

Estimasi emisi gas rumah kaca dari pembakaran sampah komunal skala desa di Kecamatan Dukun, Kabupaten Gresik

Estimation of greenhouse gas emissions from village-scale communal waste combustion in Dukun District, Gresik Regency

Faiq Abdillah¹, Abdur Rohman^{1*}, Cantika Almas Fildzah¹

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Jember, Jember, Indonesia

Abstrak.

Pembakaran sampah adalah salah satu sumber emisi gas rumah kaca (GRK) yang mengalami peningkatan. Pembakaran sampah banyak ditemukan di kawasan perdesaan di negara berkembang. Pembakaran sampah komunal ditemukan di wilayah administrasi Kecamatan Dukun, Kabupaten Gresik. Kondisi tersebut disebabkan pengangkutan sampah menuju TPA Ngipik tidak menjangkau Kecamatan Dukun. Penelitian ini ditujukan untuk mengestimasi timbunan dan komposisi sampah yang dibakar, intensitas pembakaran, serta emisi GRK dari pembakaran sampah komunal di Kecamatan Dukun. Pengambilan sampel timbunan dan komposisi dengan metode *load-count analysis*, data intensitas pembakaran diperoleh melalui wawancara dengan perangkat desa, dan estimasi emisi GRK dihitung dengan IPCC 2006 tier 2a dan 95% rentang kepercayaan. Timbunan sampah yang dibakar secara komunal diperkirakan mencapai 1.700,24 (95% CI: 1.514,66-1.885,82) ton/tahun dari 22 lokasi pembakaran sampah komunal dengan frekuensi pembakaran 2 kali per minggu. Komposisi sampah yang dibakar didominasi sisa makanan, sampah kebun, dan plastik. Total emisi dari pembakaran komunal di Kecamatan Dukun diestimasi mencapai 778,69 (95% CI: 666,17-891,21) ton eq CO₂.

Kata kunci: emisi CO₂, gas rumah kaca, sampah rumah tangga, pembakaran sampah komunal, pengelolaan sampah perdesaan

Abstract.

Waste incineration has become a significant source of greenhouse gas (GHG) emissions and has increased substantially in recent years. Communal waste incineration is commonly found in the Dukun District, Gresik Regency due to inaccessibility of waste transport to Ngipik Landfill. This study aims to estimate the generation and composition of waste burned, the intensity of burning, and GHG emissions from communal waste burning in Dukun District. Sampling of generation and composition was carried out using load-count analysis, data on burning intensity was obtained through interviews with village officials, and GHG emission estimates were calculated using the IPCC 2006 tier2.a and 95% confidence interval. The amount of communally burned waste is estimated to reach 1,700.24 (95% CI: 1,514.66-1,885.82) tons per year from 22 communal burning sites with a burning frequency of twice a week. The composition of the burned waste was dominated by food waste, garden waste, and plastics. Total emissions from communal burning in the Dukun District are estimated to reach 778.69 (95% CI: 666.17-891.21) tonnes of CO₂ equivalent.

Keywords: CO₂ emission, greenhouse gas, household waste, communal burning of waste, Gresik Regency

1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim adalah salah satu tantangan terbesar yang dihadapi dunia saat ini, emisi gas rumah kaca (GRK) menjadi penyebab utamanya. Gas seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan dinitrogen oksida (N₂O) menyumbang pemanasan global yang tinggi (IPCC 2006). Emisi gas rumah kaca (GRK) di Indonesia mengalami peningkatan tertinggi pada tahun 2022 yaitu sebesar 10%. Sektor persampahan merupakan sektor yang mengalami peningkatan tertinggi kedua setelah sektor industri, yaitu mencapai 13% (JRC 2023).

* Korespondensi Penulis
Email : abdur@unej.ac.id

Di negara-negara berkembang, salah satu sumber utama emisi GRK berasal dari pembakaran sampah terbuka, terutama di daerah pedesaan dengan fasilitas pengelolaan sampah yang tidak memadai (Ramadan *et al.* 2022). Pembakaran sampah tanpa teknologi insinerasi melepaskan emisi langsung ke atmosfer dan menimbulkan dampak negatif, baik terhadap lingkungan maupun kesehatan manusia. Gangguan kesehatan yang paling banyak dirasakan antara lain batuk, pusing, iritasi mata, dan sesak napas (Anggunia *et al.* 2024). Oleh karena itu, pembakaran sampah terbuka mendapat perhatian global karena kontribusinya terhadap perubahan iklim dan kerusakan lingkungan (Das *et al.* 2018).

Indonesia menghadapi masalah serius dalam pengelolaan sampah, terutama di daerah pedesaan. Sebagian besar rumah tangga di daerah tersebut mengelola sampah mereka dengan membakarnya secara terbuka karena kurangnya fasilitas pengolahan sampah yang memadai (BPS 2021). Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), lebih dari 66,8% rumah tangga di daerah tersebut membakar sampahnya karena tidak ada akses yang cukup ke tempat pemrosesan akhir (TPA) (BPS 2018). Praktik pembakaran sampah terbuka masih menjadi pilihan utama di berbagai desa di Indonesia, seperti di Desa Tehoru, Maluku Tengah, masyarakat membakar sampah di sekitar rumah mereka karena tidak adanya fasilitas pemrosesan sampah yang memadai (Lating *et al.* 2021). Kondisi serupa ditemukan di Desa Cikaret, Bogor, dimana pembakaran sampah menimbulkan asap beracun dan polusi udara yang berdampak negatif bagi kesehatan masyarakat sekitar, seperti gangguan pernapasan dan penyakit kulit (Wulandari dan Rofi'ah 2023). Pembakaran ini menghasilkan emisi GRK serta polutan berbahaya, seperti partikel debu dan senyawa kimia toksik, yang berdampak buruk terhadap kesehatan manusia dan lingkungan (Janwar *et al.* 2023). Masalah ini diperparah dengan minimnya kesadaran masyarakat mengenai dampak buruk dari pembakaran sampah terhadap lingkungan dan kesehatan (Mashudi *et al.* 2022). Kurangnya kesadaran lingkungan serta minimnya infrastruktur pengelolaan sampah memperparah situasi ini (Sandika *et al.* 2018).

Kabupaten Gresik, salah satu pusat industri di Jawa Timur, juga menghadapi tantangan dalam pengelolaan sampah, terutama di wilayah perdesaan seperti Kecamatan Dukun. Di sini, pengangkutan sampah oleh Dinas Lingkungan Hidup (DLH) sangat terbatas (Pratama dan Rachmanto 2023). Kondisi tersebut menyebabkan

pembakaran sampah terbuka dipilih sebagai metode utama dalam pengurangan volume sampah. Berdasarkan observasi langsung yang dilakukan sebelum penelitian ini dimulai, masyarakat sering membakar sampah di lokasi terbuka yang telah ditetapkan secara komunal yang dikoordinir oleh pemerintah desa. Praktik ini menghasilkan emisi GRK dalam jumlah yang signifikan karena penerapan sistem pembakaran sampah komunal tersebut. Hal ini menunjukkan pentingnya inventarisasi emisi GRK yang dihasilkan dari praktik pembakaran ini agar dapat mendukung langkah-langkah pengelolaan yang lebih baik di masa depan.

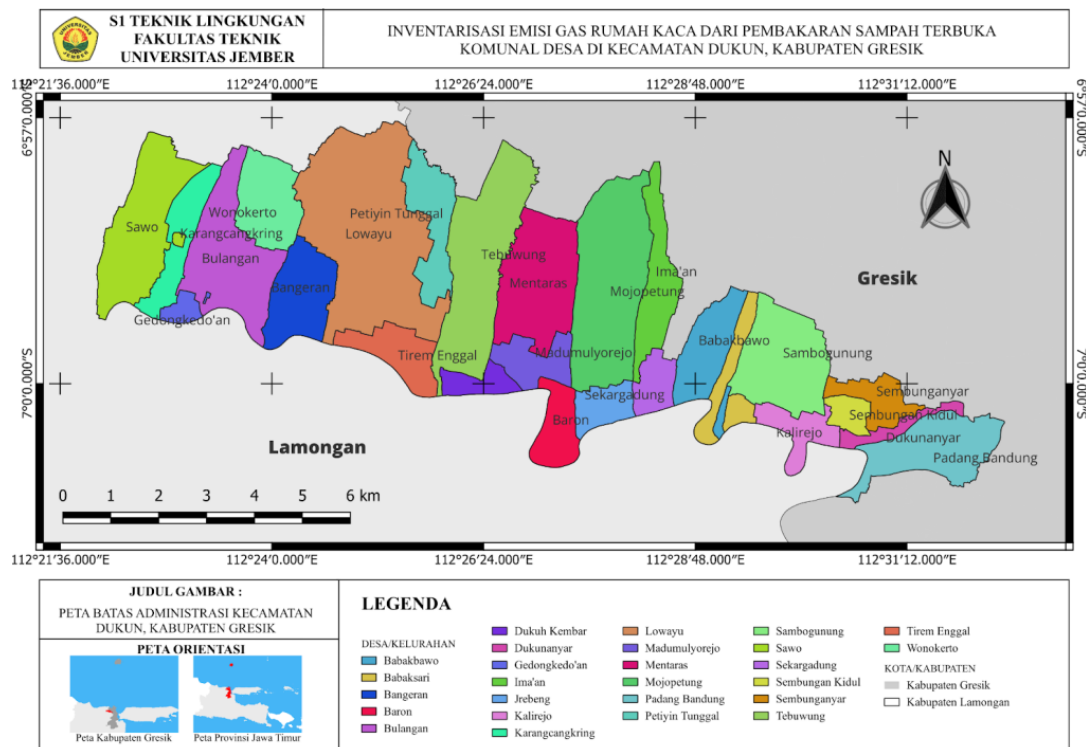
Penelitian terkait emisi GRK di Indonesia sebagian besar berfokus pada sektor transportasi dan industri di daerah perkotaan seperti yang dilakukan oleh Anifah *et al.* (2021) di Kelurahan Karang Joang, Balikpapan, Mashudi *et al.* (2022) di Jabodetabek, dan Wahyudi (2019) di Kabupaten Pati. Kajian emisi pengelolaan sampah di daerah pedesaan khususnya di Kabupaten Gresik masih terbatas. Banyak desa di Kecamatan Dukun yang menggunakan pembakaran sampah terbuka sebagai solusi pengurangan timbulan sampah, tetapi belum ada data yang cukup untuk menghitung dampak lingkungan dari praktik ini. Padahal berdasarkan penelitian yang dilakukan di kawasan perdesaan di Kota Semarang, diketahui emisi dari pembakaran sampah terbuka berpotensi memberikan kontribusi besar terhadap total emisi GRK khususnya pada kawasan yang tidak terjangkau pelayanan TPA (Ramadan *et al.* 2022). Penelitian ini berusaha untuk mengisi kekosongan tersebut dengan menyediakan data konkret terkait emisi GRK dari pembakaran sampah di wilayah pedesaan, khususnya di Kecamatan Dukun. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam perumusan kebijakan pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan di wilayah tersebut.

Penelitian ini secara spesifik bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengukur emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari pembakaran sampah terbuka di lokasi-lokasi komunal di Kecamatan Dukun, Kabupaten Gresik. Menggunakan model perhitungan emisi dari *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), penelitian ini memberikan estimasi kuantitatif dari emisi CO₂, CH₄, dan N₂O yang dilepaskan akibat pembakaran sampah (IPCC 2006). Penelitian ini juga mengkaji komposisi sampah yang dibakar dan intensitas pembakaran pada masing-masing desa. Hasil penelitian diharapkan memberikan rekomendasi yang dapat diterapkan untuk mengurangi emisi melalui pengelolaan sampah yang lebih baik dan berkelanjutan.

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi kajian dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Dukun, Kabupaten Gresik, Jawa Timur (**Gambar 1**). Kecamatan ini dipilih karena berdasarkan observasi ditemukan banyak lokasi pembakaran sampah terbuka komunal, yang digunakan sebagai metode utama pengurangan timbulan sampah oleh masyarakat setempat. Penelitian dilakukan pada bulan Juni hingga Juli 2024, mencakup pengambilan data lapangan melalui survei, wawancara, dan pengambilan sampel sampah di lokasi pembakaran komunal.



Gambar 1. Wilayah administrasi Kecamatan Dukun, Kabupaten Gresik.

2.2. Metode pengumpulan data

Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder untuk mendukung analisis emisi gas rumah kaca (GRK) dari pembakaran sampah terbuka. Data primer berupa lokasi, intensitas, dan cakupan pelayanan pembakaran sampah komunal diperoleh dari wawancara dan kuesioner kepada perangkat desa. Pengambilan data timbulan dan komposisi sampah yang dibakar dilakukan dengan metode *load-count analysis*. Pengambilan sampel dilakukan pada 10 dari 22 lokasi pembakaran sampah komunal yang dipilih dengan *stratified random sampling* yang membagi desa menjadi

kategori (stratum) perkotaan dan perdesaan (**Tabel 1**). Sampel timbulan dan komposisi diambil 2 kali seminggu pada setiap lokasi (3-10 Juni 2024) disesuaikan dengan waktu pengangkutan sampah oleh petugas (Damanhuri dan Padmi 2010).

Tabel 1. Lokasi pengambilan sampel timbulan dan komposisi sampah yang dibakar.

No	Lokasi pengambilan sampel	Stratum
1	Lokasi Pembakaran Komunal Bandung Baru	Perkotaan
2	Lokasi Pembakaran Komunal Padang Wetan	Perkotaan
3	Lokasi Pembakaran Komunal Gedong	Perkotaan
4	Lokasi Pembakaran Komunal Siraman	Perkotaan
5	Lokasi Pembakaran Komunal Sariwonorejo	Perkotaan
6	Lokasi Pembakaran Komunal Sekargadung	Perkotaan
7	Lokasi Pembakaran Komunal Karangcangkkring	Perkotaan
8	Lokasi Pembakaran Komunal Mojopetung	Perdesaan
9	Lokasi Pembakaran Komunal Tiremenggal	Perdesaan
10	Lokasi Pembakaran Komunal Sawo	Perdesaan

Keterangan: Stratum atau klasifikasi sesuai dengan Perka BPS Nomor 120 Tahun 2020 tentang Klasifikasi Desa Perkotaan dan Perdesaan.

Volume timbulan sampah yang dibakar diperoleh dari pengukuran langsung volume motor bak yang terisi sampah. Massa sampah diukur langsung dari sampah yang diangkut saat hari pengambilan sampel pada 10 lokasi pengambilan sampel (KLH 2012). Pengambilan sampel komposisi sampah diambil secara acak sebesar 500 liter di setiap lokasi pengambilan sampel, kemudian dipilah berdasarkan komposisi dalam IPCC 2019 volume 5 bab 2 (Damanhuri dan Padmi 2010; IPCC 2019) (**Gambar 2**). Alat yang dibutuhkan dalam pengambilan sampel tersebut dapat dilihat dalam **Tabel 2**.



Gambar 2. Pengumpulan data: pengukuran volume sampah (kiri); penimbangan sampah (kanan).

Tabel 2. Alat yang digunakan dalam penelitian.

No.	Alat	Kegunaan
1	Timbangan 0-300 kg	Mengukur massa sampah yang akan dibakar
2	Kotak 500 liter	Wadah sampel pemilahan komposisi sampah
3	Skop	Memindahkan sampah
4	Garpu rumput	Memindahkan sampah
5	<i>Trash bag</i>	Wadah sampah yang telah dipilah sesuai komposisi
6	Sarung tangan	Pengaman diri

2.3. Prosedur analisis data

2.3.1 Timbulan dan komposisi sampah yang dibakar

Timbulan sampah yang diperoleh dari pengambilan sampel berupa total timbulan sampah yang diangkut menuju lokasi pembakaran dalam satuan volume dan massa. Nilai tersebut berikutnya dihitung dengan **Persamaan 1** untuk mengetahui rata-rata timbulan sampah yang dibakar pada tiap rumah dan per kapita. Komposisi sampah dihitung dengan **Persamaan 2** (SNI 19-3964-1995).

$$\text{Massa sampah (kg/orang/hari)} = \frac{\text{massa total sampah (kg/hari)}}{\text{jumlah orang terlayani (orang)}} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Komposisi sampah (\%)} = \frac{\text{massa tiap jenis sampah (kg)}}{\text{massa total sampah (kg)}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

2.3.2 Emisi pembakaran sampah komunal

Estimasi emisi pembakaran sampah dihitung dengan *incineration and open burning of waste model tier 2.a* untuk memperkirakan emisi CO₂ (**Persamaan 3**), CH₂ (**Persamaan 4**), dan N₂O (**Persamaan 5**) dari pembakaran sampah komunal di Kecamatan Dukun (IPCC 2006). *Tier 2.a* dipilih karena dalam penelitian ini timbulan dan komposisi diketahui dari sumber data primer, sedangkan faktor emisi diperoleh dari tetapan bawaan IPCC.

$$\text{CO}_2 \text{ emissions} = \text{MSW} \cdot \sum (WF_j \cdot dm_j \cdot CF_j \cdot FCF_j \cdot OF_j) \cdot \frac{44}{12} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

CO ₂	= Emisi CO ₂ dari pembakaran sampah (Gg CO ₂ /tahun)
MSW	= Total timbulan sampah yang dibakar dalam satu tahun (Gg/tahun)
WF _j	= Fraksi jumlah sampah berdasarkan jenisnya terhadap MSW yang dibakar (%)
dm _j	= Fraksi massa kering sampah sesuai jenisnya terhadap MSW yang dibakar (%)
CF _j	= Fraksi karbon pada sampah berdasarkan jenisnya pada kondisi kering (%)
FCF _j	= Fraksi fosil karbon sampah berdasarkan pada total karbon (%)
44/12	= Faktor konversi massa atom dari C ke CO ₂

$$CH_4 = \sum (IW_j \cdot EF) \cdot 10^{-6} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

CH₄ = Emisi CH₄ dari pembakaran sampah (Gg CH₄/tahun)
 IW_j = Total massa basah sampah jenis j yang dibakar (Gg/tahun)
 EF = Fraksi emisi CH₄ (%)
 dm_j = Faktor konversi kg ke Gg

$$N_2O = \sum (IW_j \cdot EF) \cdot 10^{-6} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

N₂O = Emisi N₂O dari pembakaran sampah (Gg N₂O/tahun)
 IW_j = Total massa kering sampah jenis j yang dibakar (Gg/tahun)
 EF = Fraksi emisi N₂O (%)
 dm_j = Faktor konversi kg ke Gg

Emisi dihitung menggunakan 95% *confidence interval* (95% CI) untuk memperkirakan rentang kepercayaan dari hasil estimasi rata-rata dan total emisi dari pembakaran sampah di Kecamatan Dukun, Kabupaten Gresik. Interval kepercayaan ini diterapkan pada perhitungan emisi CO₂, CH₄, dan N₂O, untuk memberikan gambaran tentang tingkat ketidakpastian dan rentang estimasi emisi GRK yang dihasilkan pada penelitian ini (Tong et al. 2012). Rangkaian perhitungan 95% CI dilakukan dengan **Persamaan 6** hingga **Persamaan 9** (Penn State Department of Statistics 2024).

$$S_h^2 = \frac{1}{n_h - 1} \sum_{i=1}^{n_h} (y_{hi} - \underline{y}_h)^2 \dots\dots\dots (6)$$

$$\widehat{T}_{st} = N \cdot \underline{y}_{st} \dots\dots\dots (7)$$

$$\widehat{Var}(\widehat{T}_{st}) = \sum_{h=1}^L N_h \cdot (N_h - n_h) \cdot \frac{S_h^2}{n_h} \dots\dots\dots (8)$$

$$90\text{ CI} = \widehat{T}_{st} \pm t \sqrt{\widehat{Var}(\widehat{T}_{st})} \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

S_h = Standar deviasi pada stratum h
 n_b = Jumlah sampel titik stratum h (lokasi pembakaran)
 y_h = Rata-rata data pada stratum h (dalam kg/rumah/hari untuk timbunan sampah yang dibakar dan ton/rumah/tahun untuk emisi pembakaran sampah)
 Var = Varians data
 T_{st} = Total data pada seluruh stratum (dalam kg/hari untuk timbunan sampah yang dibakar dan ton/tahun untuk emisi pembakaran sampah)
 N_h = Total lokasi pembakaran pada stratum h
 N = Total lokasi pembakaran pada seluruh stratum

Total emisi yang diestimasi berikutnya dihitung dampak negatifnya terhadap pemanasan global dengan nilai *Global Warming Potential (GWP)* masing-masing parameter polutan GRK (**Tabel 3**) (IPCC 2021).

Tabel 3. Nilai GWP CO₂, CH₄, dan N₂O.

No	Polutan GRK	Nilai GWP (eq CO ₂)
1	Karbon dioksida (CO ₂)	1
2	Metana (CH ₄)	27
3	Dinitrogen oksida (N ₂ O)	273

Keterangan: Nilai GWP diperoleh dari IPCC (2021).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kondisi terkini pengelolaan sampah di Kecamatan Dukun

Pengelolaan sampah di Kecamatan Dukun, Kabupaten Gresik hingga saat penelitian ini dilakukan masih dikoordinir oleh pemerintah desa. Kondisi ini disebabkan oleh pengangkutan truk sampah DLH yang tidak menjangkau wilayah Kecamatan Dukun. Pengangkutan menuju TPA Ngipik di Kawasan Gresik Kota melayani 6 kecamatan di kawasan Gresik Selatan dan Gresik Kota (Pratama dan Rachmanto 2023). Kecamatan Dukun yang berada di Gresik Utara tidak terlayani sepenuhnya oleh TPA Ngipik (DLH Kabupaten Gresik 2022).

Hasil wawancara dengan salah satu perangkat desa di Kecamatan Dukun menyatakan bahwa sampah di Kecamatan Dukun yang terangkut menuju TPA adalah sampah yang bersumber dari Pasar Dukun. Alasan pemerintah desa memilih mengelola sampah mandiri adalah karena biaya retribusi truk sampah yang dinilai mahal sehingga dalam praktiknya pengolahan sampah di Kecamatan Dukun menggunakan sistem *open dumping* dan pembakaran komunal yang tersebar di 26 lokasi yang beroperasi hingga penelitian ini dilakukan. Alasan tersebut juga ditemukan dalam penelitian di Desa Mekar Jaya, Kabupaten Sambas (Kazliani 2023). Secara normatif, pembakaran sampah yang tidak sesuai dengan persyaratan teknis telah dilarang dalam Undang-Undang nomor 18 tahun 2008 BAB X pasal 29 ayat 29 (1) poin g. Peraturan tersebut berikutnya ditindaklanjuti oleh Pemda Kabupaten Gresik dengan mengatur denda paling banyak Rp 500.000,00 dan ancaman pidana paling lama 3 bulan untuk pelaku pembakaran sampah yang dilarang dalam Perda Kabupaten Gresik nomor 9 tahun 2010 pasal 40 ayat (3).

Kondisi pengelolaan sampah di Kecamatan Dukun juga tidak terlepas dari konteks kebijakan yang berlaku. Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 secara tegas melarang praktik pembakaran sampah yang tidak memenuhi persyaratan teknis, yang

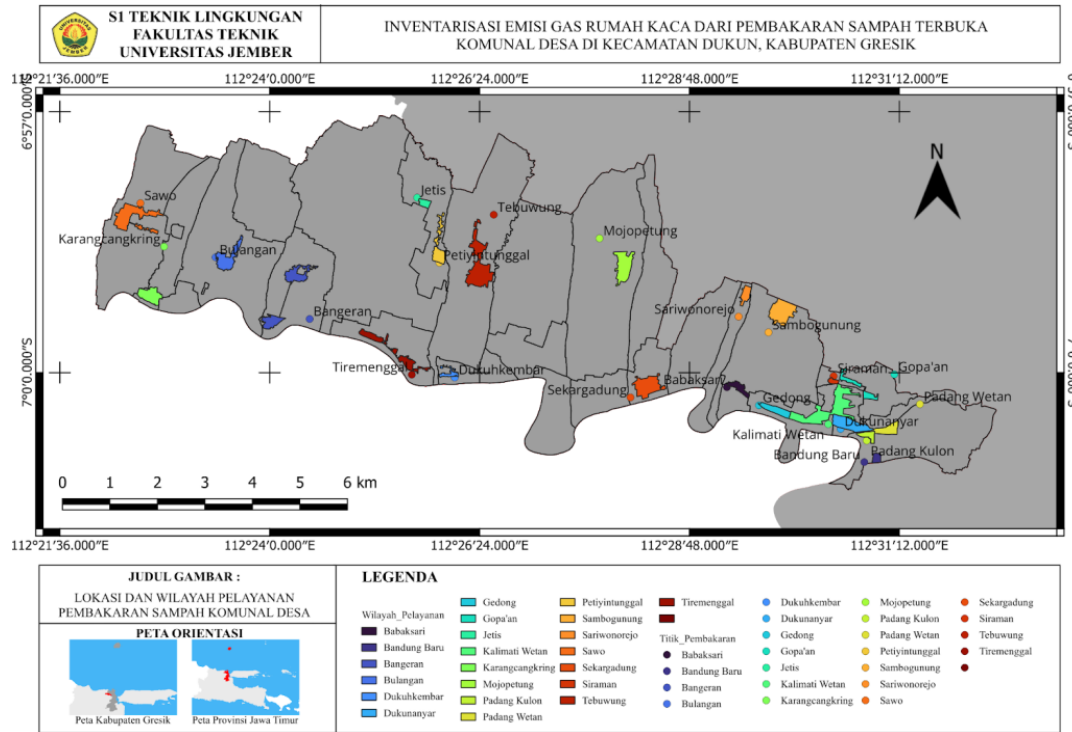
kemudian diturunkan dalam Peraturan Daerah Kabupaten Gresik Nomor 9 Tahun 2010 dengan sanksi administratif dan pidana. Namun, keterbatasan pelayanan pengangkutan sampah oleh DLH serta tingginya biaya operasional menjadi faktor utama yang menyebabkan kebijakan tersebut belum sepenuhnya efektif diterapkan di tingkat desa. Akibatnya, pemerintah desa mengambil peran mandiri dalam pengelolaan sampah dengan pendekatan praktis berupa pembakaran komunal, meskipun praktik ini berpotensi menimbulkan dampak lingkungan dan kesehatan.

Berdasarkan hasil wawancara juga ditemukan rencana pembuatan 5 lokasi *open dumping* baru di 4 desa lainnya, yaitu Desa Ima'an, Desa Jrebeng, Desa Madumulyorejo, dan Desa Gedongkedo'an. Perlakuan mandiri oleh masing-masing warga dilakukan di 4 desa tersebut, perlakuan mandiri yang ditemukan berdasarkan keterangan perangkat desa antara lain: pembuangan di pinggir jalan/lahan kosong, pembakaran sampah mandiri, dan pembuangan sampah ke sungai. Perilaku mandiri tersebut juga ditemukan di desa yang telah memiliki lokasi pembuangan sampah komunal.

Temuan ini memperkuat penelitian yang dilakukan Han *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa penimbunan, pembakaran, dan pembuangan sampah sembarangan banyak dilakukan di kawasan pedesaan khususnya yang tidak terlayani fasilitas pengolahan sampah. Praktik tersebut menunjukkan kesenjangan antara kebijakan dan implementasi di lapangan. Temuan ini mengindikasikan bahwa permasalahan pengelolaan sampah di Kecamatan Dukun tidak hanya berkaitan dengan ketersediaan fasilitas, tetapi juga berkaitan dengan perilaku masyarakat serta keterbatasan alternatif pengelolaan sampah yang mudah diterapkan.

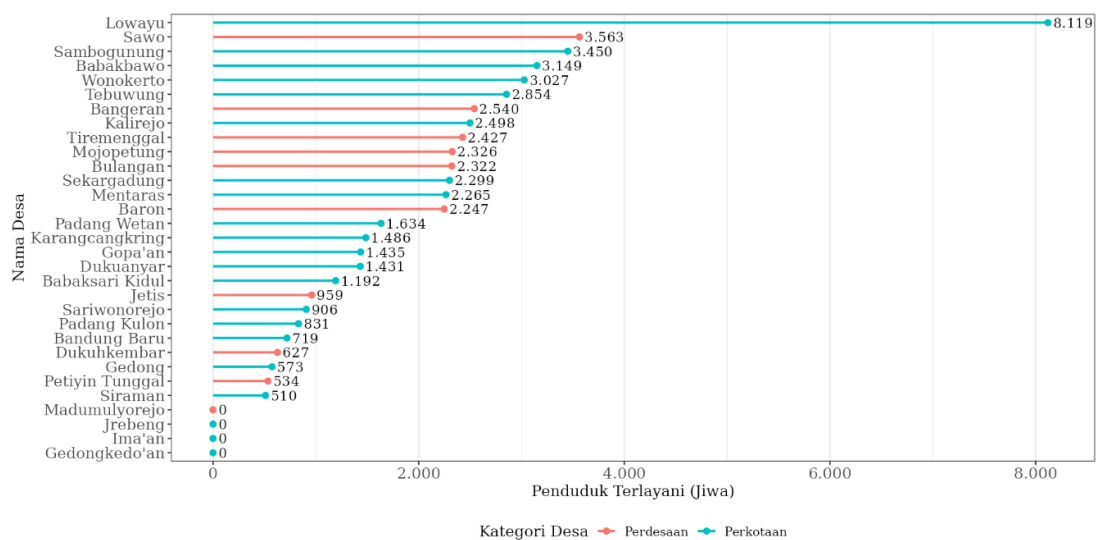
3.2. Intensitas pembakaran sampah komunal di Kecamatan Dukun

Lokasi *open dumping* di Kecamatan Dukun dapat dikategorikan menjadi 2 berdasarkan metode pengolahan sampahnya, yaitu penimbunan terbuka dan pembakaran. Berdasarkan hasil wawancara dengan perangkat desa, pembakaran sampah dilakukan di 22 lokasi *open dumping*, sedangkan penimbunan sampah dilakukan di 4 lokasi *open dumping*. Persebaran lokasi pembakaran sampah komunal di Kecamatan Dukun dan wilayah pelayanannya disajikan dalam **Gambar 3**. Pembakaran dipilih karena dinilai efektif, mudah, dan murah untuk pengurangan timbulan sampah dalam waktu singkat. Pendapat yang sama digunakan sebagai alasan pembakaran di perdesaan Kota Semarang (Wahyudi 2019).



Gambar 3. Lokasi pembakaran sampah komunal dan wilayah pelayanan di Kecamatan Dukun.

Jumlah penduduk yang terlayani pembakaran sampah komunal di Kecamatan Dukun mencapai 37.116 jiwa (8.675 rumah) yang tersebar di 16 desa (**Gambar 4**). Temuan tersebut selaras dengan pernyataan Das *et al.* (2018) bahwa pembakaran sampah lebih banyak dilakukan di kawasan sub-urban dan perdesaan dibandingkan perkotaan.



Gambar 4. Cakupan pelayanan lokasi *open dumping* desa di Kecamatan Dukun, Kabupaten Gresik.

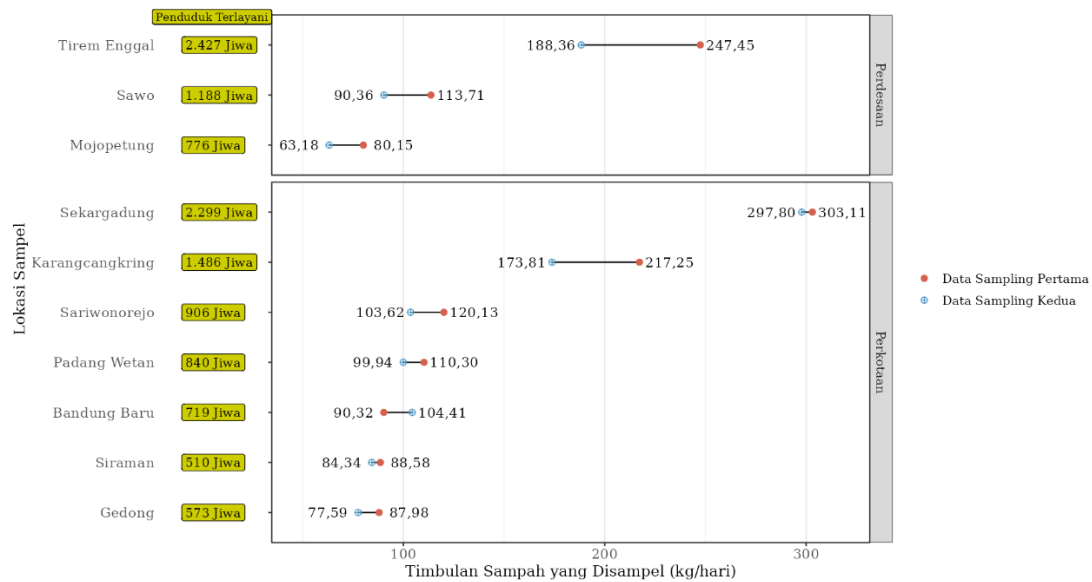
Pengangkutan sampah di Kecamatan Dukun dilakukan oleh petugas setiap 2 kali seminggu untuk setiap rumah baik pada musim kemarau maupun musim hujan. Pembakaran sampah dilakukan pada hari yang sama dengan hari pengangkutan sampah di masing-masing lokasi pembakaran sampah komunal. Aktivitas pengolahan sampah di lokasi pembakaran sampah komunal di Kecamatan Dukun dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Aktivitas pengolahan sampah di lokasi pembakaran sampah komunal: pengangkutan sampah menuju lokasi pembakaran (kiri); pembakaran terbuka sampah (kanan).

3.3. Timbulan dan komposisi sampah yang dibakar secara komunal di Kecamatan Dukun

Timbulan sampah yang dibakar di 10 lokasi pengambilan sampel bersumber dari sampah rumah tangga yang tidak dipilah oleh petugas, sehingga sampah yang dibakar merupakan campuran dari sampah organik dan anorganik. Proses pemilahan sampah dilakukan secara mandiri oleh sebagian warga dari rumah. Sampah yang dipilah di rumah berupa sampah yang memiliki nilai jual di tukang rongsok atau pengepul, seperti botol plastik, gelas plastik, kertas, nasi aking, dan lain-lain. Kondisi masyarakat serupa juga ditemukan di Desa Tegalwangi, Kabupaten Jember yang melakukan pembakaran sampah dan melakukan pemilahan sampah organik dan anorganik. Pemilahan sampah secara mandiri yang dilakukan masyarakat di desa tersebut bergantung pada keberadaan tukang rongsok dan kesadaran masyarakat terhadap nilai jual sampah (Faridawati dan Sudarti 2021). Timbulan sampah yang masuk ke 10 lokasi pembakaran sampah yang dilakukan sampling disajikan dalam **Gambar 6**.

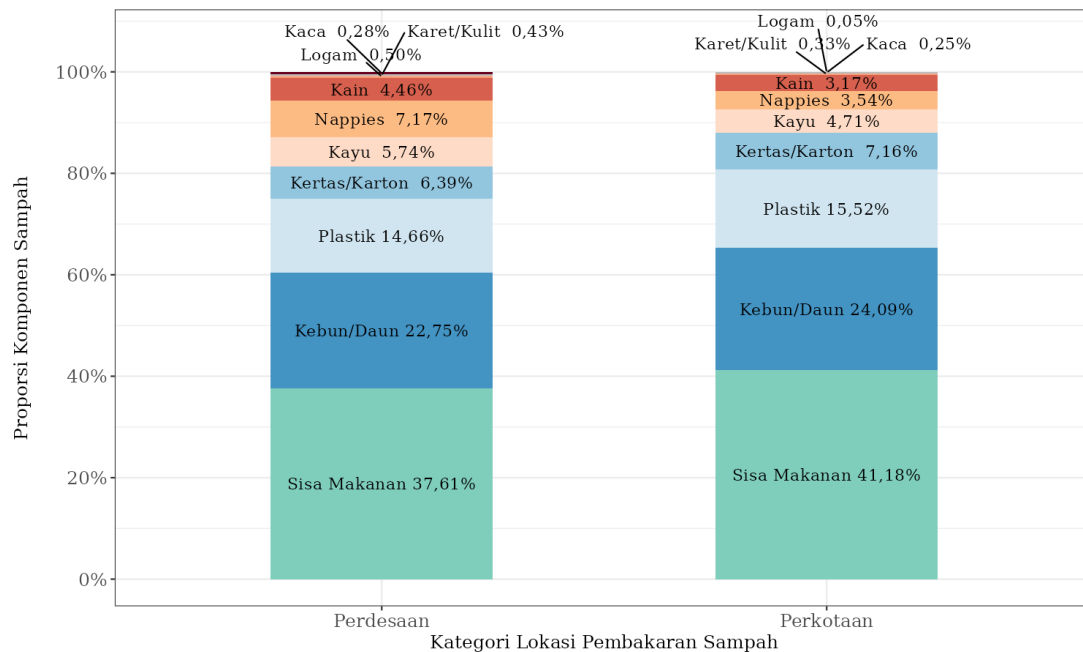


Gambar 6. Jumlah timbulan sampah (Hasil olahan data sampel).

Hasil olahan data sampel menunjukkan timbulan sampah di 10 lokasi dalam 2 kali pengambilan sampel, warna hijau menunjukkan desa dengan stratum perdesaan dan biru menunjukkan desa dengan stratum perkotaan. Total timbulan sampah yang dibakar di 10 lokasi pengambilan sampel bervariasi tergantung pada cakupan pelayanan dan lama sampah yang terkumpul (hari) dalam satu kali pengangkutan.

Berikutnya, perkiraan timbulan sampah yang dibakar di Kecamatan Dukun dengan 95% CI menunjukkan bahwa total sampah yang dibakar sekitar 1.700,24 (95% CI: 1.514,30 - 1.889,17) ton/tahun. Total sampah yang dibakar di pembakaran komunal Kecamatan Dukun mencapai 0,537 (95% CI: 0,478 - 0,596) kg/rumah/hari atau setara dengan 0,125 (95% CI: 0,111 - 0,139) kg/orang/hari. Nilai tersebut berada pada rentang timbulan sampah yang dibakar di kawasan *peri urban* yaitu sebesar 0,088 - 0,176 kg/orang/hari (Ramadan et al. 2022). Temuan tersebut karena Kecamatan Dukun juga merupakan daerah dengan kategori kawasan *peri urban* (Anggraeni dan Aulia 2019). Karena kesamaan jenis kawasan, maka timbulan sampah di dua wilayah tersebut berada pada rentang yang sama.

Komposisi sampah dalam penelitian ini dikategorikan menjadi 11, yaitu: sisa makanan, kebun, plastik, kertas/karton, kayu, kain, karet/kulit, logam, kaca, *nappies*, dan lainnya (IPCC 2019). Komposisi sampah yang dibakar di Kecamatan Dukun didominasi oleh sisa makanan, sampah kebun, dan plastik. Perbandingan komposisi sampah di stratum perkotaan dan perdesaan dapat dilihat pada **Gambar 7**.



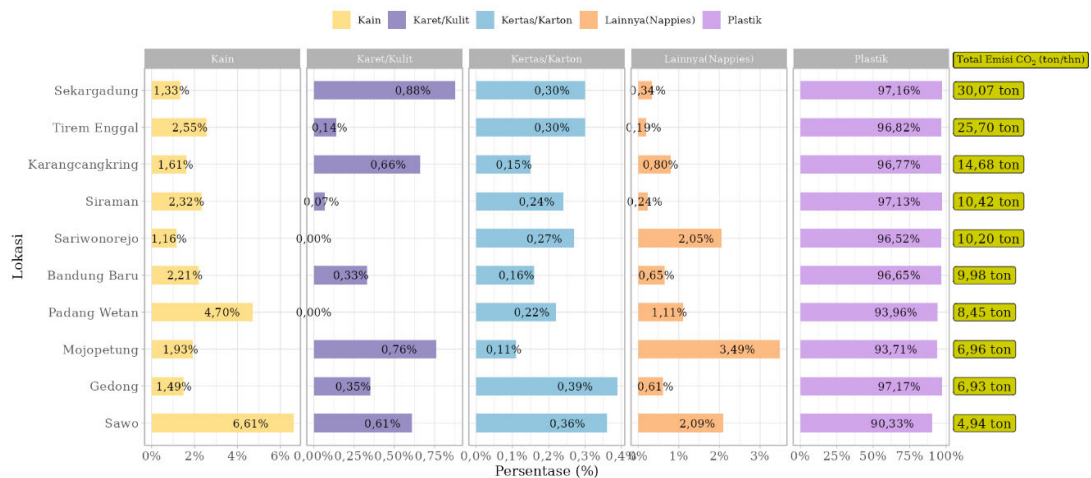
Gambar 7. Komposisi sampah yang dibakar secara komunal: stratum perkotaan (kiri); stratum perdesaan (kanan).

Komposisi sampah yang dibakar di stratum perkotaan dan perdesaan memiliki kemiripan. **Gambar 7** menunjukkan timbunan sampah yang dibakar di Kecamatan Dukun didominasi oleh 40,11% sisa makanan 23, 69% sampah kebun, dan 15,26% plastik. Komposisi tersebut hampir sama dengan komposisi sampah di Kabupaten Gresik dan komposisi sampah yang masuk ke TPS Peganden. Ketiga lokasi tersebut memiliki kemiripan komposisi sampah yang didominasi sampah organik dan plastik (Aninuddin dan Rosariawari 2021; SIPSN 2023).

3.4. Estimasi emisi gas rumah kaca dari pembakaran sampah komunal di Kecamatan Dukun

3.4.1. Emisi gas karbon dioksida (CO₂)

Emisi gas karbon dioksida dari 10 lokasi pengambilan sampel dihitung dengan model IPCC 2006. Faktor emisi menggunakan nilai tetapan dalam IPCC 2006 volume 2 bab 2. Hasil perhitungan emisi CO₂ dari pembakaran sampah di lokasi tersebut disajikan dalam **Gambar 8**. Sampah plastik merupakan penghasil emisi tertinggi dibanding komposisi lainnya karena memiliki nilai tetapan faktor emisi yang paling tinggi dibanding komposisi lainnya. Emisi CO₂ dari sampah organik (sisa makanan, kebun, dan kayu) dianggap 0 (nol) karena emisi CO₂ yang dihitung dengan model IPCC hanya emisi dari pembakaran sampah anorganik atau yang memiliki fraksi fosil karbon.

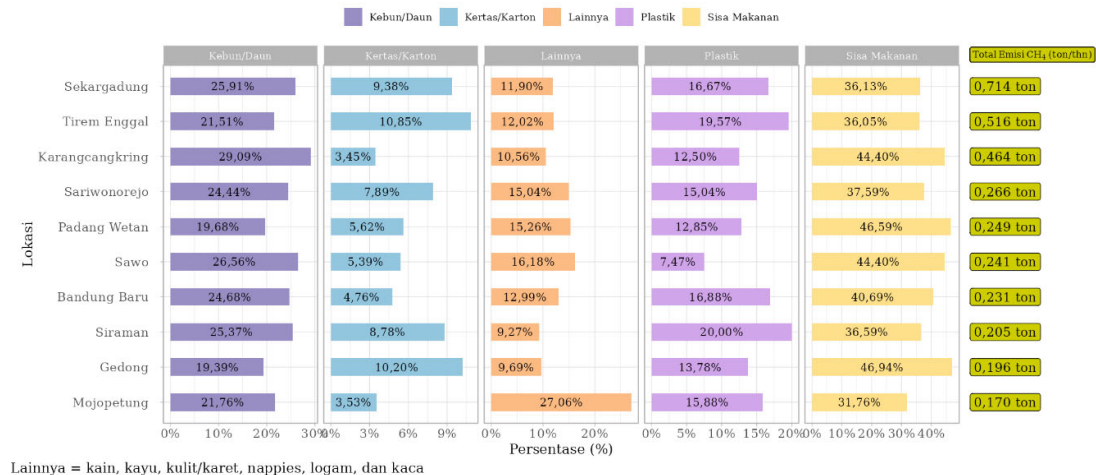


Gambar 8. Estimasi emisi gas karbon dioksida (CO₂) di 10 lokasi pengambilan sampel.

Emisi dari pembakaran sampah organik dalam model IPCC dianggap terurair dan terserap seluruhnya oleh tanaman (Pulles *et al.* 2022). Sedangkan perbedaan total emisi CO₂ pada masing-masing lokasi pembakaran disebabkan perbedaan jumlah penduduk yang terlayani di setiap lokasi pembakaran komunal. Total emisi yang dihasilkan dari pembakaran sampah berbanding lurus dengan jumlah penduduk yang terlayani dan timbunan sampah yang dibakar di satu lokasi pembakaran sampah komunal. Pernyataan tersebut didukung dengan hasil analisis yang menunjukkan bahwa lokasi pembakaran sampah di Desa Sekargadung menyumbang emisi tertinggi dalam 1 tahun yaitu 30,07 ton CO₂/tahun.

3.4.2. Emisi gas metana (CH_4)

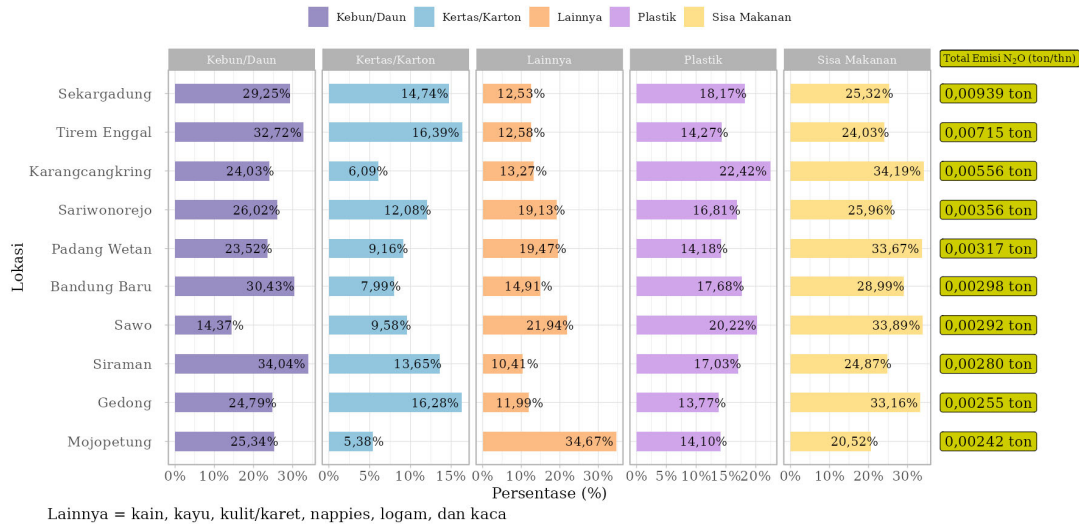
Gas metana dari pembakaran sampah dalam model IPCC dihitung pada masing-masing komposisi di 10 lokasi pengambilan sampel. Hasil perhitungan emisi dengan data timbulan sampah dari pengambilan sampel dapat dilihat pada **Gambar 9**. Berdasarkan hasil perhitungan dengan model IPCC, komposisi sampah yang menyumbang emisi metana tertinggi adalah sisa makanan. Lokasi yang menyumbang emisi metana terbanyak adalah lokasi pembakaran sampah komunal Desa Sekargadung. Salah satu penyebab total emisi CH_4 yang bervariasi di setiap lokasi pembakaran sampah komunal adalah perbedaan cakupan pelayanan di masing-masing lokasi pembakaran sampah komunal.



Gambar 9. Estimasi emisi gas metana (CH_4) di 10 lokasi pengambilan sampel.

3.4.3. Emisi gas dinitrogen oksida (N_2O)

Total emisi N_2O dipengaruhi oleh komposisi sampah karena estimasi emisi N_2O didasarkan pada massa sampah dalam kondisi kering. Hasil estimasi emisi N_2O di 10 lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada **Gambar 10**. Sisa makanan dan sampah plastik menyumbang emisi GRK terbesar karena jumlah timbulannya paling tinggi dibandingkan jenis sampah lainnya. Kadar air berat kering sampah plastik dalam IPCC 2006 juga mempengaruhi total emisi yang bersumber dari pembakaran sampah plastik.



Gambar 10. Estimasi emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) di 10 lokasi pengambilan sampel.

3.4.4. Rentang kepercayaan estimasi emisi dari pembakaran sampah komunal

Estimasi emisi GRK dihitung dengan 95% CI untuk mengetahui rentang ketidakpastian dari estimasi emisi di lokasi pengambilan sampel terhadap seluruh lokasi pembakaran sampah komunal di Kecamatan Dukun (populasi) (Tong *et al.* 2012). Perhitungan rentang kepercayaan dilakukan dengan menggunakan 95% CI karena data hasil pengambilan sampel merupakan kumpulan rata-rata timbunan. Menurut teori *central limit theorem*, kumpulan dari rata-rata sampel akan mendekati distribusi normal walaupun sampel tidak membentuk distribusi normal sehingga metode konvensional untuk perhitungan 95% CI dapat dilakukan (Islam 2018). Hasil perhitungan 95% CI disajikan dalam **Tabel 4**.

Tabel 4. Rentang kepercayaan estimasi emisi pembakaran sampah komunal di Kecamatan Dukun.

No	Gas emisi	Rata-rata (ton/rumah/tahun)	Total (ton/tahun)
1	Timbunan sampah	196,01 (174,58-217,43)	1.700,24 (95% CI: 1.514,3-1.889,17)
2	CO ₂	0,0508 (95% CI: 0,496-0,520)	440,7 (95% CI: 333,12-548,28)
3	CH ₄	0,00127 (95% CI: 0,00113-0,00141)	11,05 (95% CI: 9,84-12,26)
4	N ₂ O	0,000017 (0,000015-0,000019)	0,145 (95% CI: 0,126-0,164)

Total timbunan sampah yang dibakar di seluruh lokasi pembakaran sampah komunal di Kecamatan Dukun diperkirakan mencapai 1.700,24 (95% CI: 1.514,3-1.889,17) ton/tahun. Proses pembakaran tersebut diestimasi menghasilkan emisi CO₂ sekitar 440,7 (95% CI: 333,12-548,28) ton CO₂/tahun, emisi CH₄ sebesar 11,05

(95% CI: 9,84-12,26) ton CH₄/tahun, dan emisi N₂O mencapai 0,145 (95% CI: 0,126-0,164) ton N₂O/tahun. Emisi pembakaran sampah terbuka dihitung dengan *global warming potential (GWP)* untuk memperkirakan dampak pemanasan global dari pembakaran sampah komunal di Kecamatan Dukun, Kabupaten Gresik. Hasil perhitungan tersebut disajikan dalam **Tabel 5**.

Tabel 5. Dampak pemanasan global dari pembakaran sampah komunal di Kecamatan Dukun, Kabupaten Gresik.

No.	Gas emisi	Total emisi GRK (ton/tahun)	Nilai GWP	Total GWP pembakaran sampah komunal
1	CO ₂	440,7 (95% CI: 333,12-548,28)	1	440,7 (95% CI: 333,12-548,28)
2	CH ₄	11,05 (95% CI: 9,84-12,26)	27	298,35 (95% CI: 262,76-334,94)
3	N ₂ O	0,145 (95% CI: 0,126-0,164)	273	39,59 (95% CI: 34,43-44,75)
4	Total	1.700,24 (95% CI: 1.514,3-1.889,17)	-	778,69 (95% CI: 666,17-891,21)

Total emisi GRK yang bersumber dari pembakaran sampah komunal di Kecamatan Dukun setara dengan 778,69 (95% CI: 666,17-891,21) ton eq CO₂/tahun. Emisi per kapita dari pembakaran sampah tersebut diperkirakan mencapai 0,021 (95% CI: 0,018-0,024) ton eq CO₂/orang/tahun atau setara dengan 0,40% hingga 0,54% dari rata-rata emisi GRK yang dihasilkan satu orang di Indonesia, yaitu sebesar 4,473 ton eq CO₂/orang/tahun (JRC 2023).

3.4.5. Strategi pengelolaan sampah

Hasil estimasi emisi gas rumah kaca menunjukkan bahwa pembakaran sampah komunal di Kecamatan Dukun menghasilkan emisi yang cukup signifikan dengan kontribusi terbesar berasal dari fraksi sampah plastik. Tingginya kontribusi emisi dari plastik disebabkan oleh kandungan karbon fosil yang tinggi sehingga pembakarannya menghasilkan emisi karbon dioksida secara langsung. Selain itu, fraksi sampah organik seperti sisa makanan dan sampah kebun juga berkontribusi terhadap pembentukan gas metana dan dinitrogen oksida yang memiliki potensi pemanasan global lebih tinggi dibandingkan karbon dioksida.

Komposisi sampah yang didominasi oleh sampah organik menunjukkan adanya peluang besar untuk menerapkan pengelolaan sampah berbasis pengurangan di sumber. Pengomposan dapat menjadi alternatif yang efektif untuk mengurangi timbulan sampah yang selama ini dibakar secara terbuka. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pengomposan mampu mengurangi lebih dari separuh timbulan

sampah organik yang masuk ke fasilitas pengelolaan sampah (Octavia et al. 2015). Selain itu, penerapan prinsip 3R (*reduce, reuse, recycle*) dapat mengurangi jumlah sampah yang harus dibakar sekaligus meningkatkan nilai ekonomi dari sampah yang masih memiliki potensi daur ulang.

Pengembangan fasilitas pengelolaan sampah skala desa seperti bank sampah, TPS3R, rumah kompos, maupun TPST dapat menjadi solusi yang sesuai dengan karakteristik wilayah Kecamatan Dukun. Keberadaan bank sampah memiliki peluang keberhasilan yang cukup tinggi karena masyarakat telah terbiasa menjual sampah yang memiliki nilai ekonomi kepada pengepul. Dengan pengelolaan yang baik, bank sampah tidak hanya berfungsi sebagai sarana pengurangan sampah tetapi juga dapat meningkatkan pendapatan masyarakat melalui sistem tabungan sampah (Asteria dan Heruman 2016).

Upaya pengurangan emisi dari sektor persampahan di Kecamatan Dukun juga memerlukan dukungan kelembagaan dan kolaborasi antar pemangku kepentingan. Pendekatan *collaborative governance* dapat diterapkan melalui kerja sama antara pemerintah daerah, pemerintah desa, masyarakat, sektor swasta, dan lembaga non-pemerintah dalam penyediaan sarana, pembiayaan, edukasi, serta pengawasan pengelolaan sampah. Pendekatan kolaboratif tersebut terbukti mampu meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah pada tingkat lokal karena memungkinkan pembagian peran dan sumber daya secara lebih optimal (Setiawandari dan Kriswibowo 2023). Dengan demikian, strategi pengelolaan sampah di Kecamatan Dukun perlu diarahkan pada pengurangan ketergantungan terhadap pembakaran terbuka melalui peningkatan pengolahan sampah organik, penguatan sistem daur ulang, penyediaan fasilitas pengelolaan sampah yang memadai, serta penguatan kolaborasi antar pemangku kepentingan untuk mewujudkan sistem pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pembakaran sampah komunal di Kecamatan yang difungsikan saat ini adalah 22 lokasi dengan pembakaran 2 kali dalam satu minggu pada musim apa pun. Saat ini timbulan sampah yang dibakar di lokasi pembakaran sampah komunal di Kecamatan Dukun masih lebih rendah dibanding dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan di kawasan perdesaan di daerah lain. Komposisi sampah yang dibakar di Kecamatan

Dukun didominasi oleh sisa makanan, kebun, dan plastik. Emisi CO₂ dan N₂O paling tinggi berasal dari sampah plastik, sedangkan emisi CH₄ tertinggi berasal dari sampah sisa makanan. Total emisi yang bersumber dari aktivitas pembakaran sampah komunal di Kecamatan Dukun mencapai 778,69 (95% CI: 666,17-891,21) ton eq CO₂/tahun. Berdasarkan temuan dalam penelitian ini, penulis memberikan saran untuk penelitian emisi CO₂ dari pembakaran sampah berikutnya dapat mempertimbangkan perhitungan emisi dari pembakaran sampah sisa makanan. Penambahan parameter polutan lokal seperti PM_{2,5} juga dapat dilakukan. Penelitian lanjutan untuk strategi penurunan emisi dan pengolahan sampah di Kecamatan Dukun, Kabupaten Gresik juga perlu dilakukan agar berikutnya dapat diterapkan sebagai kebijakan yang lebih berkelanjutan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni N dan Aulia BU. 2019. Penentuan Tingkat Kesenjangan Wilayah dan Faktor Penyebab Terjadinya Kesenjangan di Kabupaten Gresik. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* 7(2):1-10.
- Anggunia FOD, Rokhim A, Afandi. 2024. Upaya Hukum Masyarakat yang Terkena Dampak Pencemaran Udara Akibat Pembakaran Sampah Domestik (Studi Kasus Desa Sumbersuko Kecamatan Dampit Kabupaten Malang). *Dinamika* 30 (1):8943-8959.
- Anifah EM, Rini IDWS, Hidayat R, Ridho M. 2021. Estimasi Gas Rumah Kaca (GRK) Kegiatan Pengelolaan Sampah di Kelurahan Karang Joang, Balikpapan. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. 13(1): 17-33.
- Aninuddin MQA dan Rosariawari F. 2021. Potensi Pemanfaatan Sampah TPS di Kabupaten Gresik sebagai Bahan Bakar Refused Drived Fuel (Studi Kasus TPS Peganden). *Environmental Science and Engineering Conference (ESEC)* 2(1):67-74.
- Asteria D dan Heruman H. 2016. Bank Sampah sebagai Alternatif Strategi Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat di Tasikmalaya. *Jurnal Manusia dan Lingkungan* 23(1):136-141.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2018. *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2018: Pengelolaan Sampah di Indonesia*. Badan Pusat Statistik.

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2021. Statistik Potensi Desa Indonesia 2021. Badan Pusat Statistik.
- Damanhuri E dan Padmi T. 2010. Diktat Kuliah TL-3104: Pengolahan Sampah. Program Studi Teknik Lingkungan FTSL ITB.
- Das B, Bhawe PV, Sapkota A, Byanju RM. 2018. Estimating Emissions from Open Burning of Municipal Solid Waste in Municipalities of Nepal. *Waste Management* 79:481-490.
- [DLH] Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Gresik. 2022. Jumlah dan Kapasitas Tempat Pembuangan Sampah Menurut Kecamatan di Kabupaten Gresik Tahun 2022. Open Data Kabupaten Gresik. Tersedia pada: <https://data.go.id/dataset/dataset/jumlah-dan-kapasitas-tempat-pembuangan-sampah-di-kabupaten-gresik1>
- Faridawati D dan Sudarti. 2021. Pengetahuan Masyarakat Tentang Dampak Pembakaran Terhadap Lingkungan Kabupaten Jember. *Jurnal Sanitasi Indonesia* 1(2):50-55.
- Han Z, Liu D, Lei Y, Wu J, Li S. 2015. Characteristics and Management of Domestic Waste in the Rural Area of Southwest China. *Water Management dan Research* 33(1):39-47.
- Islam MR. 2018. Sample size and its role in Central Limit Theorem (CLT). *International Journal of Physics and Mathematics* 1(1):37-44.
- [IPCC] Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 5: Waste. Chapter 5: Incineration and Open Burning of Waste. IPCC.
- [IPCC] Intergovernmental Panel on Climate Change. 2019. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 5: Waste. Chapter 2: Waste Generation, Composition, and Management Data. IPCC.
- Janwar AM, Silvia R, Ibrahim A, Wiyanti T, Zulfikar ML, Sulaiman Z, Sumarno DI. 2023. Pengadaan Bak Sampah untuk Kebersihan Lingkungan di Desa Ridogalih Kecamatan Cikakak Kabupaten Sukabumi. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Abdi Nusa* 3(2):102-106.

- [JRC] Joint Research Centre. 2023. GHG Emissions of All World Countries 2023. Publications Office of the European Union. https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2023
- Kazliani. 2023. Pembakaran dan Pembuangan Sampah di Desa Mekar Jaya. IRAJAGADHITA: Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat 1(2):87-94.
- [KLH] Kementerian Lingkungan Hidup. 2012. Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca Nasional Buku II Volume 4. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Lating Z, Dolang MW, Lapodi AR, Umasugi MT. 2021. Pemberdayaan Masyarakat sebagai Upaya Pemanfaatan Insenerator dalam Mengelolah Sampah Anorganik. Aptekmas 4(3):55-59.
- Mashudi LA, Tamara D, Ramadwiriani S, Rizki ADP, Parluhutan JA, Prayoga A, Putri AR, Kusumawardani N. 2022. Riset Aktivitas Pembakaran Sampah Terbuka di Wilayah Jabodetabek. Waste4Change. <https://waste4change.com/research/open-burning-waste-in-jabodetabek>
- Octavia D, Fitrianiingsih Y, Jati DR. 2015. Analisis Beban Emisi CO dan CH₄ dari Kegiatan Pembakaran Sampah Rumah Tangga Secara Terbuka (Studi Kasus Kecamatan Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya). Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan 3(1):1-10.
- [Perda] Peraturan Daerah Kabupaten Gresik Nomor 9 Tahun 2010 tentang Pengelolaan Sampah.
- [Perka BPS] Peraturan Kepala Badan Pusat Statistik Nomor 120 Tahun 2020 tentang Klasifikasi Desa Perkotaan dan Perdesaan di Indonesia 2020 Buku 2: Jawa. Badan Pusat Statistik.
- Penn State Department of Statistics. 2024. Sampling Theory and Methods. Diperoleh dari: <https://online.stat.psu.edu/stat506/>
- Pratama RP dan Rachmanto TA. 2023. Kinerja Pengelolaan Sampah Perkotaan di Kota Kecamatan Gresik. Jurnal Indonesia Sosial Teknologi 4(01):102-120.
- Pulles T, Gillenwater M, and Radunsky K. 2022. CO₂ emissions from biomass combustion: Accounting of CO₂ emissions from biomass under the UNFCCC. Carbon Management 13(1):181-189.

- Ramadan BM, Rachman I, and Matsumoto T. 2022. Activity and Emission Inventory of Open Waste Burning at the Household Level in Developing Countries: A Case Study of Semarang City. *Journal of Material Cycles and Waste Management* 24:1194-1204.
- Sandika IKB, Ekayana AAG, Suryana IGPE. 2018. Edukasi Pengelolaan Sampah kepada Masyarakat di Desa Pecatu. *Widyabhakti Jurnal Ilmiah Populer* 1(1):61-68.
- Setiawandari NEP dan Kriswibowo A. 2023. Collaborative Governance dalam Pengelolaan Sampah. *Jurnal Kebijakan Publik* 14(2):149-155.
- SNI 19-3964-1995 tentang Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan.
- Tong LI, Chang CW, Jin SE, dan Saminathan R. 2012. Quantifying uncertainty of emission estimates in National Greenhouse Gas Inventories using bootstrap confidence intervals. *Atmospheric Environment* 56:80-87.
- Wahyudi J. 2019. Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari Pembakaran Terbuka Sampah Rumah Tangga Menggunakan Model IPCC. *Jurnal Litbang* 15(1):65-76.
- Wulandari S dan Rofi'ah. 2023. Analisis Penyelesaian Konflik Dampak Pembakaran Sampah Terhadap Kesehatan Lingkungan dan Masyarakat di Desa Cikaret RT 06 RW 08 Kecamatan Bogor Selatan. *Manifesto: Jurnal Gagasan Komunikasi, Politik, dan Budaya* 1(1):23-29.