

ANALYSIS OF REDUCING GREENHOUSE GAS EMISSIONS FROM WASTE BANK IN PEKANBARU CITY

Atiqatul Dzakhirah¹⁾, Suwondo²⁾, Sri Wulandari³⁾

E-mail : atiqatul.dzakhirah2342@student.unri.ac.id , suwondo@lecturer.unri.ac.id , sri.wulandari@lecturer.unri.ac.id
Mobile Number : +6285264012036

*Biology Education Study Program
Department of Mathematics and Natural Sciences Education
Faculty of Teacher Training and Education
Riau University*

Abstract: Domestic waste is one of the source of greenhouse gas emissions (GHG) that affect climate change. GHG emissions from the waste sector, including domestic solid waste are generally in the form of methane (CH₄) generated from landfills (TPA) and carbon dioxide (CO₂) generated from open burning activities. Waste banks have the potential to reduce GHG emissions because they reduce the generation of waste that will be disposed of in the TPA. This study aims to determine the level of reduction in greenhouse gas emissions from waste banks in Pekanbaru City. The research was conducted in Pekanbaru City from March to May 2021. The type of research used was descriptive quantitative research with a total sampling method covering 30 unit waste banks and 1 main waste bank managed by the Environment and Hygiene Service (DLHK) of Pekanbaru City. The data obtained were analyzed using the IPCC guidelines with accuracy level Tier1. The results showed that the waste bank in the city of Pekanbaru reduce GHG emissions amounted to 0.082 tons of CO₂eq (8.37%) in the year 2019 and amounted to 0,018 tons of CO₂eq (1.84%) in 2020.

Key Words: Waste Banks, Reducing Greenhouse Gas Emissions, IPCC

ANALISIS PENURUNAN EMISI GAS RUMAH KACA DARI BANK SAMPAH DI KOTA PEKANBARU

Atiqatul Dzakhirah¹⁾, Suwondo²⁾, Sri Wulandari³⁾

E-mail : atiqatul.dzakhirah2342@student.unri.ac.id , suwondo@lecturer.unri.ac.id , sri.wulandari@lecturer.unri.ac.id
Nomor Hp : +6285264012036

Program Studi Pendidikan Biologi
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Riau

Abstrak : Limbah domestik merupakan salah satu sumber emisi gas rumah kaca (GRK) yang berpengaruh terhadap perubahan iklim. Emisi GRK dari sektor limbah termasuk limbah padat domestik umumnya berupa metana (CH_4) yang dihasilkan dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dan karbon dioksida (CO_2) yang dihasilkan dari kegiatan pembakaran terbuka. Bank sampah berpotensi menurunkan emisi GRK karena mereduksi timbulan limbah yang akan dibuang ke TPA. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat penurunan emisi gas rumah kaca dari bank sampah di Kota Pekanbaru. Penelitian dilakukan di Kota Pekanbaru pada bulan Maret hingga Mei 2021. Jenis penelitian yang digunakan berupa penelitian deskriptif kuantitatif dengan metode total sampling meliputi 30 bank sampah unit dan 1 bank sampah induk yang dikelola Dinas lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK) Kota Pekanbaru. Data yang didapatkan dianalisis menggunakan pedoman IPCC dengan tingkat ketelitian *tier-1*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bank sampah di Kota Pekanbaru menurunkan emisi GRK sebesar 0,082 Ton CO_2eq (8,37%) pada tahun 2019 dan sebesar 0,018 Ton CO_2eq (1,84%) pada 2020.

Kata Kunci: *Bank Sampah, Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca, IPCC*

PENDAHULUAN

Pekanbaru sebagai Ibu Kota Provinsi Riau mempunyai jumlah penduduk terpadat ke-tiga di Sumatra. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru, dari tahun 2015-2019 telah terjadi peningkatan jumlah penduduk sebanyak 111.241 jiwa sehingga menjadi 1.149.359 jiwa pada tahun 2020. Peningkatan laju penduduk akan diikuti dengan meningkatnya kebutuhan konsumsi masyarakat. Pola konsumsi masyarakat yang tinggi mengakibatkan jumlah limbah domestik yang dihasilkan akan semakin tinggi.

Menurut Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK) Kota Pekanbaru, pada tahun 2019 jumlah limbah padat yang dihasilkan mencapai 1000 ton setiap harinya, di mana limbah yang sampai ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sebanyak 800 ton. Tanpa pengelolaan yang baik, jumlah sampah ini akan memenuhi daya tampung TPA yang tersedia hanya dalam 5 tahun ke depan.

Limbah domestik merupakan salah satu sumber emisi gas rumah kaca yang berpengaruh terhadap perubahan iklim. Emisi GRK dari sektor limbah termasuk limbah padat domestik umumnya berupa metana (CH_4) yang dihasilkan dari TPA dan karbon dioksida (CO_2) yang dihasilkan dari kegiatan pembakaran terbuka (Eka & Agusniar, 2020 : 62). Gas rumah kaca merupakan gas di atmosfer yang berfungsi menyerap radiasi infra merah dan ikut menentukan suhu atmosfer. Tingginya gas rumah kaca yang teremis ke udara memberikan dampak terhadap peningkatan pemanasan global dan perubahan iklim.

Berdasarkan data dari *United Nation Environment programme* (UNEP), 2021 : 14-31 dengan konsentrasi gas rumah kaca mencapai 414,2 *part per milion* pada 2020, suhu bumi naik 0,9⁰ Celcius. Jika dunia tidak melakukan mitigasi pemanasan global, suhu bumi diperkirakan akan naik mencapai 4⁰C pada 2030. Untuk mencegah krisis lingkungan yang terjadi saat ini difokuskan pada tiga cara, yaitu mengurangi emisi, menjaga keanekaragaman hayati dan mengurangi serta mengelola sampah/limbah.

Pemerintah Kota Pekanbaru melalui DLHK telah mendirikan 70 unit bank sampah yang tersebar di 7 kecamatan sejak 2019 sebagai upaya pengelolaan sampah berbasis masyarakat dan juga mitigasi perubahan iklim. Bank sampah berpotensi menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK) karena mereduksi timbulan limbah yang akan dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Estimasi emisi metana (CH_4) yang dihasilkan dari penimbunan sampah dihitung berdasarkan timbulan dan komposisi sampah (Eka *et al*, 2021 : 20).

Inventarisasi penurunan emisi GRK dari kegiatan bank sampah di Kota Pekanbaru belum pernah dilakukan, padahal data tingkat emisi yang direduksi oleh kegiatan bank sampah perlu diketahui sebagai langkah awal untuk menentukan upaya mitigasi penurunan emisi GRK dari sektor limbah sesuai dengan Peraturan Presiden No.61 tahun 2011 tentang Rencana Aksi nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK). RAN-GRK berencana menurunkan emisi GRK sektor limbah dengan target penurunan sebesar 0.048 Giga Ton CO_2 pada tahun 2020 dengan penekanan kegiatan pada pengelolaan sampah dengan konsep 3R.

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti tertarik melakukan penelitian mengenai analisis penurunan emisi gas rumah kaca dari bank sampah di Kota Pekanbaru. Penurunan emisi gas rumah kaca dianalisis dari data komposisi, jumlah nasabah dan juga timbulan limbah dari bank sampah yang dikelola Dinas Lingkungan Hidup dan

kebersihan (DLHK) Kota Pekanbaru. Tujuan dari penelitian ini ialah mengetahui tingkat penurunan emisi gas rumah kaca dari bank sampah di Kota Pekanbaru.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kota Pekanbaru pada bulan Maret hingga Mei 2021. Jenis penelitian merupakan penelitian deskriptif kuantitatif. Sampel pada penelitian ditentukan dengan cara total sampling meliputi 30 bank sampah unit dan 1 bank sampah induk yang dikelola Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK) Kota Pekanbaru. Pengumpulan data dilakukan dengan metode survey dan dokumentasi. Data yang dikumpulkan berupa data komposisi, jumlah nasabah dan timbulan limbah bank sampah.

Data komposisi dan timbulan limbah didapatkan berdasarkan dokumentasi data tahunan bank sampah, sementara timbulan limbah eksisting dihitung dengan memperkirakan total limbah yang dihasilkan nasabah bank sampah berdasarkan SNI 19-3964-1994 dengan persamaan berikut :

Timbulan Limbah *eksisting* = Jumlah Nasabah X 0,4(*default* timbulan limbah)

Estimasi emisi gas rumah kaca baik pada kondisi eksisting maupun kondisi pengelolaan bank sampah dihitung berdasarkan jumlah timbulan dan komposisi limbah. Data tersebut dianalisis menggunakan pedoman IPCC mengenai estimasi metana (CH₄) yang dihasilkan dari penimbunan sampah dengan tingkat ketelitian tier 1 dengan persamaan dibawah ini :

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

Keterangan :

| | | |
|-------|---|---|
| MSWT | = | Timbulan sampah (Ton/tahun) |
| MSWF | = | 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 CH ₄ di TPA (0,5 berdasarkan IPCC) |
| OX | = | Faktor oksidasi (0,1 berdasarkan IPCC) |
| R | = | Recovery CH ₄ (Ton/tahun) |
| 16/12 | = | Konversi dari C ke CH ₄ |

(IPCC GL, 2006)

Pada penelitian ini, dihitung juga emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari kegiatan pengelolaan biologis berupa pengomposan pada bank sampah. Estimasi metana (CH₄) dari pengomposan dihitung berdasarkan persamaan berikut :

$$\text{Emisi CH}_4 \text{ Pengomposan} = \sum_i ((M_i \times E_{Fi}) \times 10^{-3}) - R$$

Keterangan :

M_i = Massa limbah organik yang diolah dengan pengolahan biologi tipe *i* (pengomposan)

- EF = Faktor emisi untuk pengolahan tipe *i* (pengomposan), g CH₄/kg limbah yang diolah.
- i* = Tipe pengolahan biologi (pengomposan)
- R = Recovery CH₄, Karena tidak dilakukan pengelolaan gas, maka nilai R = 0 (IPCC GL, 2006)

Selanjutnya dilakukan analisis penurunan emisi gas rumah kaca dari bank sampah berdasarkan data-data hasil perhitungan diatas. Analisis penurunan emisi ini dihitung dengan persamaan berikut :

$$RE = E_e - E_p \\ = E_e - (E_{bs} + E_k)$$

Keterangan :

RE : Penurunan emisi (Ton CO₂/ Tahun)

E_e : Emisi kondisi eksisting

E_p : Emisi setelah pengelolaan

E_{bs} : Emisi setelah reduksi limbah oleh bank sampah

E_k : Emisi yang dihasilkan dari kegiatan pengomposan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Limbah Bank Sampah

Komposisi limbah yang terkelola di bank sampah Kota Pekanbaru mengacu pada SNI 19-3964-1994. Komposisi limbah dari bank sampah induk DLHK disajikan pada Tabel 1

Tabel 1. Persentase Komposisi Limbah Bank Sampah Kota Pekanbaru

| No | Komponen | Persentase (%) | Jenis | Persentase (%) |
|----|-----------------------|----------------|-----------|----------------|
| 1 | Daun dan sisa makanan | 1,16 | Organik | 58,16 |
| 2 | Kertas | 57,00 | Anorganik | 41,84 |
| 3 | Plastik | 19,48 | | |
| 4 | Logam | 4,99 | | |
| 5 | Kaleng/besi | 5,36 | | |
| 6 | Kaca | 0,58 | | |
| 7 | Inert | 11,43 | | |
| | Jumlah | 100% | | 100% |

Berdasarkan Tabel 1 komposisi limbah yang masuk di bank sampah Kota Pekanbaru meliputi 7 komponen meliputi limbah kertas, plastik, kaleng/besi, logam dan kaca dan inert. Limbah organik yang masuk di bank sampah dominan merupakan limbah organik 58,16%, sedangkan limbah anorganik sebesar 41,84%. Perbandingan

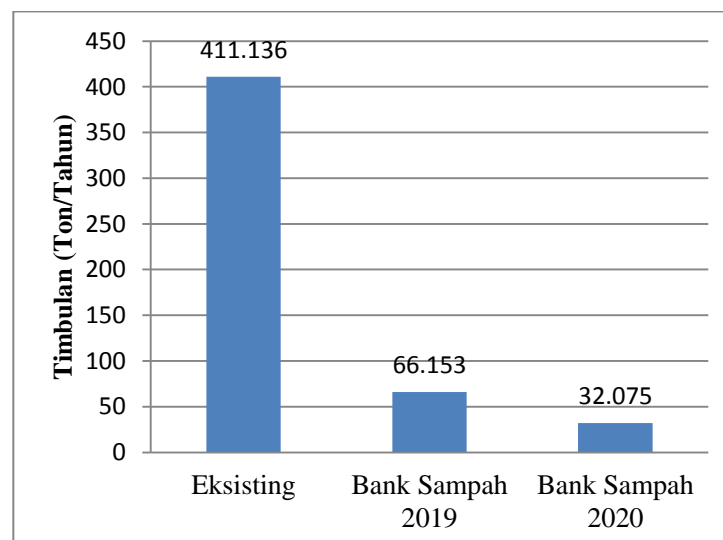
antar komponen pada limbah organik ini masih sangat jauh dimana komponen limbah kertas sebesar 57% sedangkan komponen limbah yang dapat dikomposkan sangat kecil, hanya 1.16% dari keseluruhan jumlah limbah.

Hal ini disebabkan masih rendahnya pengelolaan sampah organik berupa pengomposan yang dilakukan di bank sampah dan tidak semua bank sampah melakukan pengelolaan sampah organik. Pengelolaan limbah organik hanya dilakukan oleh 5 dari 30 bank sampah atau sebesar 20%. Jumlah pengelolaan sampah organik pada bank sampah di Kota pekanbaru ini masih tergolong rendah. Lebih rendah dari hasil penelitian Atiqah *et al*, (2018 : 29-31) yaitu sebanyak 9 dari 25(36%) bank sampah di Kabupaten Sleman melakukan pengomposan, dimana nilai ini juga masih tergolong rendah. Rendahnya tingkat pengomposan perlu diperhatikan mengingat besarnya komposisi limbah organik yang dihasilkan. Menurut Damanhuri & Padmi (2010 : 16) limbah organik yang dihasilkan kota-kota besar mencapai 73-74% dari keseluruhan limbah.

Data komposisi limbah digunakan untuk menghitung nilai *degradable organic carbon* (DOC) sehingga sangat berpengaruh terhadap potensi emisi gas rumah kaca(GRK) yang dihasilkan. Limbah organik memiliki fraksi *degradable organic carbon* (DOCi) yang besar yaitu 0,35 untuk limbah sisa makanan dan dedaunan dan 0,4% untuk limbah kertas, sementara komponen limbah lainnya seperti plastik, kaca dan logam memiliki nilai DOCf sebesar 0,00 (IPCC GL, 2006). Dari hasil perhitungan berdasarkan komposisi limbah didapatkan nilai DOC sebesar 0,00095.

Timbulan Limbah

Timbulan limbah yang dianalisis pada penelitian ini adalah timbulan limbah eksisting dan timbulan limbah bank sampah pada tahun 2019 dan 2020.. Hasil analisis timbulan limbah eksisting dan timbulan limbah dari 30 unit bank sampah pada Tahun 2019 dan 2020 ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Timbulan Limbah Eksisting dan Limbah Bank Sampah DLHK Kota Pekanbaru

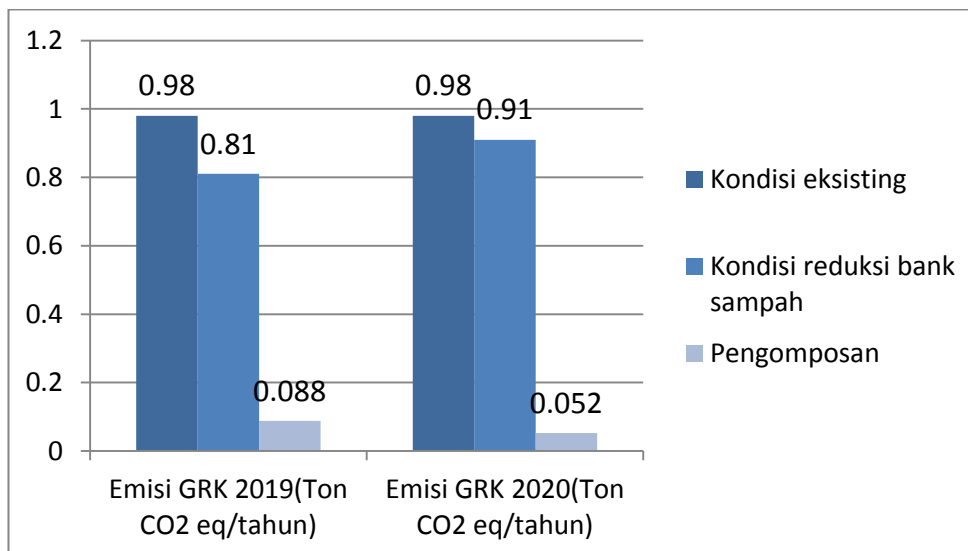
Pada Gambar 1 terlihat bahwa timbunan limbah eksisting mencapai 411,136 Ton/Tahun. Sedangkan yang masuk bank sampah sebesar 66,153 Ton/Tahun tahun 2019 dan sebesar 32,075 Ton/tahun pada Tahun 2020. Timbunan sampah eksisting lebih besar dari pada timbunan limbah masuk bank sampah, hal ini menunjukkan masih sangat sedikit limbah yang disetorkan ke bank sampah dari keseluruhan limbah yang dihasilkan sehari-hari.

Dari data timbunan tersebut, bank sampah mereduksi limbah eksisting sebesar 16.09% pada tahun 2019 dan sebesar 7.80 % pada 2020. Nilai ini masih sangat rendah dibandingkan nilai ideal reduksi bank sampah. Idealnya bank sampah mampu mereduksi 30-50% limbah (Mike *et al*, 2020 : 25). Sejalan dengan Peraturan Presiden No 97 Tahun 2017 bahwa Indonesia mempunyai target untuk mengurangi limbah rumah tangga dan sejenis rumah tangga sebesar 30 % pada 2025.

Nilai reduksi yang didapatkan menurun pada tahun 2020. Hal ini disebabkan pengelolaan bank sampah yang belum efisien dan kurangnya minat masyarakat sebagai akibat dari menurunnya harga sampah. Menurut Juliandono (2013 : 10), ada beberapa kendala yang sering menjadi faktor rendahnya kontribusi bank sampah terhadap pengelolaan sampah yaitu 1) kurangnya minat masyarakat dalam memilah dan menyetorkan sampah ke bank sampah, 2) kurangnya kreativitas dan kinerja bank sampah dalam memanfaatkan nilai ekonomi sampah, 3) rendahnya daya saing harga bank sampah, 4) kendala transportasi dalam pengelolaan sampah.

PENURUNAN EMISI GAS RUMAH KACA

Data hasil analisis emisi gas rumah kaca pada masing-masing pengelolaan limbah ditampilkan pada Gambar 2



Gambar 2. Emisi Gas Rumah Kaca pada Kondisi Eksisting, Setelah Reduksi Bank Sampah dan Pengomposan

Pada Gambar 2 terlihat bahwa emisi gas rumah kaca (GRK) kondisi eksisting sebesar 0,98 Ton CO₂eq / tahun. Setelah sebagian sampah disetorkan ke bank sampah,

emisi GRK yang dihasilkan dari sampah tidak terkelola setelah reduksi ialah sebesar 0,81Ton CO₂eq / tahun pada 2019 dan sebesar 0,91Ton CO₂eq / tahun pada 2020. Tingkat emisi GRK yang dianalisis pada dua kondisi ini memiliki angka yang tidak berbeda jauh, hal ini menunjukkan masih rendahnya nilai penurunan emisi GRK disebabkan oleh rendahnya angka reduksi sampah. Kegiatan pengelolaan sampah biologi berupa pengomposan di bank sampah juga mengemisikan gas rumah kaca (GRK). GRK yang diemisikan dari kegiatan pengomposan di bank sampah Kota Pekanbaru ialah sebesar 0,088 Ton CO₂eq / tahun pada tahun 2019 dan pada tahun 2020 sebesar 0,052 Ton CO₂eq / tahun.

Pengelolaan sampah meliputi penimbunan, pembakaran serta pengomposan mengemisikan gas rumah kaca. Kiswandayani *et al*, (2016 : 16) mengatakan bahwa penimbunan limbah ialah aktivitas pengelolaan limbah yang mengemisikan metana dengan nilai paling tinggi. Pengelolaan sampah secara biologi mengemisikan gas rumah kaca tetapi dengan jumlah yang lebih kecil dibandingkan gas rumah kaca yang diemisikan dari penimbunan sampah di TPA. Menurut Lou & Niar (2009 : 3797) Gas rumah kaca yang dihasilkan dari dekomposisi material organik pada proses penimbunan cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan proses pengomposan.

Dari data emisi pada masing-masing pengelolaan, dihitung tingkat emisi gas rumah kaca yang diturunkan oleh bank sampah dari kondisi eksisting. Penurunan emisi gas rumah kaca dari bank sampah dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca dari Bank Sampah Kota Pekanbaru

| Tahun | Reduksi | Persentase |
|-------|--------------------------------------|------------|
| 2019 | 0,082 Ton CO ₂ eq / tahun | 8,37% |
| 2020 | 0,018 Ton CO ₂ eq / tahun | 1,84 % |

Dari tabel 2 dinyatakan bahwa dari nilai emisi awal sebesar 0,98Ton CO₂/ tahun , sejumlah kecil emisi direduksi oleh kegiatan pengelolaan sampah di bank sampah meliputi pengomposan didalamnya. Yaitu sebesar 0,082 Ton CO₂/ tahun atau sebesar 8,37% pada tahun 2019 dan pada tahun 2020 sebesar 0,018 Ton CO₂/ tahun atau sebesar 1,84 %. Rata-rata penurunan emisi gas rumah kaca dari bank sampah di Kota Pekanbaru sebesar 0,05Ton CO₂eq /Tahun atau sebesar 5,10%. Data penurunan emisi gas rumah kaca yang didapatkan dari penelitian menunjukkan kontribusi bank sampah terhadap Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK) yang memiliki target penurunan emisi GRK sebesar 0.048 Giga Ton CO₂ pada tahun 2020 dengan penekanan kegiatan pada pengelolaan sampah dengan konsep 3R.

Penurunan emisi gas rumah kaca (GRK) dari bank sampah di Kota Pekanbaru masih rendah dan jauh dari hasil penelitian proyeksi mitigasi emisi gas rumah kaca (GRK) yang dilakukan Ihsan (2019 :45-48) bahwa dengan menggiatkan bank sampah, TPS 3R, sosialisasi anti pembakaran sampah dan *recovery* metana di TPA, emisi gas rumah kaca sektor limbah diproyeksikan dapat tereduksi hingga 59,5% pada 2020. Hal yang sama juga dapat kita lihat pada penelitian strategi adaptasi dan mitigasi penurunan emisi GRK oleh Juwita (2017 : 129-130) dimana dengan mengurangi sampah melalui penerapan prinsip 3R maka emisi gas rumah kaca sektor persampahan dapat diturunkan sebesar 25,32%.

Rendahnya tingkat penurunan emisi gas rumah kaca oleh bank sampah di Kota Pekanbaru ini berkaitan dengan kinerja bank sampah seperti masih sedikit limbah yang disetorkan ke bank sampah dari keseluruhan jumlah limbah yang dihasilkan dan masih kurangnya pengelolaan limbah organik di bank sampah. Menurut Chaerul *et al*, (2016 : 45) Pengelolaan limbah organik ini perlu diperhatikan karena nilai DOC limbah organik yang besar sehingga apabila tertimbun di TPA atau di tempat-tempat lainnya akan berpotensi meningkatkan emisi gas rumah kaca (GRK).

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Simpulan

Kegiatan bank sampah di Kota Pekanbaru dapat menurunkan emisi gas rumah kaca sebesar 0,05Ton CO₂eq/Tahun atau sebesar 5,10%.

Rekomendasi

Disarankan kepada pengelola bank sampah untuk meningkatkan efektivitas kinerja bank sampah agar dapat mencapai target pengurangan 30% limbah dan melakukan pengelolaan sampah organik di bank sampah untuk menurunkan emisi gas rumah kaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Atiqah, S., Qorry N. dan Fina B. M. 2018. Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca dari Kegiatan Bank Sampah di Kabupaten Sleman dengan Metode IPCC. *Jurnal Universitas Islam Indonesia*.
- Badan Pusat Statistika. 2020. *Pekanbaru Dalam Angka 2020*. Pekanbaru : Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru.
- Eka, M. A., Intan D. W. S. R., Rachmat H., Muhammad R. 2021. Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Kegiatan pengelolaan Sampah di kelurahan Karang Joang, Balikpapan. *Jurnal Sains dan teknologi Lingkungan*. 13(1) : 17-33.
- Eka, N. S. A. & Agusniar, R. L. 2020. Daur Ulang Sampah Plastik Sebagai Mitigasi Perubahan Iklim. *Penamas Adi Buana*. 4(1) : 61-64.
- Enri, D. & Tri P. 2010. *Pengelolaan Sampah*. Diklat Kuliah. Insitut Teknologi Bandung. Bandung.

- IPCC (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 5 – Waste, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme*. Japan.
- Juliandono, A. 2013. Pelaksanaan Bank Sampah Dalam Sistem Pengelolaan Sampah di Kelurahan Gunung Bahagia Balikpapan. *Skripsi*. Universitas Mulawarman.
- Mike, D., Eko, P. P. & Lubna, S. 2020. Analisa Efektifitas bank Sampah Sebagai Alternatif Pengelolaan Sampah dalam Mencapai *Smart City* di Kabupaten Kulon Progo. *Jurnal Ilmu Administrasi Publik*, 5(1):21-29.
- Mochammad, C., Gan, G. D., & Rangga, A. 2016. Prediction of Greenhouse Gasses Emission from Municipality Solid Waste Sector in Kendari City, Indonesia. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 23(1):42-48.
- Peraturan Presiden No.61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK).
- SNI 19-3964-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan
- United Nations Environment Programme (UNEP). 2021. *Making Peace with Nature: A scientific blueprint to tackle the climate, biodiversity and pollution emergencies*. Nairobi. <https://www.unep.org/resources/making-peace-nature>