam jurnalnya yang berjudul “Komposisi Sampah dan Potensi Emisi Gas Rumah Kaca pada Pengelolaan Sampah Domestik: Studi Kasus TPA Winongo

Kota Madiun”, Kiswandayani et al (2016) mengatakan hasil emisi gas rumah kaca dibuat ekivalen dalam basis ton CO₂ eq/tahun menggunakan indeks *Global Warning Potential* (GWP) dan dapat dirubah satuannya ke dalam ton CO₂ eq/tahun dengan rumus : CH₄ ekivalen = 25 x Emisi CH₄.

2. Analisis reduksi sampah

Reduksi sampah merupakan sampah yang dapat direduksi di bank sampah. Reduksi sampah dapat diketahui dari jenis sampah dan jumlah sampah yang masuk ke bank sampah dalam waktu tertentu . Untuk memperoleh jumlah sampah tereduksi pada sampah perkotaan , data timbulan sampah pada bank sampah dan jumlah nasabah di bank sampah yang telah diperoleh sebelumnya diolah terlebih dahulu ke dalam bentuk material balance . Material balance yang disusun meliputi data sebagai berikut :

- Total sampah masuk pada seluruh bank sampah
- Total sampah masuk dari penduduk (jumlah penduduk yang diambil dari jumlah nasabah seluruh bank sampah)

Dari selisih jumlah sampah yang dihasilkan penduduk Yogyakarta dan jumlah sampah yang masuk pada seluruh bank sampah maka akan diperoleh jumlah sampah yang tereduksi .

% Reduksi = Total sampah Kota Yogyakarta – Total sampah masuk pada bank sampah

3. Perhitungan emisi gas rumah kaca

Perhitungan emisi gas rumah kaca dilakukan secara manual menggunakan MS Office Excel dan diinterpretasikan dalam bentuk grafik maupun angka dengan satuan Ton CO₂ eq/tahun. Rumus perhitungan emisi gas rumah kaca pada proses pengomposan adalah sebagai berikut :

$$\text{Emisi CH}_4 = \Sigma(Mi \times Efi) \times 10^{-3} - R$$

Keterangan :

Mi = Massa sampah yang dikomposkan (Gg/tahun)

Efi = faktor emisi pada proses pengomposan (g CH₄/Kg)

R = Jumlah recovery emisi CH₄ (Gg CH₄)

Untuk faktor emisi (EF) yang digunakan pada perhitungan sesuai dengan nilai *default* IPCC 2006 GL, nilai EF dapat dilihat pada tabel 3.4

Tabel 3.4. Faktor emisi (EF) default IPCC 2006 GL (Tier 1)

Tipe teknologi pengolahan biologi	Faktor emisi CH ₄ (g CH ₄ /kg limbah)	
	Basis berat kering	Basis berat basah
Pengomposan	10 (0,08-20)	4 (0,03-8)

Sumber :IPCC 2006

Menurut Kiswandayani et al, 2016 pada jurnalnya yang berjudul “Komposisi Sampah Dan Potensi Emisi Gas Rumah Kaca Pada Pengelolaan Kompos Domestik : Studi Kasus TPA Winongo Kota Madiun” menyatakan bahwa pada proses pengomposan yang dilakukan, yang dikatakan bisa bermanfaat tetapi juga dapat menghasilkan emisi gas rumah kaca seperti metana (CH₄).

4. Uji korelasi

Analisis data yang digunakan untuk melihat pengaruh bank sampah dalam mereduksi sampah perkotaan yaitu dengan menggunakan metode uji korelasi stasistika. Korelasi merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk mencari hubungan antara dua variabel yang bersifat kuantitatif. Hubungan dua variabel tersebut dapat terjadi karena adanya hubungan sebab akibat atau dapat pula terjadi karena kebetulan saja. Dua variabel dikatakan berkorelasi apabila perubahan pada variabel yang satu akan diikuti perubahan pada variabel yang lain secara teratur dengan arah yang sama (korelasi positif) atau berlawanan (korelasi negatif). Nilai korelasi berkisar antara 1 sampai -1, nilai semakin mendekati 1 atau -1 berarti hubungan antara dua variabel semakin kuat. Dalam penelitian kali ini variabel

yang akan dianalisa berupa hubungan jumlah sampah dengan emisi gas rumah kaca yang terjadi.

$$r_{xy} = \frac{N\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{(N\sum x^2 - (\sum x)^2)\{N\sum y^2 - (\sum y)^2\}}}}$$

Dimana :

- r_{xy} = Koefisien korelasi
- $\sum xy$ = Jumlah perkalian variabel x dan y
- $\sum x$ = Jumlah nilai variabel x
- $\sum y$ = Jumlah nilai variabel y
- $\sum x^2$ = Jumlah pangkat dua nilai variabel x
- $\sum y^2$ = Jumlah pangkat dua nilai variabel y
- N = Banyaknya sampel

Dari hasil perhitungan r_{xy} (interval korelasi) didapatkan tingkat hubungan antara jumlah sampah yang dihasilkan atau variabel X dengan emisi metana sampah yang dilakukan pengolahan atau variabel Y . Adapun pedoman untuk memberikan interpretasi koefisien korelasi atau seberapa besar pengaruh variabel-variabel bebas terhadap variabel terikat , digunakan pedoman yang dikemukakan oleh Sugiyono (2008) sebagai berikut :

Tabel 3.5 Pedoman untuk memberikan interpretasi terhadap koefisien korelasi

Interval korelasi	Tingkat hubungan
0,00 – 0,199	Sangat rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat kuat

Sumber : Sugiyono (2008)

BAB IV

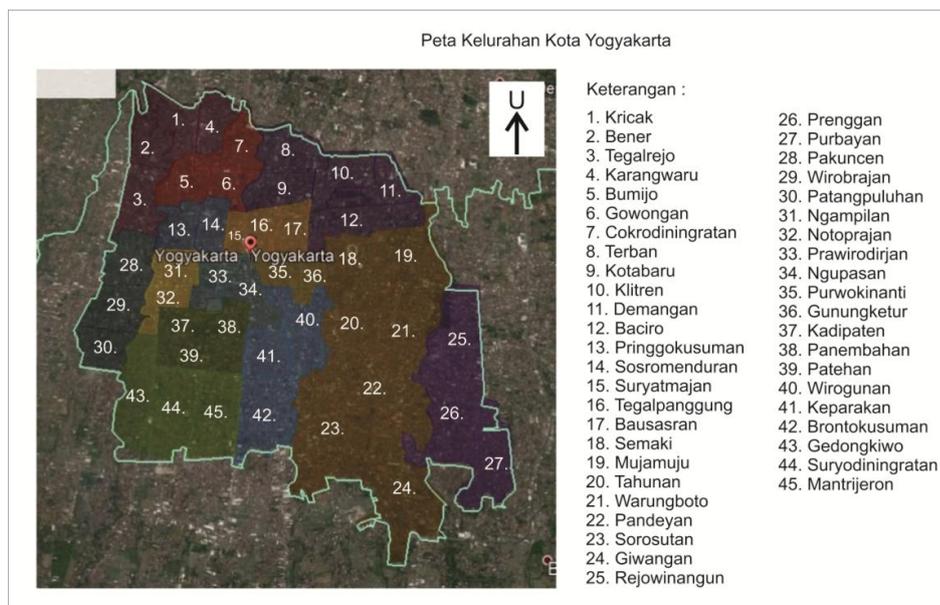
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Wilayah

4.1.1 Lokasi Penelitian

Kota Yogyakarta merupakan salah satu kota daerah tingkat II yang berstatus Kota disamping empat daerah tingkat II lainnya yang berstatus kabupaten. Menurut sensus penduduk tahun 2015 jumlah penduduk Kota Yogyakarta tercatat 412.704 jiwa (Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta 2015). Secara administratif kota Yogyakarta memiliki 17 kecamatan dan 45 kelurahan . Batas – batas wilayah kota Yogyakarta adalah sebagai berikut :

- a. Sebelah Utara : Kabupaten Sleman
- b. Sebelah Selatan : Kabupaten Bantul
- c. Sebelah Timur : Kabupaten Sleman
- d. Sebelah Barat : Kabupaten Sleman



Gambar 4.1 Peta Administratif Kota Yogyakarta

Besarnya penduduk dan keragaman aktivitas di kota Yogyakarta mengakibatkan munculnya persoalan dalam pelayanan prasarana perkotaan seperti masalah sampah. Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki tempat pemrosesan akhir sampah yang salah satunya TPA Piyungan, dimana TPA ini mampu melayani tiga wilayah, yaitu Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta, dan Kabupaten Bantul. TPA piyungan memiliki luas lahan 12,5 ha terletak di Kabupaten Bantul, ± 16 km sebelah Tenggara pusat Kota Yogyakarta, tepatnya di Dusun Ngeblak, Desa Sitimulyo, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul, DI Yogyakarta. Terbagi dalam tiga zona yang telah beroperasi dari tahun 1995-2015.

Semakin meningkatnya jumlah penduduk di Kota Yogyakarta maka jumlah sampah yang dihasilkan akan berbanding lurus. Sampai saat ini hampir seluruh sampah berakhir di TPA sehingga beban TPA menjadi sangat berat. Melihat kondisi sampah yang mengalami peningkatan secara signifikan membuat pemerintah Kota Yogyakarta melalui Dinas Lingkungan Hidup mencetuskan Program Pengelolaan Sampah Mandiri (PSM). Sejak tahun 2009 sudah diinisiasi program PSM yang bertujuan untuk mengubah cara pandang tentang sampah serta meningkatkan kapasitas masyarakat sehingga mampu secara mandiri mengelola sampah mereka secara benar dan berwawasan lingkungan. Salah satu strategi Pemerintah Kota Yogyakarta dalam program PSM adalah melalui Bank Sampah. Pemerintah Kota Yogyakarta menargetkan 1 RW 1 Bank sampah di tahun 2017, sampai saat ini bank sampah yang beroperasi di Kota Yogyakarta sudah mencapai 433 bank sampah atau sekitar 70% dari total 616 RW yang ada di Kota Yogyakarta (Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta).

Dalam penelitian ini dilakukan pengambilan sampel bank sampah di 45 kelurahan yang ada di kota Yogyakarta , 45 kelurahan diantaranya sebagai berikut:

Tabel 4.1 Nama bank sampah di masing – masing kelurahan

No	Nama bank sampah	Kelurahan	RW
1	Gilar Sumringah	Terban	1
2	Tompeyan berseri	Tegalrejo	1

Lanjutan tabel 4.1 Nama bank sampah di Kelurahan

No	Nama Bank Sampah	Kelurahan	Rw
3	Tren	Bener	3
4	Anugerah 14	Klitren	14
5	Code Asri	Wirogunan	4
6	Sinar Lestari	Sorosutan	9
7	Jurit Wolu	Purwokinanti	8
8	Peduli Sekitar	Cokrodingratan	3
9	Mugi resik	Pakuncen	12
10	Laron	Bausasran	8
11	Kid pag	Gunungketur	3
12	Gemi Setiti	Baciro	16
13	Makmur	Kotabaru	3
14	Murakapi	Rejowinangun	6
15	Paras asri	Sosromenduran	8
16	Wargamulyo	Pandeyan	4
17	Mekar lestari 2	Demangan	8
18	Surolaras	Notoprajan	8
19	Lintas Winongo	Bumijo	11
20	Suryo gemati	Suryadiningratan	8
21	Surya mulya	Giwangan	10
22	Gema suling	Pringgokusuman	16
23	Guyub rukun 18	Panembahan	18
24	Pualam	Patehan	2
25	Naga biru	Mantrijeron	9
26	Mira insani	Ngupasan	12
27	Kembang basen	Purbayan	4
28	Cendrawasih	Ngampilan	7
29	Rilo makarto	Mujamuju	1
30	Mondoroko	Prenggan	7
31	Lumbang sari	Warungboto	5
32	Unggul	Semaki	7
33	Rw 07	Keparakan	7

Lanjutan Tabel 4.1 Nama Bank Sampah di Kelurahan

No	Nama Bank Sampah	Kelurahan	RW
34	Resik migunan	Suryatmajan	13
35	Pareanom	Patangpuluhan	7
36	Jupen darto	Tegalpanggung	13
37	Rottersih	Kadipaten	10
38	Gotong royong	Gowongan	10
39	Migunani	Tahunan	1
40	Promas	Gedongkiwo	12
41	Melati	Wirobrajan	10
42	Dados artho	Brontokusuman	6
43	Mandiri damai	Prawirodirjan	10
44	Darling	Karangwaru	1
45	Nusa bangsa	Kricak	6

4.1.2 Kondisi Bank Sampah

Pada penelitian ini , bank sampah yang dijadikan sampel berjumlah 45 unit bank sampah. Masing-masing bank sampah memiliki jumlah nasabah yang berbeda-beda dengan kisaran 24-235 nasabah , menyebabkan jumlah sampah yang masuk berbeda-beda. Cakupan wilayah pelayanan bank sampah yaitu setingkat rukun warga (RW) yang terdiri dari rukun tetangga. Berdasarkan pengamatan langsung dilapangan dengan wawancara dan memberikan kuisisioner dapat diketahui bahwa bank sampah melakukan kegiatan penimbangan dan penjualan dalam kurun waktu 2 kali dalam satu bulan.

Sumber sampah yang masuk biasanya dari sampah rumah tangga warga pada setiap RW bahkan tidak jarang nasabah yang menyetorkan sampahnya datang dari instansi seperti sekolahan, hotel, dan pertokoan. Sampah yang masuk ke bank sampah sebagian besar telah dipilah berdasarkan jenisnya, masing-masing sampah yang masuk nantinya akan diolah menjadi kerajinan tangan dan ada yang dijual pada pengepul. Contoh bank sampah dapat dilihat pada gambar 4.2 dan gambar 4.3



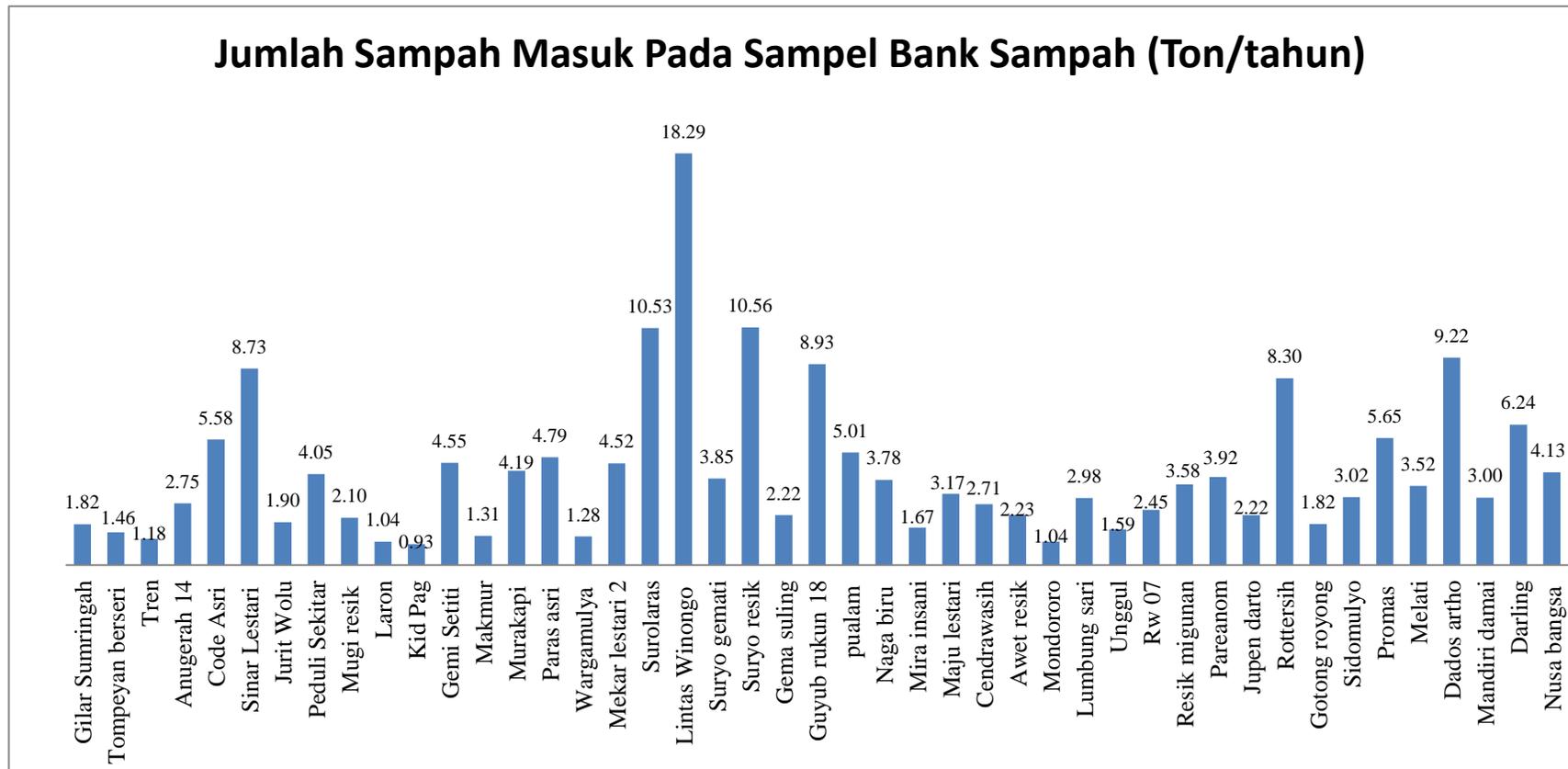
Gambar 4.2 Contoh bank sampah 1



Gambar 4.3 Contoh bank sampah 2

Sampah yang masuk pada masing-masing bank sampah jumlahnya berbeda-beda setiap bulannya, untuk jumlah sampah yang masuk setiap bulannya dapat dilihat pada lampiran, berikut gambar 4.4 yang menunjukkan perbandingan

jumlah sampah yang masuk pada 45 sampel bank sampah dalam satu tahun sebagai berikut:



Gambar 4.4 Grafik Jumlah Sampah Masuk dalam 1 tahun

Dilihat dari gambar 4.4 bahwa jumlah sampah yang masuk terbesar dalam satu tahun sebanyak 18,29 Ton/tahun yang dihasilkan bank sampah Lintas Winongo dengan jumlah nasabah 235 jiwa, dan jumlah sampah terkecil sebesar 0,93 Ton/tahun yang dihasilkan bank sampah Kid Pag dengan jumlah nasabah 30 jiwa.

4.2 Pengelolaan Sampah Pada Bank Sampah

4.2.1 Pemilahan Sampah

Berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan yang dilakukan dengan membagikan kuisisioner dan wawancara secara langsung, dapat diketahui bahwa kegiatan rutin bank sampah dilakukan rata-rata 2 kali dalam satu bulan dan bertepatan dihari sabtu atau minggu. Kegiatan bank sampah yang dilakukan meliputi pemilahan sampah, penimbangan sampah, dan penjualan sampah. Sampah yang dipilah secara garis besar hampir semua sama yaitu terbagi menjadi sampah plastik, sampah kertas, kaca, dan logam. Pengelola bank sampah menuturkan bahwa rata-rata pemilahan sampah mencapai 65% dari sampah yang disetorkan oleh nasabah, hal ini dikarenakan masyarakat telah diberikan sosialisasi oleh pihak pemerintah dan pengelola bank sampah terkait jenis sampah. Berikut contoh bank sampah yang melakukan kegiatan pemilahan, penimbangan, dan penjualan dapat dilihat pada gambar 4.5 – gambar 4.6

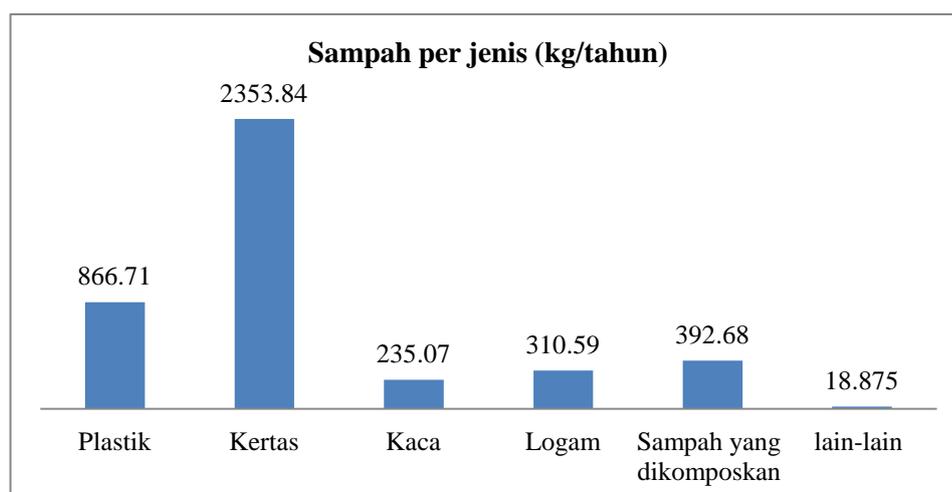


Gambar 4.5 Pemilahan yang dilakukan bank sampah



Gambar 4.6 Penimbangan Sampah

Berdasarkan analisis data yang telah diolah, didapatkan hasil rata-rata dari jumlah sampah yang masuk ke bank sampah yaitu sampah plastik sebanyak 866,71 kg/tahun, kertas 2353,84 kg/tahun, kaca 235,07 kg/tahun, logam 310,59 kg/tahun dan sampah lain-lain sebesar 18,875 kg/tahun. Untuk jumlah sampah masuk per –jenis secara lengkap dapat dilihat pada lampiran . Berikut gambar 4.7 yang menunjukkan grafik perbandingan dari masing-masing jenis sampah .



Gambar 4.7 Grafik perbandingan sampah per-jenis per-tahun

Sumber : Data penelitian yang diolah

Berdasarkan gambar 4.7, rata-rata sampah dengan jumlah terbanyak adalah sampah kertas dan yang terendah adalah sampah kaca, hal ini dikarenakan dalam kegiatan sehari-hari sampah jenis kertas lebih mudah ditemukan, seperti sampah kertas bekas kotak makanan, kertas HVS, kardus, koran dan lain-lain. Selain itu salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah sampah kaca memiliki rata-rata terendah yaitu karena nasabah jarang sekali menemukan sampah yang berbentuk atau berbahan kaca.

4.2.2 Pengolahan Sampah

Setiap bank sampah memiliki kemampuan pengolahan sampah yang berbeda-beda. Pengolahan sampah yang dilakukan bank sampah rata-rata yaitu dengan pengomposan dan mendaur ulang sampah yang disetorkan. Jumlah sampah yang diolah menjadi kompos pada masing-masing bank sampah dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut :

Tabel 4.2 Berat sampah yang dikomposkan

NO	Nama Bank Sampah	Pengolahan kompos kg/tahun
1	Gilar Sumringah	365,03
2	Tompeyan berseri	391,04
3	Anugerah 14	521,47
4	Code Asri	521,47
5	Sinar Lestari	521,47
6	Jurit Wolu	495,39
7	Peduli Sekitar	286,80
8	Mugi resik	234,66
9	Makmur	521,47
10	Murakapi	417,17
11	Paras asri	521,47
12	Wargamulya	391,10
13	Mekar lestari 2	234,66
14	Surolaras	521,47
15	Lintas Winongo	521,47
16	Suryo gemati	443,25
17	Suryo resik	521,47
18	Gema suling	521,47
19	pualam	156,44

Lanjutan Tabel 4.2 Berat Sampah Yang di Komposkan

No	Nama Bank Sampah	Pengolahan Kompos Kg/tahun
20	Mira insani	521,47
21	Maju lestari	156,44
22	Cendrawasih	260,73
23	Awet resik	182,51
24	Mondororo	260,73
25	Lambung sari	521,47
26	Unggul	182,51
27	Rw 07	417,17
28	Resik migunan	286,80
29	Pareanom	521,47
30	Jupen darto	182,51
31	Rottersih	312,88
32	Promas	521,47
33	Dados artho	521,47
Total		12958,58
Rata-rata		392,68

Sumber : Data penelitian yang diolah

Setelah dilakukan analisis dapat dilihat pada tabel 4.2 bahwa, bank sampah yang melakukan pengomposan diketahui hanya sebanyak 33 dari 45 unit sampel, atau berkisar 73% dari jumlah sampel yang diambil. Hasil perhitungan diatas didapatkan dengan mengalikan jumlah KK dalam satu bank sampah lalu dikalikan dengan timbulan sampah Kg/orang/hari dan dikalikan dengan komposisi sampah yang dikomposkan. Pada penelitian ini diambil kapasitas pelayanan komposter komunal dengan jumlah pelayanan 10KK-20KK yang mana jumlah tersebut telah ditetapkan pada SNI 3242-2008, dimana ketentuan tersebut berlaku apabila bank sampah tidak melakukan pencatatan nasabah yang menyetorkan sampah yang dapat dikomposkan pada bank sampah. Pada pengamatan langsung yang dilakukan peneliti ditemukan bahwa pengolahan kompos yang terjadi yaitu bersifat anaerobik tetapi menggunakan komposter yang tipe pengolahan komposnya bersifat aerobik, hal ini dikarenakan kurangnya pengetahuan pengelola bank sampah terhadap pengolahan kompos yang diterapkan.

Pada pengolahan sampah yang dilakukan bank sampah khususnya daur ulang ada 40 dari 45 unit sampel atau sekitar 88% dari jumlah sampel yang diambil. Sampah yang mampu didaur ulang berupa kertas koran yang dibuat menjadi hiasan meja dan sampah plastik yang masih layak dibuat menjadi tas kerajinan tangan oleh bank sampah. Hasil diskusi yang dilakukan dengan pengelola bank sampah bahwa pengolahan daur ulang tidak dilakukan secara rutin, melainkan daur ulang dilakukan ketika bank sampah tersebut mengikuti perlombaan, dan ketika ada pesanan untuk proses daur ulang. Jumlah sampah yang didaur ulang pada masing-masing bank sampah dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut :

Tabel 4.3 Jumlah sampah yang didaur ulang

No	Nama Bank Sampah	Jumlah sampah yang didaur ulang(Kg/tahun)
1	Gilar Sumringah	20.5
2	Tompeyan berseri	77.8
3	Tren	49.86
4	Anugerah 14	34.3
5	Code Asri	31.51
6	Sinar Lestari	96.38
7	Jurit Wolu	66.17
8	Peduli Sekitar	91.52
9	Mugi resik	84.514
10	Laron	48.74
11	Gemi Setiti	72.788
12	Makmur	85.2
13	Murakapi	74.84
14	Paras asri	82.23
15	Wargamulya	66.74
16	Mekar lestari 2	40.102
17	Surolaras	65.196
18	Lintas Winongo	67.65
19	Suryo gemati	98.3
20	Suryo resik	52.408
21	Gema suling	49.24
22	Guyub rukun 18	41.22
23	Pualam	20.46

Lanjutan Tabel 4.3 Jumlah Sampah Yang di Daur Ulang

No	Nama Bank Sampah	Jumlah Sampah Yang di daur ulang (Kg/tahun)
24	Mira insani	64.98
25	Maju lestari	31.38
26	Pareanom	39.9
27	Jupen darto	35.804
28	Rottersih	35.2
29	Promas	86.68
30	Melati	28.4
31	Dados artho	55.8

Sumber : Data penelitian yang diolah

Untuk penerapan system biopori hanya dilakukan oleh 28 dari 45 unit bank sampah atau sekitar 62% dari jumlah sampel yang diambil. Biopori merupakan salah satu pengolahan sampah yang berfungsi untuk mengurangi genangan air pada lingkungan sekitar. Berikut contoh gambar dari pengolahan sampah berupa kompos dan daur ulang dapat dilihat pada gambar :



Gambar 4.8 Contoh pengolahan kompos dengan kapasitas 20-30 Kg

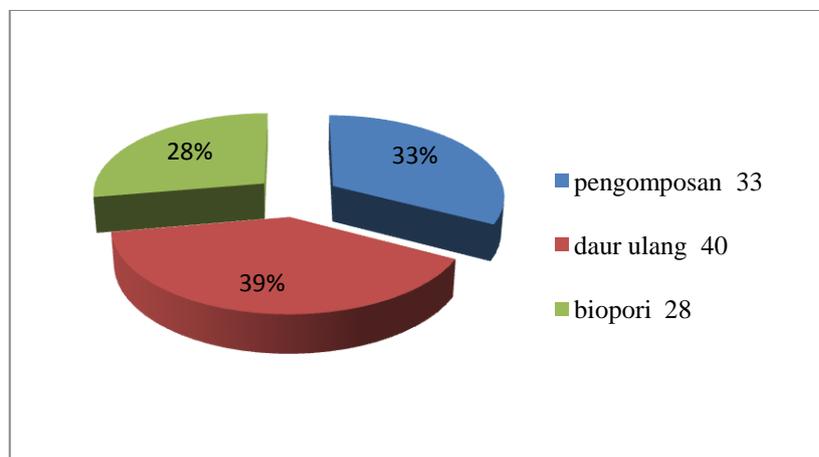
Sumber : Dokumentasi



Gambar 4.9 Hasil produk daur ulang

Sumber : Dokumentasi

Gambar 4.10 menunjukkan diagram pie dari prosentase perbandingan bank sampah yang melakukan pengolahan sampah .



Gambar 4.10 Bank sampah yang melakukan pengolahan sampah

Sumber : Data penelitian yang diolah

Dilihat dari diagram pie diatas bank sampah dari 45 sampel yang diambil dapat diketahui bank sampah yang melakukan daur ulang mendominasi sebanyak 40 bank sampah atau 39% dari 45 jumlah sampel, dan yang paling sedikit adalah bank sampah yang melakukan pengolahan biopori sebanyak 28 bank sampah dengan nilai 28%, untuk proses pengomposan berada pada angka 33% dengan

jumlah 33 bank sampah yang melakukan pengomposan karena masih banyak bank sampah yang belum mengerti untuk melakukan proses pengolahan sampah.

Dalam setiap program, terdapat faktor pendukung dan penghambat jalannya program yang dilakukan bank sampah. Faktor pendukung dan faktor penghambat dijelaskan sesuai dengan hasil observasi dan wawancara saat pengamatan langsung sebagai berikut :

- a. Faktor pendukung :
 - 1). Organisasi yang baik (pengurus bank sampah)
 - 2). Kerjasama dengan stakeholder yang baik (CSR Unilever dan JPSM kota Yogyakarta)
 - 3). Sarana prasarana yang memadai
 - 4). Peran aktif nasabah
- b. Faktor penghambat :
 - 1). Naik turunnya harga sampah
 - 2). Keterlambatan pembayaran oleh pengepul
 - 3). Rendahnya kreativitas yang dimiliki nasabah

Dari sejumlah bank sampah yang disampel terdapat juga bank sampah yang belum memahami sepenuhnya pengelolaan sampah yang baik dan benar , hal ini dikarenakan kurangnya perhatian dan pembinaan serta pendampingan dari instansi pemerintah atau pihak terkait mengenai pengelolaan sampah.

4.3 Analisis Timbulan Sampah

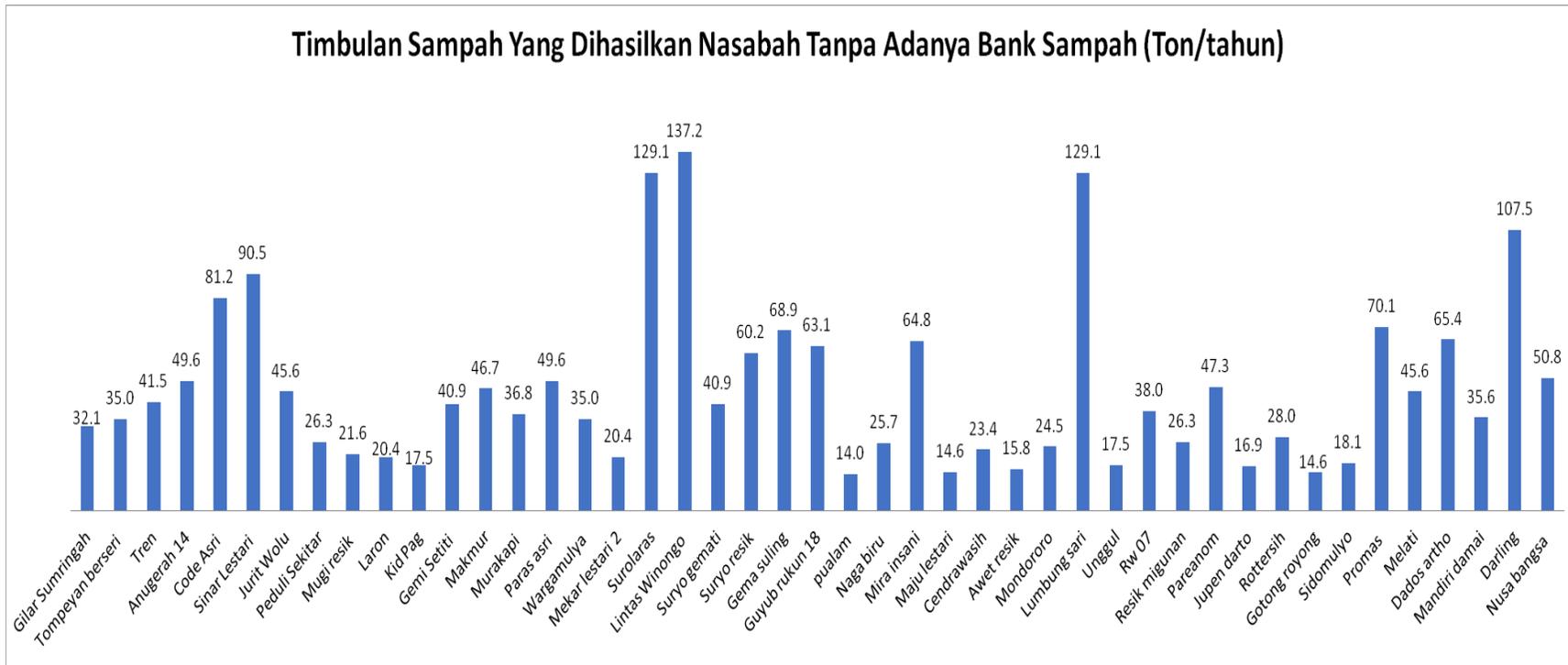
Pada penentuan berat sampah per individu ditentukan berdasarkan SNI 19-3983-1995 spesifikasi timbulan sampah untuk kota kecil dan kota sedang di Indonesia. Besaran timbulan sampah berdasarkan komponen-komponen sumber sampah dapat dilihat pada tabel 4.4 :

Tabel 4.4 Besaran timbulan sampah berdasarkan komponen-komponen sumber

No	Komponen sumber sampah	Satuan	Volume (liter)	Berat (Kg)
1	Rumah permanen	per orang/hari	2,25-2,50	0,350-0,400
2	Rumah semi permanen	per orang/hari	2,00-2,25	0,300-0,350
3	Rumah non permanen	per orang/hari	1,75-2,00	0,250-0,300
4	Kantor	per pegawai/hari	0,50-0,75	0,025-0,100
5	Toko/ruko	per petugas/hari	2,50-3,00	0,150-0,350
6	Sekolah	per murid/hari	0,10-0,15	0,010-0,020
7	Jalan arteri sekunder	per meter/hari	0,10-0,15	0,020-0,100
8	Jalan kolektor sekunder	per meter/hari	0,10-0,15	0,010-0,050
9	Jalan lokal	per meter/hari	0,05-0,1	0,005-0,025
10	Pasar	per meter ² /hari	0,20-0,60	0,1-0,3

Sumber : SNI 19-3983-1995

Menurut SNI 19-3983-1995 pada tabel besaran timbulan sampah berdasarkan komponen-komponen sumber sampah untuk rumah permanen berat sampah yang dihasilkan per individu 0,350-0,400 kg/orang/hari. Pada penelitian kali ini perhitungan timbulan sampah menggunakan estimasi berat sampah sebesar 0,400 kg/orang/hari. Dengan estimasi setiap 1 KK terdiri dari 4 orang, hasil analisis timbulan sampah dapat dilihat pada gambar 4.11, dan untuk perhitungan lengkap dapat dilihat pada lampiran .



Gambar 4.11 Timbulan sampah nasabah tanpa adanya bank sampah

Sumber : Data penelitian yang diolah

Dari hasil analisa timbulan sampah pada 45 sampel pada gambar 4.11 dapat dilihat nilai timbulan sampah tertinggi yaitu sebanyak 137,2 Ton/tahun yaitu di bank sampah Lintas winongo dan yang terendah adalah 14 Ton/tahun pada bank sampah Pualam, rentang perbedaan timbulan sampah yang dihasilkan cukup jauh dikarenakan perbedaan pada jumlah nasabah yang terdaftar pada masing-masing bank sampah dengan daerah pelayanan yang berbeda, apabila cakupan wilayah dan nasabah semakin banyak maka timbulan sampah yang dihasilkan pun akan semakin banyak . Total timbulan sampah yang dihasilkan selama 1 tahun yaitu sebesar 2.083,7 Ton/tahun.

4.4 Jumlah Total Komposisi Sampah Pada Bank Sampah

Pada penelitian ini, data komposisi sampah diperoleh dari jumlah sampah yang masuk dan diukur untuk mengetahui prosentase komposisi sampah. Untuk data komposisi sampah diambil dari data satu tahun kebelakang dari bank sampah. Prosentase komposisi sampah dapat diketahui dengan melakukan perhitungan sebagai berikut :

Contoh perhitungan :

- Berat Sampah Plastik = 39.001,73 kg/tahun
- Berat Sampah Total = 182.589 kg/tahun

Jadi, prosentase sampah plastik adalah

$$\% \text{ sampah plastik} = \frac{39001,73}{182589} \times 100 \% = 21,36 \%$$

Setelah melakukan perhitungan dengan rumus perhitungan diatas maka didapatkan hasil prosentase komposisi sampah untuk masing-masing jenis sampah, dapat dilihat pada tabel 4.5 :

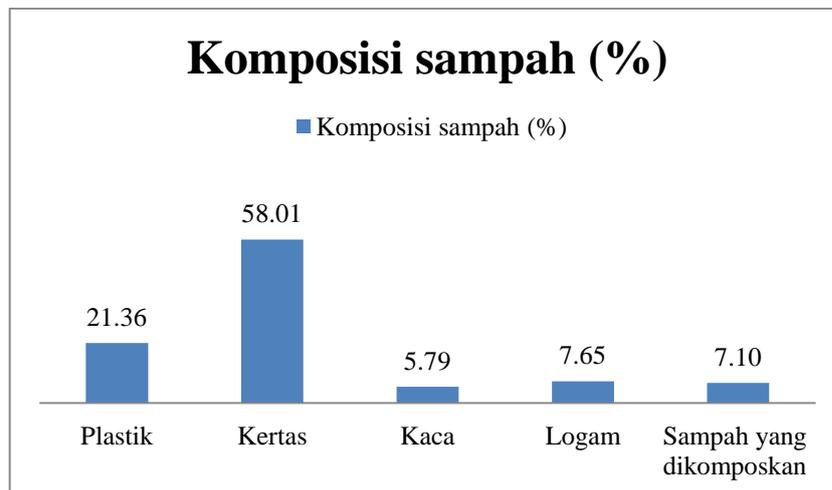
Tabel 4.5 Prosentase komposisi jenis sampah pada sampel bank sampah

NO	Jenis sampah	Berat komposisi per jenis (kg/tahun)	Prosentase komposisi (%)
1	Sisa makanan dan sampah taman	12958,58	7,10

Lanjutan tabel 4.5 prosentase komposisi jenis sampah pada bank sampel sampah

No	Jenis Sampah	Berat Komposisi Per Jenis (Kg/tahun)	Prosentase Komposisi (%)
2	Plastik	39001.73	21,36
3	Kertas	105293	58,01
4	Kaca	10578.19	5.79
5	Logam	13976.67	7.65

Grafik prosentase komposisi sampah pada sampel bank sampah dalam satu tahun terakhir disajikan pada gambar 4.12



Gambar 4.12 Grafik batang prosentase komposisi sampah

Sumber : Data penelitian yang diolah

Berdasarkan grafik pada gambar 4.12 dapat dilihat bahwa prosentase komposisi sampah tertinggi adalah sampah kertas 58,01% dan prosentase terendah pada sampah kaca sebesar 5,79%, hal tersebut disebabkan karena rata-rata nasabah memiliki tumpukan buku atau sampah berbentuk kertas.

4.5 Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca

Sumber emisi gas rumah kaca (GRK) dari sampah yang dibuang langsung ke TPA bisa menghasilkan emisi yang sangat besar karena sampah yang tertimbun dapat terdegradasi. Selain itu, dari pengolahan limbah padat secara

biologi pada dasarnya mencakup proses pengomposan, *anaerobic digester*, dan lain-lain. Pengolahan limbah padat secara biologi di Indonesia hanya meliputi pengomposan mengingat pengolahan limbah padat dengan jalan *anaerobic biodigester* dan pengolahan biologi lainnya belum ada.

Pengomposan adalah proses *aerobic* komponen *degradable organic carbon* (DOC) dalam limbah yang terkonversi menjadi karbondioksida (CO_2). CH_4 terbentuk dalam sesi anaerobik kompos, namun teroksidasi menjadi tingkat besar dalam sesi aerobik kompos. Perkiraan rentang CH_4 yang dilepaskan ke atmosfer kurang dari 1% hingga beberapa persen dari kandungan karbon awal dalam material (Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Limbah Volume 4, 2012).

4.5.1 Skenario pertama perhitungan emisi metan (CH_4) apabila tidak ada reduksi dan dibuang langsung ke TPA

Perhitungan emisi gas rumah kaca dilakukan dengan adanya aktivitas penimbunan sampah di TPA. Untuk menghitung emisi metan (CH_4) terlebih dahulu harus mengetahui total timbulan sampah di TPA (MSWt) yang dihasilkan dalam satu tahun, dengan mengalikan jumlah seluruh nasabah bank sampah kota Yogyakarta dengan timbulan sampah yang dihasilkan per orang per hari. Timbulan sampah menurut SNI 19-3983-1995 pada tabel besaran timbulan sampah berdasarkan komponen-komponen sumber sampah untuk rumah permanen, berat sampah yang dihasilkan per individu adalah 0,400 kg/orang/hari. Hasil perhitungan MSWt yang didapatkan sebesar 5,0528 Gg/tahun. Perhitungan lengkap MSWt dapat dilihat pada lampiran .

Selain MSWt nilai DOC (degradasi organik karbon pada sampah) juga dihitung untuk menentukan besarnya emisi metan CH_4 yang dapat terbentuk pada proses degradasi komponen organik atau karbon pada sampah, nilai DOC didapatkan dengan mengalikan fraksi degradable organik karbon (DOC) dengan komposisi jenis sampah (W_i) yang diperoleh dalam penelitian. Hasil perhitungan DOC yang didapat yaitu sebesar 0,007 Gg C/gram sampah. Untuk perhitungan lengkap DOC dapat dilihat pada lampiran.

Emisi CH₄ yang didapatkan setelah dilakukan analisis yaitu sebesar 89,13 Ton CO₂eq/tahun dengan contoh perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Emisi CH}_4(1) = (\text{MSWt} \times \text{MSWf} \times \text{MCF} \times \text{DOC} \times \text{DOCF} \times \text{F} \times \frac{16}{12} - \text{R}) \times (1 - \text{OX})$$

$$= (5,0528 \times 1 \times 0,4 \times 0,007 \times 0,5 \times 0,5 \times \frac{16}{12} - 0) \times (1 - 0,1)$$

$$= 4,244 \times 10^{-3} \text{ Gg/tahun}$$

$$= 4,244 \text{ Ton/tahun}$$

$$= 4,244 \text{ Ton/tahun} \times 21 = 89,13 \text{ Ton CO}_2\text{eq/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan diatas emisi CH₄ yang dihasilkan sebesar 89,13 Ton CO₂eq/tahun , hal ini dikarenakan jumlah penduduk yang besar dan pada perhitungan estimasi emisi CH₄ dihitung tanpa adanya upaya reduksi sehingga sampah yang dihasilkan langsung dibuang ke TPA dan tertimbun.

4.5.2 Skenario kedua perhitungan emisi metan (CH₄) dengan pengurangan sampah (Pengelolaan sampah pada bank sampah)

Perhitungan emisi gas metan yang ada di bank sampah dibagi menjadi dua perhitungan, dimana sampah yang akan dikomposkan oleh nasabah tidak semuanya masuk ke dalam komposter karena komposter yang ada di bank sampah hanya berjumlah satu komposter dan hanya mampu menampung 10-20KK. Perhitungan pertama yaitu dengan jumlah sampah yang dikomposkan dari nasabah 10-20KK (sesuai dengan kapasitas komposter) dan yang kedua dari jumlah nasabah yang diluar kapasitas komposter dimana sampah yang dapat dikomposkan langsung dibuang ke TPA. Berdasarkan hasil analisis emisi CH₄ pada sampel bank sampah, maka didapatkan hasil emisi dari pengomposan sebesar 13,738 ton CO₂eq/tahun dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Emisi CH₄ diluar Kapasitas Komposter

Perhitungan jumlah sampah yang dikomposkan yaitu didapatkan dari nasabah yang membuang sampah yang dapat dikomposkan langsung ke TPA dikali dengan timbulan sampah kemudian dikalikan berat komposisi sampah yang dikomposkan. Hasil perhitungan MSWt yang didapatkan sebesar 1,3099 Gg/tahun. Perhitungan lengkap MSWt dapat dilihat pada lampiran. Selain MSWt nilai DOC (degradasi organik karbon pada sampah) juga dihitung untuk menentukan besarnya emisi metan CH₄ yang dapat terbentuk pada proses degradasi komponen organik atau karbon pada sampah, nilai DOC didapatkan dengan mengalikan fraksi degradable organik karbon (DOC) dengan komposisi jenis sampah (Wi) yang diperoleh dalam penelitian. Hasil perhitungan DOC yang didapat yaitu sebesar 0,00355 Gg C/gram sampah. Untuk perhitungan lengkap DOC dapat dilihat pada lampiran.

$$\text{Emisi CH}_4 = (\text{MSWt} \times \text{MSWf} \times \text{MCF} \times \text{DOC} \times \text{DOCF} \times \text{F} \times \frac{16}{12} - \text{R}) \times (1 - \text{OX})$$

Diketahui : MSWt = Jumlah sampah yang dikomposkan dari nasabah diluar kapasitas komposter sebesar (1,3099 Gg/tahun)

MSW_F = Fraksi timbulan sampah yang ditimbun (100%)

MCF = Faktor koreksi metana (0,4 berdasarkan IPCC)

DOC = Degradasi organik karbon (0,00355 Kg C/Kg sampah)

DOC_F = Fraksi dari DOC (0,5 berdasarkan IPCC)

F = Fraksi dari CH₄ di TPA (0,5 berdasarkan IPCC)

OX = Faktor oksidasi (0,1 berdasarkan IPCC)

R = Recovery CH₄ (Ton/tahun)

16/12 = Konversi dari C ke CH₄

$$\text{Emisi CH}_4 = (\text{MSWt} \times \text{MSWf} \times \text{MCF} \times \text{DOC} \times \text{DOCF} \times \text{F} \times \frac{16}{12} - \text{R}) \times (1 - \text{OX})$$

$$= (1,3099 \times 1 \times 0,4 \times 0,00355 \times 0,5 \times 0,5 \times \frac{16}{12} - 0) \times (1 - 0,1)$$

$$= 5,559 \times 10^{-3} \text{ Gg/tahun}$$

$$= 0,559 \text{ Ton/tahun}$$

$$= 0,559 \text{ Ton/tahun} \times 25 = 13,977 \text{ Ton CO}_2\text{eq/tahun}$$

2. Emisi CH₄ Sesuai Kapasitas Komposter

Perhitungan jumlah sampah yang dikomposkan yaitu didapatkan dari nasabah yang menyetorkan sampah yang dapat dikomposkan ke bank sampah dikali dengan timbulan sampah kemudian dikalikan berat komposisi sampah yang dikomposkan, dimana nasabah hanya diasumsikan 10-20KK sesuai dengan kapasitas komposter yang mana jumlah tersebut telah ditetapkan pada SNI 3242-2008.

Diketahui : $M_i = 12.958,57 \text{ Kg/tahun} = 0,012958 \text{ Gg/tahun}$

$$EF_i = 4 \text{ gCH}_4/\text{kg}$$

$R = 0$, karena Indonesia belum bisa melakukan pengelolaan gas CH₄

$$\begin{aligned} \text{Emisi CH}_4 &= \sum i ((M_i \times EF_i) \times 10^{-3}) - R \\ &= \sum i ((0,012958 \text{ Gg/tahun} \times 4 \text{ gCH}_4/\text{Kg}) \times 10^{-3}) - 0 \\ &= \sum i (5,1834 \times 10^{-5} \text{ GgCH}_4) - 0 \\ &= 5,1834 \times 10^{-5} \text{ GgCH}_4 = 0,05183 \text{ Ton/tahun} \\ &= 0,05183 \times 25 = 1,2958 \text{ TonCO}_2\text{eq/tahun} \end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan emisi CH₄ diatas merupakan hasil perhitungan 33 dari 45 sampel bank sampah yang telah melakukan pengomposan. Apabila populasi (bukan termasuk sampel) dianggap semua telah melakukan pengomposan maka hasil emisi CH₄ yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

Total bank sampah yang melakukan pengomposan di Yogyakarta

$$\frac{33}{45} \times 433 = 317,53 \sim 318 \text{ Unit dari seluruh jumlah bank sampah}$$

Total volume kompos yang diolah dalam satu tahun :

318 unit x rata-rata massa sampah yang dikomposkan dari 33 bank sampah

318 x 392,68 kg/tahun = 124.873,58 Kg/tahun = 0,1248 Gg/tahun

$$\begin{aligned} \text{Emisi CH}_4 \text{ (II)} &= \sum i ((Mi \times EFi) \times 10^{-3}) - R \\ &= \sum i ((0,1248 \text{ Gg/tahun} \times 4gCH_4) \times 10^{-3}) - 0 \\ &= 4,9949 \times 10^{-4} \text{ GgCH}_4 \\ &= 0,49949 \text{ Ton/tahun} \times 25 = 12,4873 \text{ TonCO}_2\text{eq/tahun} \end{aligned}$$

Total emisi metana sebagai berikut

(Emisi pada bank sampah sampel dimana pengomposan di bank sampah sesuai kapasitas komposter + emisi bank sampah kota Yogyakarta)

1,2958 TonCO₂eq/tahun + 12,4873 TonCO₂eq/tahun = 13,7831 TonCO₂eq/tahun

Hasil perhitungan pada skenario kedua, dapat disimpulkan bahwa potensi emisi CH₄ dari proses pengomposan di seluruh bank sampah kota Yogyakarta yaitu sebesar 13,7831 TonCO₂eq/tahun, hal tersebut dapat menggambarkan bahwa 13,7831 TonCO₂eq/tahun emisi metana pada proses tersebut dapat mengurangi emisi metana dari jumlah sampah yang langsung dibuang ke TPA, untuk mengetahui jumlah emisi CH₄ yang tereduksi yaitu dapat dihitung sebagai berikut:

Hasil reduksi emisi CH₄ :

Untuk mengetahui hasil pengurangan emisi metana dilakukan pada dua skenario yang telah dihitung, dimana skenario pertama yaitu emisi metana yang dihasilkan pada sampah yang langsung dibuang ke TPA lalu ditambah dengan sisa sampah pengomposan diluar kapasitas komposter yang ada di bank sampah. Kemudian hasil dari penambahan diatas akan dikurangi dengan hasil emisi metana yang dihasilkan di bank sampah dimana perhitungan diperoleh dari hasil proses pengomposan. Berikut perhitungan pengurangan emisi gas metana :

Emisi CH₄ (Emisi sampah dibuang langsung ke TPA+Emisi metana dari pengomposan diluar kapasitas komposter pada bank sampah) – Emisi CH₄ (II)

= (89,13 Ton CO₂eq/tahun + 13,977 Ton CO₂eq/tahun) – 13,783 Ton CO₂eq/tahun

= 89,3239 Ton CO₂eq/tahun

Dari hasil perhitungan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa hasil pengurangan emisi metana sebesar 89,3239 Ton CO₂eq/tahun dari jumlah awal emisi sebesar 103,107 Ton CO₂eq/tahun, dimana sebesar 13,783 Ton CO₂eq/tahun gas yang dapat dikurangi atau sebesar 0,1336 % dan masih terhitung rendah jika di sandingkan dengan target pemerintah yang di cantumkan pada Peraturan Presiden No.61 tahun 2011 dimana target penurunan sebesar 41%. Hal tersebut dikarenakan untuk pengolahan sampah organik khususnya pengomposan masih belum optimal. Dari jumlah sampel yang diambil masih ada bank sampah yang tidak melakukan pengomposan dan kurangnya sarana untuk melakukan pengolahan.

4.5.3 Reduksi Sampah Dari Kegiatan Bank Sampah

Bank sampah merupakan salah satu program dari pemerintah kota Yogyakarta yang bertujuan untuk merubah cara pandang tentang sampah serta meningkatkan kapasitas masyarakat sehingga mampu secara mandiri dapat mengelola sampah mereka secara benar dan berwawasan lingkungan. Selain itu juga dengan adanya bank sampah dapat mereduksi jumlah sampah yang dihasilkan dan untuk mengurangi pembuangan sampah langsung ketempat pembuangan akhir.

Berdasarkan data yang telah diolah menunjukkan rata-rata jumlah sampah yang masuk pada 45 sampel bank sampah sebesar 4173,35 Kg/tahun. Untuk mengetahui jumlah sampah yang mampu tereduksi dari adanya bank sampah di Kota Yogyakarta dapat dilihat pada perhitungan sebagai berikut :

Jumlah bank sampah bukan sampel :

Jumlah total bank sampah – jumlah sampel = 433-45 = 388

Jumlah sampah masuk pada bank sampah bukan sampel :

4173,35 Kg/tahun x 388 unit = 1.619.258 Kg/tahun

Total sampah masuk pada seluruh bank sampah :

Total sampah masuk bank sampah sampel + Total sampah masuk diluar sampel

187.801 Kg/tahun + 1.619.258 Kg/tahun = 1.807.059 Kg/tahun = 1807,06
Ton/tahun

Setelah didapatkan total sampah masuk pada seluruh bank sampah, maka akan dihitung jumlah sampah yang tereduksi dengan cara mengurangi total sampah yang dihasilkan oleh Kota Yogyakarta dengan total sampah masuk pada seluruh bank sampah dengan perhitungan sebagai berikut :

Hasil reduksi sampah :

Total sampah Kota Yogyakarta - total sampah seluruh bank sampah

5052,768 Ton/tahun – 1807,06 Ton/tahun

3245,708 Ton/tahun

Dapat dilihat bahwa total sampah di Kota Yogyakarta dengan adanya kegiatan bank sampah dapat berkurang menjadi 3245,708 Ton/tahun dari jumlah semula sebesar 5052,768 Ton/tahun. Potensi pengurangan sampah sebesar 1807,06 Ton/tahun atau sekitar 35,76% dari seluruh sampah yang dihasilkan. Minimnya reduksi sampah ini bisa dikarenakan belum optimalnya keberadaan bank sampah yang ada dan juga disebabkan dari penduduk Kota Yogyakarta yang belum semua ikut berpartisipasi dan ikut andil dalam kegiatan bank sampah yang merupakan sistem pengelolaan sampah berbasis masyarakat, dimana masyarakat dilibatkan langsung dalam upaya mengurangi sampah dari sumbernya.

4.6 Prediksi pengaruh jumlah sampah dengan efek gas rumah kaca

Dalam penelitian kali ini, untuk melihat hubungan jumlah sampah yang masuk ke bank sampah dengan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan melalui pendekatan statistika menggunakan metode uji korelasi sederhana. Korelasi merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk mencari hubungan antara dua variabel yang bersifat kuantitatif. Dalam penelitian ini, variabel sebab (variabel X) yang digunakan yaitu jumlah sampah yang masuk ke bank sampah dan variabel akibat (variabel Y) hasil reduksi emisi gas metana sampah dengan dilakukan pengolahan terlebih dahulu.

Untuk mengetahui hubungan sebab akibat yang terjadi maka digunakan metode statistika uji korelasi sederhana dengan rumus sebagai berikut :

$$r_{xy} = \frac{N\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{(N\sum x^2 - (\sum x)^2)\}\{N\sum y^2 - (\sum y)^2\}}}$$

$$r_{xy} = \frac{33\sum 229,511 - (\sum 66,440)(\sum 93,124)}{\sqrt{\{(33\sum 165,881 - (\sum 66,440)^2)\}\{33\sum 404,889 - (\sum 93,124)^2\}}}$$

$$r_{xy} = \frac{1386,725}{2229,308}$$

$$r_{xy} = 0,622$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas didapatkan nilai r^2 sebesar 0,3869 atau disebut nilai koefisien determinasinya. Hasil dari koefisien determinasi diatas lalu diakarkan dan mendapatkan nilai koefisien korelasi sebesar 0,622. Arti nilai koefisien korelasi tersebut dapat dilihat pada tabel 4.6 :

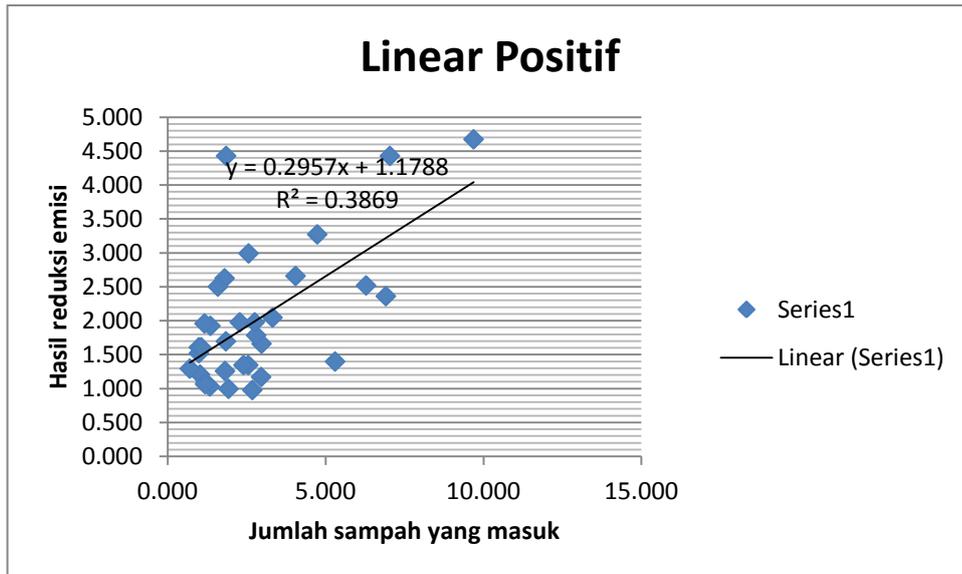
Tabel 4.6 Hubungan interpretasi nilai korelasi

Interval korelasi	Tingkat hubungan
0,00 – 0,199	Sangat rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat kuat

Sumber :Sugiyono (2008)

Nilai koefisien korelasi 0,6222 termasuk nilai kategori kuat, jadi korelasi antara jumlah sampah yang masuk ke bank sampah dengan emisi metana sampah dengan pengolahan mempunyai hubungan sebab akibat yang kuat.

Berikut adalah grafik yang menunjukkan adanya hubungan antara jumlah sampah yang masuk dengan emisi metana yang dihasilkan sampah :



Gambar 4.13 Grafik hubungan antara jumlah sampah yang masuk dengan hasil reduksi emisi metana

Berdasarkan pada gambar 4.13 hasil grafik menunjukkan arah yang linier positif atau berbanding lurus, dimana adanya hubungan sebab akibat yang kuat. Tergambarkan bahwa potensi yang dihasilkan antara jumlah sampah yang masuk ke bank sampah dan hasil reduksi emisi sampah dengan pengolahan menunjukkan perubahan yang positif, dimana nilai korelasi yang didapatkan menunjukkan interval 0,60 – 0,799 yang berarti hubungan antara dua variabel semakin kuat. Hal ini dikarenakan keberadaan bank sampah yang mampu mengurangi penimbunan sampah yang dilakukan oleh masyarakat, sehingga emisi yang dapat direduksi juga berkurang.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil analisis data dan perhitungan yang telah diolah dengan metode perhitungan oleh IPCC, maka didapatkan hasil emisi CH₄ berkurang menjadi 89,3239 Ton CO₂eq/tahun dari jumlah awal sebesar 103,107 Ton CO₂eq/tahun, yang berarti potensi penurunan emisi sebesar 13,783 Ton CO₂eq/tahun CH₄ atau sebesar 0,1336 % dan masih terbilang rendah jika di sandingkan dengan Peraturan Presiden No.61 tahun 2011 dimana target penurunan emisi sebesar 41%. Untuk hasil perhitungan pengurangan sampah didapatkan jumlah sampah dengan adanya kegiatan bank sampah dapat berkurang menjadi 3245,708 Ton/tahun dari jumlah awal sebesar 5052,768 Ton/tahun. Potensi reduksi sampah sebesar 1807,06 Ton/tahun dari seluruh bank sampah yang ada atau sebesar 35,76%.
2. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode statistika uji korelasi sederhana untuk melihat hubungan antara jumlah sampah yang masuk ke bank sampah dengan penurunan emisi gas rumah kaca mempunyai hubungan keterkaitan atau searah, hal ini karena didapatkan nilai korelasi positif sebesar 0,622 yang mempunyai keeratan hubungan yang kuat.

5.2 Saran

1. Perlu adanya penyempurnaan data terkait parameter-parameter lokal pada provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang digunakan pada perhitungan

IPCC 2006, sehingga tidak lagi menggunakan nilai dari *default* IPCC dalam melakukan inventarisasi emisi GRK, agar hasil perhitungan emisi lebih mendekati kondisi lapangan yang sebenarnya.

2. Perlu adanya kerjasama antara pemerintah dengan instansi terkait pengelolaan sampah guna memaksimalkan kegiatan pengelolaan sampah dalam upaya mengurangi jumlah sampah dan jumlah emisi GRK yang dihasilkan, karena semakin banyak timbulan sampah maka akan semakin bertambah juga emisi yang terbentuk.
3. Perlu adanya penyempurnaan uji statistika terkait hubungan antara jumlah sampah sebelum yang masuk ke bank sampah dengan penurunan emisi metana pada sampah setelah adanya pengolahan terlebih dahulu.

DAFTAR PUSTAKA

- Amar Addiansyah dan Welly Herumurti. 2017. Studi Timbulan dan Reduksi Sampah Rumah Kompos Serta Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca Di Surabaya Timur. *Jurnal. Teknik. ITS*. Volume 6, No.1,(2017) ISSN 2337-3539.
- Badan Pusat Statistik. 2015. Kota Yogyakarta Dalam Angka 2015
- Chalvatzaki E., Aleksandropoulou V., Glytsos T. and Lazaridis M. (2012), The effect of dust emissions from open storage piles to particle ambient concentration and human exposure, *Waste Management*, 32, 2456-2468.
- Damanhuri, E. 2010. *Diktat Pengelolaan Sampah*. Bandung: Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung (ITB).
- Darmasetiawan, Martin. 2004. *Sampah dan Sistem Pengelolaannya*. Jakarta: Ekamitra Engineering.
- Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC).2006. WASTE –IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories.
- Kiswandayani, A.T, Susanawati, I.d, Wirosodarmo, Ruslan. 2016. *Komposisi Sampah dan Potensi Emisi Gas Rumah Kaca pada Pengelolaan Sampah Domestik: Studi Kasus TPA Winongo Kota Madiun*. *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan*. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya.
- Muktiningsih dkk. 2016. *Evaluasi Teknis Pengomposan Sampah Daun di UPT Kompos Universitas Brawijaya*. *Jurnal. Teknik. Pertanian*. Volume 17(3). 165-176.
- Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. 2012. Metodologi Perhitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca Pengelolaan Limbah. Buku II. Volume 4. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.

- Rahmawati, Aisa. 2013. *Gas Rumah Kaca, Dampak, Dan Sumbernya. Pencemaran Udara*. Bandung: TeknikLingkungan ITB.
- SNI 19-3964-1994, tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan.
- Suwerda, Bambang, 2008. "*Gema Ripah*", *Bank Sampah Berbasis Masyarakat di Pedukuhan Badegan, Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta*. Skripsi. Yogyakarta: Poltekes Depkes.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., Vigil S., 1993. *Intergrated Solid Waste Management*. New York: Mc. Graw Hill Inc, International Editions.
- Tuani Lidiawati, S. 2016. Pengolahan Sampah di Perguruan Tinggi dan Kontribusinya Terhadap Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca. *Jurnal Teknik Kimia*. ISSN 1693-4393. Pusat Studi Lingkungan Universitas Surabaya.
- Tuti, K., Lya, MS., Fitriyani, A., Sri, D., Aryenti. 2014. *Faktor Penentu Emisi Gas Rumah Kaca Dalam Pengelolaan Sampah Perkotaan*. Bandung: Pusat Litbang, Badan Litbang, Kementerian Pekerjaan Umum.
- Undang-undang Republik Indonesia No. 18 tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah
- Wahyu Purwanta. 2010. Penghitungan Emisi Karbon dari Lima Sektor Pembangunan Berdasarkan Metode IPCC Dengan Verifikasi Faktor Emis dan Data Aktivitas Lokal. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Volume 11. No.1 ; 71-77. ISSN 1441-318x. Jakarta
- Winayanti, I. 2009. *Studi Produksi Gas Metan(CH₄) dan Karbondioksida (CO₂) dari Timbunan Sampah*. Tugas Akhir – PL 1603. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS.

LAMPIRAN 1

Perhitungan DOC (*Degradable Organic Carbon*)

NO	Jenis sampah	jumlah sampah masuk TPA (Gg/thn)	Komposisi sampah TPA %	Komposisi sampah di TPA (Gg/thn)	DOCi % (Default IPCC)	DOC (Gg C/Gg sampah)
	A	B	*C = Data dari BPPT	*D = *B x *C	*E (default IPCC)	*F = *E x *D
1	Sampah sisa makanan dan sampah taman	5.052768	33.21	1.678024253	0.35 (food waste & garden park)	0.005873085
2	Plastik		9.96	0.503255693	0	0
3	Kertas		5.65	0.285481392	0.4	0.001141926
4	Kaca		0.34	0.017179411	0	0
5	Logam		0.19	0.009600259	0	0
Jumlah DOC						0.00701501

Perhitungan MSWT (Total timbulan sampah pada TPA)

Jumlah penduduk	Timbulan sampah SNI (kg/org/hari)	MSWT (kg/hari)	MSWT (ton/thn)	MSWT (Gg/thn)
34608	0.4	13843.2	5052.768	5.0528

Perhitungan DOC pada sampah yang dikomposkan

NO	Jenis sampah	Jumlah sampah (Gg/years)	Komposisi sampah di TPA %	Jumlah komposisi sampah (Gg/years)	DOCi % (Default IPCC)	DOC (Gg C/Gg waste)
	A	B	*C = Data dari BPPT	*D = *B x *C	*E (default IPCC)	*F = *E x *D
1	Sampah sisa makanan dan sampah taman	1.3099	77.6	1.01649792	0.35 (food waste & garden park)	0.003557743
Total DOC						0.003557743

LAMPIRAN 2

Perhitungan Jumlah Timbulan sampah Kota Yogyakarta

No.	Nama Bank Sampah	Jumlah Nasabah	Jumlah Penduduk	SNI Timbulan Sampah	Jumlah Timbulan sampah
		(KK)	Orang	Kg/orang/hari	kg/Hari
		*A	*B = *A x 4 orang	*C	*D = *B x *C
1	Gilar Sumringah	55	220	0.4	88
2	Tompeyan berseri	60	240	0.4	96
3	Tren	71	284	0.4	113.6
4	Anugerah 14	85	340	0.4	136
5	Code Asri	139	556	0.4	222.4
6	Sinar Lestari	155	620	0.4	248
7	Jurit Wolu	78	312	0.4	124.8
8	Peduli Sekitar	45	180	0.4	72
9	Mugi resik	37	148	0.4	59.2
10	Laron	35	140	0.4	56
11	Kid Pag	30	120	0.4	48
12	Gemi Setiti	70	280	0.4	112
13	Makmur	80	320	0.4	128
14	Murakapi	63	252	0.4	100.8
15	Paras asri	85	340	0.4	136
16	Wargamulya	60	240	0.4	96
17	Mekar lestari 2	35	140	0.4	56
18	Surolaras	221	884	0.4	353.6
19	Lintas Winongo	235	940	0.4	376
20	Suryo gemati	70	280	0.4	112
21	Suryo resik	103	412	0.4	164.8
22	Gema suling	118	472	0.4	188.8
23	Guyub rukun 18	108	432	0.4	172.8
24	pualam	24	96	0.4	38.4
25	Naga biru	44	176	0.4	70.4
26	Mira insani	111	444	0.4	177.6
27	Maju lestari	25	100	0.4	40
28	Cendrawasih	40	160	0.4	64
29	Awet resik	27	108	0.4	43.2
30	Mondororo	42	168	0.4	67.2
31	Lumbung sari	221	884	0.4	353.6
32	Unggul	30	120	0.4	48
33	Rw 07	65	260	0.4	104
34	Resik migunan	45	180	0.4	72
35	Pareanom	81	324	0.4	129.6
36	Jupen darto	29	116	0.4	46.4
37	Rottersih	48	192	0.4	76.8
38	Gotong royong	25	100	0.4	40
39	Sidomulyo	31	124	0.4	49.6
40	Promas	120	480	0.4	192
41	Melati	78	312	0.4	124.8
42	Dados artho	112	448	0.4	179.2
43	Mandiri damai	61	244	0.4	97.6
44	Darling	184	736	0.4	294.4
45	Nusa bangsa	87	348	0.4	139.2
jumlah total timbulan sampah yang dihasilkan warga (kg/hari)					5708.8
jumlah total timbulan sampah yang dihasilkan warga (kg/tahun)					2055168

LAMPIRAN 3

Timbulan sampah berdasarkan jenis sampah yang masuk

No	Nama Bank Sampah	Jumlah Nasabah (orang)	Jenis sampah masuk (kg/tahun)						Total
			Plastik	Kertas	Kaca	Logam	Sampah yang dikomposkan	lain-lain	
1	Gilar Sumringah	55	602.5	625	127.7	165.5	365.03		1885.73
2	Tompeyan berseri	60	389	598	120.2	171.17	391.1		1669.5
3	Tren	71	249.3	430.55	249.3	249.3			1178.5
4	Anugerah 14	85	671.5	1761.5	114.4	55.65	521.47		3124.5
5	Code Asri	139	1507.55	2040.45	614.25	409.1	521.47	11	5103.8
6	Sinar Lestari	155	981.9	4216.1	382.5	620.2	521.47	29	6751.17
7	Jurit Wolu	78	330.85	857.41	542	21.5	495.39		2247.2
8	Peduli Sekitar	45	547.64	2264.49	191.28	146.09	286.8		3436.3
9	Mugi resik	37	422.57	790.38	395	245.5	234.66		2088.1
10	Laron	35	243.7	608.3	94	98.95			1045.0
11	Kid Pag	30	171.6	716.8	14.3	31			933.7
12	Gemi Setiti	70	1138.94	2590.91	373.98	445.62			4549.5
13	Makmur	80	426	645.5	52	3	521.47		1647.97
14	Murakapi	63	374.2	2555.8	85.15	373.95	417.17		3806.27
15	Paras asri	85	1041.15	2798.3	368.5	381.175	521.47		5110.6
16	Wargamulya	60	333.7	668	82	44	391.1		1518.8
17	Mekar lestari 2	35	700.51	2724.16	451.19	267.71	234.66		4378.2
18	Surolaras	221	2325.98	6515.8	133.77	649.76	521.47		10146.78
19	Lintas Winongo	235	3363.25	9166.9	1528	1177.02	521.47	54	15810.64
20	Suryo gemati	70	541.5	2358.2	124.8	221.4	443.25		3689.15
21	Suryo resik	103	2262.04	6388.45	602.16	539.97	521.47	15	10329.09
22	Gema suling	118	246.2	1281.16	0	489.75	521.47		2538.6
23	Guyub rukun 18	108	2066.1	6061.6	202.75	599.19			8929.6
24	pualam	24	1002.31	2524.1	619.5	409.4	156.44		4711.8
25	Naga biru	44	1335.85	1601.65	435.72	407.4			3780.6
26	Mira insani	111	324.9	1068.3	38.9	110.65	521.47		2064.2
27	Maju lestari	25	516.9	1770	142	243.45	156.44		2828.8
28	Cendrawasih	40	393.87	1554.71	149.75	206.96	260.73		2566.0
29	Awet resik	27	368.22	1152.54	125.97	210.71	182.51		2040.0
30	Mondororo	42	199.7	439.3	91	133.85	260.73		1124.6
31	Lumbung sari	221	1024.1	1328.5	185.75	244.7	521.47		3304.5
32	Unggul	30	276.45	1018.8	34.25	72.9	182.51		1584.91
33	Rw 07	65	407.1	1425.31	92.95	353.45	417.17		2696.0
34	Resik migunan	45	642.47	2114	95.44	171.84	286.8	8	3318.55
35	Pareanom	81	969.5	2233.95	120.55	319.1	521.47		4164.57
36	Jupen darto	29	679.02	1001.97	96.89	126.32	182.51		2086.71
37	Rottersih	48	1876	4989	125.5	835	312.88		8138.38
38	Gotong royong	25	613	976.5	65.6	167			1822.1
39	Sidomulyo	31	1006	1638	127	253			3024
40	Promas	120	993.4	3528.21	187.42	404	521.47	7	5641.5
41	Melati	78	642	2206	237	430			3515
42	Dados artho	112	1779	5761	247	556	521.47	23	8887.47
43	Mandiri damai	61	909.26	1632.49	159.08	296		4	3000.8
44	Darling	184	1281	4412	195.7	352			6240.7
45	Nusa bangsa	87	824	2882.89	155.99	266.43			4129.3
Total			39001.73	105923	10578.19	13976.67	12958.46	151	182589
Rata-rata			866.71	2353.84	235.07	310.59	392.68	18.875	4057.53
Komposisi sampah (%)			21.36	58.01	5.79	7.65	7.10	0.08	1574323

Contoh perhitungan komposisi sampah

$$\begin{aligned}\text{Komposisi sampah plastik} &= \frac{\text{Total sampah plastik}}{\text{Total sampah masuk selama 1 tahun}} \times 100\% \\ &= \frac{39001,7}{182589} \times 100\% \\ &= 21,36 \%\end{aligned}$$

LAMPIRAN 4

Komposisi Sampah BPPT

Komponen	Komposisi (%)
Dapat dikomposkan	
Sisa makanan	9,88
Sayuran	7,22
Buah – buahan	12,2
Halaman/taman	23,33
Makanan binatang	3,36
Lain –lain	21,37
Sub total	77,60
Tidak dapat dikomposkan	
Kertas	5,65
Plastik	9,96
Kayu	0,72
Kain	2,20
Pampers	2,37
Karet	0,32
Logam	0,19
Gelas	0,34
Tulang dan Bulu	0,72
Lainnya	0,16
Sub total	22,63
Grand total	100

Sumber : Final Report Yogyakarta Municipal Waste Utilization Project, Shimizu & Bppt

LAMPIRAN 5

Perhitungan berat sampah yang dikomposkan

No.	Nama Bank Sampah	Jumlah Nasabah (orang)	Asumsi jumlah KK 4 orang	SNI 3242-2008	Jumlah sampah yang dikomposkan kg/hari	jumlah sampah yang dikomposkan dalam waktu 1 minggu		
				Kapasitas pelayanan komposter (jumlah nasabah KK) 10-20 KK		kg/minggu	kg/tahun	
1	Gilar Sumringah	55	13.75	14	4.3456	30.4192	365.0304	
2	Tompeyan berseri	60	15	15	4.656	32.592	391.104	
3	Anugerah 14	81	20.25	20	6.208	43.456	521.472	
4	Code Asri	139	34.75	20	6.208	43.456	521.472	
5	Sinar Lestari	155	38.75	20	6.208	43.456	521.472	
6	Jurit Wolu	78	19.5	19	5.8976	41.2832	495.3984	
7	Peduli Sekitar	45	11.25	11	3.4144	23.9008	286.8096	
8	Mugi resik	37	9.25	9	2.7936	19.5552	234.6624	
9	Makmur	80	20	20	6.208	43.456	521.472	
10	Murakapi	63	15.75	16	4.9664	34.7648	417.1776	
11	Paras asri	85	21.25	20	6.208	43.456	521.472	
12	Wargamulya	60	15	15	4.656	32.592	391.104	
13	Mekar lestari 2	35	8.75	9	2.7936	19.5552	234.6624	
14	Surolaras	221	55.25	20	6.208	43.456	521.472	
15	Lintas Winongo	235	58.75	20	6.208	43.456	521.472	
16	Suryo gemati	70	17.5	17	5.2768	36.9376	443.2512	
17	Suryo resik	103	25.75	20	6.208	43.456	521.472	
18	Gema suling	118	29.5	20	6.208	43.456	521.472	
19	pualam	24	6	6	1.8624	13.0368	156.4416	
20	Mira insani	111	27.75	20	6.208	43.456	521.472	
21	Maju lestari	25	6.25	6	1.8624	13.0368	156.4416	
22	Cendrawasih	40	10	10	3.104	21.728	260.736	
23	Awet resik	27	6.75	7	2.1728	15.2096	182.5152	
24	Lumbang sari	42	10.5	10	3.104	21.728	260.736	
25	Mondoroko	221	55.25	20	6.208	43.456	521.472	
26	Unggul	30	7.5	7	2.1728	15.2096	182.5152	
27	Rw 07	65	16.25	16	4.9664	34.7648	417.1776	
28	Resik migunan	45	11.25	11	3.4144	23.9008	286.8096	
29	Pareanom	81	20.25	20	6.208	43.456	521.472	
30	Jupen darto	29	7.25	7	2.1728	15.2096	182.5152	
31	Rottersih	48	12	12	3.7248	26.0736	312.8832	
32	Promas	120	30	20	6.208	43.456	521.472	
33	Dados artho	112	28	20	6.208	43.456	521.472	
				Total				12958.579
				Rata-rata				392.68422

Contoh perhitungan

Berat sampah yang dikomposkan = Jumlah KK x Timbulan sampah x Komposisi
sampah yang dikomposkan

$$\begin{aligned} \text{Berat sampah di bank sampah Gilar sumringah} &= 14 \times 0,4 \times 77,6\% \\ &= 365,03 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

LAMPIRAN 6

Perhitungan Emisi CH₄

No.	Nama Bank Sampah	Jumlah Nasabah (orang)	Asumsi jumlah KK 4 orang	SNI 3242-2008		jumlah sampah yang dikomposkan dalam waktu 1 minggu	Jumlah sampah	Jumlah Sampah	Emisi CH ₄	Konversi satuan
				Kapasitas pelayanan komposter (jumlah nasabah KK)	10-20 KK					
1	Gilar Sumringah	55	13.75	14	4.3456	30.4192	365.0304	0.00037	1.46012E-06	0.03650304
2	Tompeyan berseri	60	15	15	4.656	32.592	391.104	0.00039	1.56442E-06	0.0391104
3	Anugerah 14	81	20.25	20	6.208	43.456	521.472	0.00052	2.08589E-06	0.0521472
4	Code Asri	139	34.75	20	6.208	43.456	521.472	0.00052	2.08589E-06	0.0521472
5	Sinar Lestari	155	38.75	20	6.208	43.456	521.472	0.00052	2.08589E-06	0.0521472
6	Jurit Wolu	78	19.5	19	5.8976	41.2832	495.3984	0.00050	1.98159E-06	0.04953984
7	Peduli Sekitar	45	11.25	11	3.4144	23.9008	286.8096	0.00029	1.14724E-06	0.02868096
8	Mugi resik	37	9.25	9	2.7936	19.5552	234.6624	0.00023	9.3865E-07	0.02346624
9	Makmur	80	20	20	6.208	43.456	521.472	0.00052	2.08589E-06	0.0521472
10	Murakapi	63	15.75	16	4.9664	34.7648	417.1776	0.00042	1.66871E-06	0.04171776
11	Paras asri	85	21.25	20	6.208	43.456	521.472	0.00052	2.08589E-06	0.0521472
12	Wargamulya	60	15	15	4.656	32.592	391.104	0.00039	1.56442E-06	0.0391104
13	Mekar lestari 2	35	8.75	9	2.7936	19.5552	234.6624	0.00023	9.3865E-07	0.02346624
14	Surularas	221	55.25	20	6.208	43.456	521.472	0.00052	2.08589E-06	0.0521472
15	Lintas Winongo	235	58.75	20	6.208	43.456	521.472	0.00052	2.08589E-06	0.0521472
16	Suryo gemati	70	17.5	17	5.2768	36.9376	443.2512	0.00044	1.773E-06	0.04432512
17	Suryo resik	103	25.75	20	6.208	43.456	521.472	0.00052	2.08589E-06	0.0521472
18	Gema suling	118	29.5	20	6.208	43.456	521.472	0.00052	2.08589E-06	0.0521472
19	pualam	24	6	6	1.8624	13.0368	156.4416	0.00016	6.25766E-07	0.01564416
20	Mira insani	111	27.75	20	6.208	43.456	521.472	0.00052	2.08589E-06	0.0521472
21	Maju lestari	25	6.25	6	1.8624	13.0368	156.4416	0.00016	6.25766E-07	0.01564416
22	Cendrawasih	40	10	10	3.104	21.728	260.736	0.00026	1.04294E-06	0.0260736
23	Awet resik	27	6.75	7	2.1728	15.2096	182.5152	0.00018	7.30061E-07	0.01825152
24	Lumbang sari	42	10.5	10	3.104	21.728	260.736	0.00026	1.04294E-06	0.0260736
25	Mondoroko	221	55.25	20	6.208	43.456	521.472	0.00052	2.08589E-06	0.0521472
26	Unggul	30	7.5	7	2.1728	15.2096	182.5152	0.00018	7.30061E-07	0.01825152
27	Rw 07	65	16.25	16	4.9664	34.7648	417.1776	0.00042	1.66871E-06	0.04171776
28	Resik migunan	45	11.25	11	3.4144	23.9008	286.8096	0.00029	1.14724E-06	0.02868096
29	Pareanom	81	20.25	20	6.208	43.456	521.472	0.00052	2.08589E-06	0.0521472
30	Jupen darto	29	7.25	7	2.1728	15.2096	182.5152	0.00018	7.30061E-07	0.01825152
31	Rottersih	48	12	12	3.7248	26.0736	312.8832	0.00031	1.25153E-06	0.03128832
32	Promas	120	30	20	6.208	43.456	521.472	0.00052	2.08589E-06	0.0521472
33	Dados artho	112	28	20	6.208	43.456	521.472	0.00052	2.08589E-06	0.0521472
				Total			12958.5792			
				Rata-rata			392.6842182			

Keterangan :

- Massa yang digunakan adalah massa sampah yang dipakai untuk pengomposan pada 33 bank sampah.

Contoh Perhitungan emisi :

- **Emisi CH₄** (Gilar Sumringah)

$$= \sum_i ((M_i \times E_{Fi}) \times 10^{-3}) - R$$

$$= \sum_i ((0,000365 \text{ Gg/tahun} \times 4 \text{ gCH}_4/\text{kg}) \times 10^{-3}) - 0$$

$$= 1,46 \times 10^{-6} \text{ Gg CH}_4$$

$$= 0,0365 \text{ Ton CO}_2\text{eq/tahun}$$

No	Nama bank sampah	jumlah nasabah(orang)	MSWt (Gg/tahun)	emisi metan (Gg/tahun)	emisi sebelum ada pengolahan (TonCO ₂ eq/tahun) (X)
1	Gilar Sumringah	55	0.00803	0.013506295	0.337657365
2	Tompeyan berseri	60	0.00876	0.01473414	0.368353489
3	Anugerah 14	85	0.01241	0.020873364	0.521834109
4	Code Asri	139	0.020294	0.03413409	0.853352249
5	Sinar Lestari	155	0.02263	0.038063194	0.951579846
6	Jurit Wolu	78	0.011388	0.019154381	0.478859535
7	Peduli Sekitar	45	0.00657	0.011050605	0.276265116
8	Mugi resik	37	0.005402	0.009086053	0.227151318
9	Makmur	80	0.01168	0.019645519	0.491137985
10	Murakapi	63	0.009198	0.015470847	0.386771163
11	Paras asri	85	0.01241	0.020873364	0.521834109
12	Wargamulya	60	0.00876	0.01473414	0.368353489
13	Mekar lestari 2	35	0.00511	0.008594915	0.214872868
14	Surolaras	221	0.032266	0.054270747	1.356768683
15	Lintas Winongo	235	0.03431	0.057708713	1.44271783
16	Suryo gemati	70	0.01022	0.017189829	0.429745737
17	Suryo resik	103	0.015038	0.025293606	0.632340155
18	Gema suling	118	0.017228	0.028977141	0.724428528
19	pualam	24	0.003504	0.005893656	0.147341395
20	Mira insani	111	0.016206	0.027258158	0.681453954
21	Maju lestari	25	0.00365	0.006139225	0.15348062
22	Cendrawasih	40	0.00584	0.00982276	0.245568992
23	Awet resik	27	0.003942	0.006630363	0.16575907
24	Mondororo	42	0.006132	0.010313898	0.257847442
25	Lumbang sari	221	0.032266	0.054270747	1.356768683
26	Unggul	30	0.00438	0.00736707	0.184176744
27	Rw 07	65	0.00949	0.015961985	0.399049613
28	Resik migunan	45	0.00657	0.011050605	0.276265116
29	Pareanom	81	0.011826	0.019891088	0.49727721
30	Jupen darto	29	0.004234	0.007121501	0.178037519
31	Rottersih	48	0.007008	0.011787312	0.294682791
32	Promas	120	0.01752	0.029468279	0.736706977
33	Dados artho	112	0.016352	0.027503727	0.687593179

Contoh perhitungan MSW_T (Total timbulan sampah) :

$$\begin{aligned}
 \text{MSW}_T(\text{Gilar Sumringah}) &= \text{Jumlah Nasabah Seluruh Bank Sampah} \times \text{timbulan} \\
 &\quad \text{sampah per orang per hari berdasarkan SNI 19-3983-} \\
 &\quad \text{1995} \\
 &= 55 \text{ jiwa} \times 0,400 \text{ (kg/jiwa/hari)} \\
 &= 22 \text{ kg/hari} = 8,03 \text{ Ton/tahun} \\
 &= 0,00803 \text{ Gg/tahun}
 \end{aligned}$$

Contoh Perhitungan emisi :

Emisi CH₄ (Gilar sumringah)

$$= \left(\text{MSW}_T \times \text{MSW}_F \times \text{MCF} \times \text{DOC} \times \text{DOCF} \times F \times \frac{16}{12} - R \right) \times (1 - \text{OX})$$

$$= (0,00803 \times 1 \times 0,4 \times 0,005 \times 0,5 \times 0,5 \times \frac{16}{12} - 0) \times (1-0,1)$$

$$= 0,01348 \text{ Ton/tahun}$$

$$= 0,01358 \text{ Ton/tahun} \times 25 = 0,33765 \text{ Ton CO}_2\text{eq/tahun}$$

LAMPIRAN 7

Perhitungan uji korelasi

No.	Nama Bank Sampah	Jumlah sampah yang masuk (X)	Hasil reduksi emisi (Y)	X ²	Y ²	X*Y
		Ton/tahun	Ton CO ₂ eq/Tahun			
1	Gilar Sumringah	0.990	1.522	0.98016	2.317577	1.507182
2	Tompeyan berseri	0.989	1.610	0.978327	2.591898	1.592395
3	Anugerah 14	2.283	1.978	5.211961	3.911555	4.515183
4	Code Asri	2.562	2.994	6.563444	8.962067	7.669552
5	Sinar Lestari	4.738	3.274	22.44459	10.71856	15.51044
6	Jurit Wolu	1.353	1.925	1.830091	3.706466	2.604452
7	Peduli Sekitar	2.551	1.347	6.50913	1.814956	3.437118
8	Mugi resik	1.025	1.207	1.050712	1.457037	1.237306
9	Makmur	1.167	1.960	1.361824	3.842578	2.287556
10	Murakapi	2.973	1.662	8.838596	2.763853	4.942528
11	Paras asri	3.320	2.048	11.02089	4.193598	6.798321
12	Wargamulya	1.059	1.610	1.121701	2.591898	1.705091
13	Mekar lestari 2	2.959	1.172	8.75463	1.373693	3.467878
14	Surolaras	7.037	4.430	49.5232	19.62447	31.17478
15	Lintas Winongo	9.688	4.675	93.86455	21.85722	45.29479
16	Suryo gemati	2.801	1.785	7.848129	3.186558	5.000852
17	Suryo resik	6.910	2.363	47.74702	5.584283	16.3289
18	Gema suling	1.803	2.626	3.249482	6.895052	4.733429
19	pualam	2.681	0.979	7.185303	0.959175	2.625255
20	Mira insani	1.590	2.503	2.527375	6.26618	3.979571
21	Maju lestari	1.926	0.997	3.711177	0.993791	1.920451
22	Cendrawasih	1.815	1.260	3.295844	1.586655	2.286781
23	Awet resik	1.335	1.032	1.782372	1.064862	1.377672
24	Lambung sari	0.700	1.295	0.49005	1.676134	0.906306
25	Mondoroko	1.850	4.430	3.422396	19.62447	8.195287
26	Unggul	1.201	1.084	1.443158	1.176072	1.302789
27	Rw 07	1.842	1.698	3.394761	2.881558	3.127651
28	Resik migunan	2.401	1.347	5.763887	1.814956	3.234378
29	Pareanom	2.755	1.978	7.59235	3.911555	5.449578
30	Jupen darto	1.184	1.067	1.403005	1.138389	1.26379
31	Rottersih	5.302	1.400	28.10997	1.959299	7.42131
32	Promas	4.050	2.661	16.39992	7.080253	10.7757
33	Dados artho	6.282	2.521	39.46945	6.354178	15.83654
Total		93.124	66.440	404.8895	165.8809	229.5108