



Timbunan Sampah Organik dan Potensi Emisi Metana di Nusa Tenggara Barat

Krisna Wijaya^{1*}, Taslim Sjah¹

¹ Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Pascasarjana, Universitas Mataram, Mataram 83125, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2036>

Article Info:

Received : 19 Mei 2026
Revised : 26 Mei 2026
Accepted : 05 Juni 2026
Published : 09 Juni 2026

Correspondence:

Krisna Wijaya

Phone:

Abstract: The increasing generation of household organic waste has become a serious challenge in supporting low-carbon development in regions experiencing rapid population growth, such as West Nusa Tenggara Province (NTB). The low level of waste management causes most organic waste to end up in Final Disposal Sites (TPA), where it undergoes anaerobic decomposition and produces methane gas (CH₄), one of the Greenhouse Gases (GHGs) with a global warming potential 28–34 times higher than carbon dioxide (CO₂). This study aims to identify the magnitude of household organic waste generation, estimate methane (CH₄) emissions produced, and analyze its implications for regional low-carbon development. The method used is descriptive analysis with secondary data sources, using households as the main unit of analysis for organic waste generation. Data were obtained from Statistics Indonesia (BPS), the National Waste Management Information System (SIPSN-KLHK), NTB Low Carbon Development Planning documents (PRKBI), and the IPCC 2006 guidelines using the First Order Decay (FOD) approach. The results show that with a population of 5.73 million in NTB in 2025, household organic waste generation reaches approximately 769,489 tons/year with an estimated methane emission of ±38,474 tons CH₄/year or equivalent to ±1,077,272–1,308,116 tons CO₂e/year. The waste management rate of only 13.48% increases emissions risk from the waste sector, indicating that household organic waste management must be positioned as a strategic instrument in emission mitigation and in supporting low-carbon development in West Nusa Tenggara Province.

Keywords: Organic Waste; Household; Methane Emissions; Low-Carbon Development; Waste Management; West Nusa Tenggara.

Citation: Wijaya, K., & Sjah, T. (2026). Timbunan Sampah Organik dan Potensi Emisi Metana di Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 7(3), 2299–2306. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2036>

Pendahuluan

Pembangunan rendah karbon (low carbon development) telah menjadi agenda strategis global dan nasional dalam merespons ancaman perubahan iklim yang semakin nyata. IPCC (2023) menegaskan bahwa tanpa intervensi mitigasi yang signifikan, target pembatasan pemanasan global sebesar 1,5°C akan sulit tercapai. Peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK) akibat aktivitas manusia telah memicu kenaikan suhu global, perubahan pola curah hujan, serta peningkatan frekuensi bencana hidrometeorologi yang mengancam ketahanan ekosistem dan kehidupan manusia (Masson-

Delmotte et al., 2021). Oleh karena itu, seluruh sektor pembangunan, termasuk sektor limbah domestik, dituntut untuk berkontribusi dalam upaya mitigasi emisi.

Dalam konteks nasional, sektor limbah memberikan kontribusi yang relatif kecil namun konsisten terhadap total emisi GRK Indonesia. Data BPS (2025) menunjukkan bahwa pada periode 2019–2023 kontribusi sektor pengadaan air, pengelolaan sampah, limbah, dan daur ulang berada pada kisaran 2,97–3,41% dari total emisi nasional, dengan tren peningkatan absolut dari 29.137 GgCO₂e (2019) menjadi 31.285

GgCO₂e (2023). Meskipun kontribusinya tidak sebesar sektor energi atau industri, sektor ini memiliki intensitas emisi tertinggi, mencapai 2.913 ton CO₂e per miliar rupiah pada tahun 2023. Selain itu, emisi sektor limbah didominasi oleh gas metana (CH₄) sebesar 77,41%, yang memiliki potensi pemanasan global jauh lebih tinggi dibandingkan CO₂. Kondisi ini menunjukkan bahwa sektor limbah memiliki signifikansi strategis dalam kebijakan mitigasi perubahan iklim, terutama karena potensi reduksinya yang relatif besar dan berbasis intervensi teknis yang tersedia.

Sektor persampahan merupakan salah satu sumber utama emisi dalam sektor limbah yang sering luput dari perhatian kebijakan. Secara global, sektor limbah menyumbang sekitar 5% dari total emisi GRK, dengan sampah organik yang tidak terkelola sebagai kontributor utama (Hoorweg & Bhada-Tata, 2012). Ketika sampah organik terdekomposisi secara anaerobik di tempat pembuangan akhir (TPA), gas metana (CH₄) dilepaskan ke atmosfer. Menurut IPCC (2006), sekitar 50–70% gas yang dihasilkan TPA adalah metana, dengan potensi pemanasan global 28–34 kali lebih besar dibandingkan CO₂ (IPCC, 2019).

Komitmen Indonesia dalam pengurangan emisi tercermin dalam Enhanced Nationally Determined Contribution (ENDC), yang menetapkan sektor limbah sebagai salah satu prioritas mitigasi dengan target penurunan emisi sebesar 32,5% dari skenario business as usual pada tahun 2030 (KLHK, 2022). Upaya ini diarahkan melalui peningkatan pengelolaan sampah organik, pengembangan infrastruktur pengomposan dan biogas, serta pengurangan timbulan sampah dari sumbernya. Komitmen tersebut kemudian diturunkan ke tingkat daerah melalui dokumen Pembangunan Rendah Karbon dan Berketahanan Iklim (PRKBI), termasuk di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB).

Provinsi NTB menghadapi tantangan pengelolaan sampah yang semakin kompleks seiring pertumbuhan penduduk. Data BPS (2025) menunjukkan jumlah penduduk NTB mencapai 5.731.107 jiwa dengan laju pertumbuhan sekitar 1,2% per tahun. Peningkatan jumlah penduduk ini berimplikasi langsung terhadap kenaikan timbulan sampah domestik, yang secara umum menunjukkan tren meningkat dalam beberapa tahun terakhir. Data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN-KLHK, 2025) mencatat bahwa sampah organik mendominasi komposisi sampah di NTB sebesar 52,55%, terutama berasal dari sisa makanan dan limbah dapur.

Namun demikian, kapasitas pengelolaan sampah di NTB masih sangat terbatas. Tingkat pengelolaan sampah baru mencapai sekitar 13,48%, sehingga lebih dari 86% sampah belum tertangani secara optimal dan berpotensi berakhir di TPA atau lingkungan terbuka. Kondisi ini sejalan dengan temuan Nanda & Berutti

(2021) yang menyatakan bahwa di banyak negara berkembang, sebagian besar sampah perkotaan masih dibuang tanpa pengelolaan memadai. Situasi tersebut menjadi tantangan serius dalam implementasi pembangunan rendah karbon sebagaimana ditargetkan dalam dokumen PRKBI Provinsi NTB (2024).

Berbagai penelitian sebelumnya di Indonesia umumnya berfokus pada aspek teknis pengelolaan sampah, kapasitas layanan, dan perilaku masyarakat (Damanhuri & Padmi, 2019; Wahyono et al., 2011). Namun, kajian yang secara kuantitatif mengaitkan timbulan sampah organik rumah tangga dengan estimasi emisi metana (CH₄) serta implikasinya terhadap pembangunan rendah karbon di tingkat daerah masih terbatas. Keterbatasan data empiris ini menyebabkan kebijakan berbasis mitigasi iklim di sektor persampahan belum sepenuhnya didukung oleh informasi kuantitatif yang akurat (Wiedinmyer et al., 2014).

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi besaran timbulan sampah organik rumah tangga di Provinsi NTB; (2) mengestimasi emisi gas metana (CH₄) menggunakan pendekatan First Order Decay (FOD) IPCC (2006); dan (3) menganalisis implikasinya terhadap pembangunan rendah karbon di daerah.

Secara ilmiah, penelitian ini menawarkan kontribusi berupa penyediaan data kuantitatif emisi dari sektor persampahan rumah tangga di tingkat regional yang masih terbatas, serta integrasi analisis tersebut ke dalam kerangka pembangunan rendah karbon daerah. Temuan ini diharapkan dapat menjadi dasar empiris dalam penyusunan kebijakan pengelolaan sampah yang lebih terukur dan terintegrasi ke dalam dokumen perencanaan pembangunan daerah seperti PRKBI, RPJMD, dan RAD-GRK.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data sekunder. Pendekatan ini dipilih karena seluruh data yang dibutuhkan tersedia dalam bentuk data agregat yang telah dipublikasikan oleh lembaga resmi pemerintah dan badan internasional, sehingga tidak memerlukan pengumpulan data primer di lapangan. Pendekatan berbasis data sekunder umum digunakan dalam penelitian estimasi emisi gas rumah kaca (GRK) karena mampu memanfaatkan data inventarisasi resmi secara efisien dan konsisten (Creswell & Creswell, 2018).

Dalam kerangka metodologis IPCC, penelitian ini menggunakan pendekatan Tier 2. Pemilihan metode Tier 2 didasarkan pada kebutuhan untuk menghasilkan estimasi emisi yang lebih spesifik secara regional dibandingkan Tier 1 yang menggunakan faktor default global. Tier 2 memungkinkan penggunaan parameter

yang disesuaikan dengan karakteristik lokal atau nasional (misalnya komposisi sampah dan kondisi pengelolaan), sehingga meningkatkan akurasi estimasi tanpa kompleksitas tinggi seperti Tier 3 yang memerlukan data time-series detail dan model dinamis. Dengan ketersediaan data SIPSN dan statistik daerah, pendekatan Tier 2 dinilai paling proporsional antara akurasi dan ketersediaan data.

Unit analisis dalam penelitian ini adalah rumah tangga di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) sebagai sumber utama timbulan sampah organik domestik. Pemilihan unit analisis ini didasarkan pada dominasi sampah rumah tangga dalam total timbulan sampah, dengan proporsi sampah organik mencapai 52,55% (SIPSN-KLHK, 2025).

Sumber data penelitian sepenuhnya menggunakan data sekunder dari lembaga resmi. Data jumlah penduduk Provinsi NTB tahun 2025 diperoleh dari BPS Provinsi NTB (2025). Data timbulan, komposisi, dan pengelolaan sampah diperoleh dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN-KLHK, 2025). Pedoman estimasi emisi mengacu pada IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 2006 Volume 5 – Waste. Dokumen PRKBI Provinsi NTB (2024) digunakan untuk analisis kebijakan, sedangkan SNI 19-3964-1994 digunakan untuk perhitungan timbulan sampah per kapita.

Penelitian ini mengoperasionalkan tiga variabel utama. Pertama, timbulan sampah organik rumah tangga (ton/tahun), dihitung menggunakan formula:

$$Q = P \times q$$

dengan P adalah jumlah penduduk dan q adalah timbulan sampah per kapita sebesar 0,7 kg/orang/hari (SNI 19-3964-1994). Nilai Q kemudian dikalikan dengan proporsi sampah organik untuk memperoleh total timbulan sampah organik tahunan.

Kedua, emisi metana (CH_4 dan CO_2e /tahun) dihitung menggunakan pendekatan First Order Decay (FOD) IPCC 2006:

$$CH_4 = MSW \times DOC \times DOC_f \times F \times (16/12) \times (1-OX)$$

Parameter yang digunakan dalam perhitungan mengacu pada nilai default IPCC 2006 (pendekatan Tier 2 dengan penyesuaian regional terbatas), yaitu DOC (Degradable Organic Carbon) yang ditentukan berdasarkan komposisi sampah organik dengan merujuk pada tabel default IPCC untuk limbah domestik campuran, DOC_f (fraction of DOC dissimilated) sebesar 0,5, F (fraksi metana dalam gas TPA) sebesar 0,5, serta OX (faktor oksidasi) yang diasumsikan sebesar 0 untuk TPA terbuka atau tidak

terkelola dan 0,1 untuk TPA terkelola, dengan penyesuaian berdasarkan kondisi pengelolaan sampah di Provinsi NTB sebagaimana tercermin dalam data SIPSN.

Nilai emisi CH_4 kemudian dikonversi ke CO_2e menggunakan Global Warming Potential (GWP) sebesar 28–34 (IPCC, 2019). Pendekatan FOD ini merupakan metode standar internasional dan telah digunakan secara luas dalam studi emisi TPA (Bogner et al., 2008; Rajaeifar et al., 2017).

Ketiga, implikasi terhadap pembangunan rendah karbon dianalisis secara kualitatif dengan membandingkan hasil estimasi emisi dengan target dan arah kebijakan dalam dokumen PRKBI Provinsi NTB, khususnya pada sektor limbah.

Pengumpulan data dilakukan melalui studi dokumentasi dan penelusuran basis data resmi. Seluruh data diverifikasi silang antar sumber untuk memastikan konsistensi dan reliabilitas, mengikuti prinsip validasi data sekunder (Yin, 2018).

Hasil dan Diskusi

Provinsi NTB merupakan salah satu provinsi yang sedang mengalami pertumbuhan penduduk dan ekonomi yang pesat, sehingga terjadi peningkatan volume timbulan sampah domestik, termasuk fraksi organiknya. Dalam konteks global, sektor persampahan diakui sebagai salah satu kontributor emisi GRK yang signifikan, terutama melalui produksi gas metana dari dekomposisi anaerobik bahan organik di TPA. IPCC (2006) memperkirakan bahwa sekitar 50–70% gas yang dihasilkan dari TPA adalah metana, dengan potensi pemanasan global jauh melebihi CO_2 . Bogner et al. (2008) dalam *Mitigation from Waste* melaporkan bahwa sektor persampahan bertanggung jawab atas sekitar 1,5 Gt CO_2e per tahun secara global, dengan TPA sebagai sumber emisi dominan.

Di tingkat nasional, Indonesia telah berkomitmen melalui *Enhanced Nationally Determined Contribution* (ENDC) untuk mengurangi emisi GRK sebesar 31,89% secara mandiri dan 43,20% dengan dukungan internasional pada tahun 2030 (KLHK, 2022). Sektor limbah menjadi salah satu prioritas mitigasi yang diidentifikasi dalam dokumen tersebut. Kontribusi Indonesia terhadap emisi GRK global diperkuat oleh fakta bahwa Indonesia adalah penghasil sampah terbesar ketiga di Asia Tenggara (World Bank, 2018), dengan volume timbulan sampah kota yang terus meningkat seiring urbanisasi.

Di tingkat daerah, Provinsi NTB telah menyusun dokumen PRKBI yang mengintegrasikan pembangunan rendah karbon ke dalam agenda pembangunan daerah, termasuk melalui pengelolaan sektor persampahan yang lebih berkelanjutan (PRKBI NTB, 2024). Namun demikian, kebijakan ini membutuhkan dukungan data

empiris yang memadai untuk dioperasionalkan secara efektif. Dalam konteks tersebut, penelitian ini memperoleh relevansinya dengan menyediakan estimasi kuantitatif timbulan sampah organik dan emisi metana berbasis metodologi IPCC yang terstandar, sehingga berkontribusi dalam mengatasi kesenjangan data yang selama ini menjadi hambatan implementasi kebijakan pembangunan rendah karbon berbasis bukti di NTB.

Pendekatan serupa telah diterapkan di berbagai negara berkembang, seperti India (Kumar & Sharma, 2014) dan Vietnam (Dong et al., 2006), di mana estimasi emisi berbasis model First Order Decay (FOD) IPCC digunakan sebagai dasar reformasi kebijakan persampahan nasional. Namun demikian, hasil estimasi pada tingkat provinsi perlu ditafsirkan secara hati-hati karena berpotensi mengaburkan variasi spasial antarwilayah. Studi Santos et al. (2022) menunjukkan bahwa wilayah perkotaan di Indonesia dapat menghasilkan timbulan sampah per kapita 30–40% lebih tinggi dibandingkan wilayah perdesaan, dengan perbedaan komposisi organik yang signifikan. Dengan demikian, estimasi agregat NTB lebih tepat diposisikan sebagai gambaran umum tingkat provinsi, bukan representasi rinci kondisi lokal, sehingga diperlukan analisis lanjutan berbasis wilayah untuk meningkatkan akurasi perumusan kebijakan.

Dari sisi metodologi, pendekatan First Order Decay (FOD) yang digunakan dalam penelitian merupakan metode yang direkomendasikan oleh IPCC untuk Tier 2, namun memiliki keterbatasan dalam hal asumsi parameter yang digunakan secara default. Parameter DOC (*Degradable Organic Carbon*) yang digunakan mengikuti nilai default IPCC untuk wilayah tropis, sementara penelitian lokal oleh Wahyono et al. (2022) menunjukkan bahwa komposisi organik sampah Indonesia yang kaya akan sisa makanan basah dengan kadar air tinggi dapat menghasilkan nilai DOC yang berbeda secara signifikan dari default IPCC. Menunjukkan bahwa estimasi yang dihasilkan dalam penelitian ini perlu dikalibrasi dengan data komposisi sampah yang lebih spesifik dari NTB melalui penelitian lapangan di masa mendatang. Meskipun demikian, untuk tujuan perencanaan kebijakan awal, estimasi berbasis parameter default IPCC tetap merupakan pendekatan yang valid dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah (IPCC, 2006).

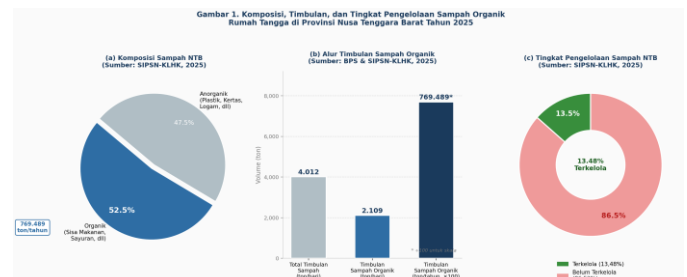
Berdasarkan data BPS (2025), jumlah penduduk NTB pada tahun 2025 sebesar 5.731.107 jiwa. Dengan menggunakan standar timbulan sampah per kapita sebesar 0,7 kg/orang/hari sesuai SNI 19-3964-1994, total timbulan sampah rumah tangga diperoleh sebesar 4.011.775 kg/hari atau setara ±4.012 ton/hari. Berdasarkan data SIPSN-KLHK (2025), proporsi sampah organik dari total timbulan sampah di NTB adalah

52,55%, sehingga estimasi timbulan sampah organik rumah tangga mencapai ±2.109 ton/hari atau ±769.489 ton/tahun.

Tabel 1. Estimasi Timbulan Sampah Organik RT di NTB 2025

Komponen	Nilai
Jumlah penduduk NTB (2025)	5.731.107 jiwa
Timbulan sampah per kapita	0,7 kg/orang/hari
Total timbulan sampah	±4.012 ton/hari
Proporsi sampah organik (SIPSN)	52,55 %
Timbulan sampah organik harian	±2.109 ton/hari
Timbulan sampah organik tahunan	±769.489 ton/tahun

Diolah dari BPS (2025) dan SIPSN-KLHK (2025)



Sumber: Hasil Analisis, 2025 (IPCC 2006 & IPCC 2019)

Angka 769.489 ton/tahun menunjukkan bahwa volume sampah organik rumah tangga di NTB memiliki potensi kontribusi emisi GRK yang substansial, terutama apabila sebagian besar masih berakhir di TPA atau lingkungan terbuka tanpa pengolahan memadai. Dengan tingkat pengelolaan sampah yang hanya 13,48%, mengindikasikan bahwa sebagian besar sampah organik sekitar 86,52% dari total timbulan berpotensi mengalami proses dekomposisi anaerobik di TPA atau lingkungan terbuka. Situasi yang harus diatasi dalam strategi pembangunan rendah karbon NTB. Sebagai pembandingan, Wahyono et al. (2011) dalam kajian pengelolaan sampah organik di Jakarta menemukan bahwa tanpa intervensi pemilahan di sumber, lebih dari 70% sampah organik berakhir di TPA dan menjadi sumber emisi metana yang signifikan.

Hoornweg & Bhada-Tata (2012) menegaskan bahwa daerah dengan kepadatan penduduk menengah-tinggi namun kapasitas pengelolaan sampah yang rendah merupakan titik rawan akumulasi emisi GRK. NTB termasuk dalam kategori tersebut, sehingga intervensi pada sektor persampahan rumah tangga menjadi sangat mendesak. Perbandingan dengan provinsi-provinsi lain di Indonesia menunjukkan bahwa NTB berada di posisi yang rentan dari sisi emisi persampahan, mengingat laju pertumbuhan penduduk

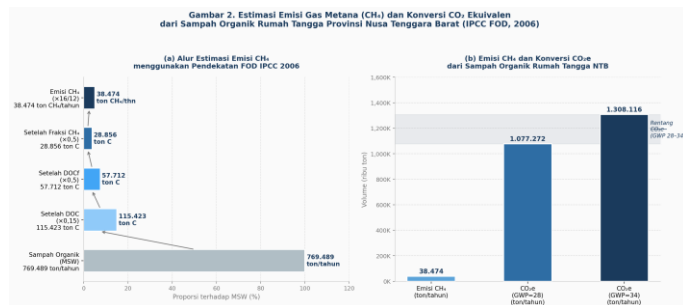
yang masih tinggi dan infrastruktur pengelolaan sampah yang belum merata (KLHK, 2025).

Estimasi emisi metana dengan pendekatan FOD IPCC 2006 menghasilkan CH₄ 38.474 ton CH₄/tahun, maka dengan nilai GWP metana sebesar 28–34 (IPCC, 2019), nilai ini setara dengan 1.077.272 hingga 1.308.116 ton CO₂e per tahun.

Tabel 2. Estimasi Emisi Metana dari Sampah Organik RT di NTB

Komponen	Nilai
Timbunan sampah organik (MSW)	±769.489 ton/tahun
Degradable Organic Carbon	0,15
Fraksi DOC terurai (DOC _t)	0,50
Fraksi metana dalam gas TPA (F)	0,50
Faktor oksidasi (OX)	0 (tanpa oksidasi)
Estimasi emisi metana	±38.474 ton CH ₄ /tahun
GWP metana (IPCC, 2019)	28–34
Emisi setara karbon	±1.077.272–1.308.116 ton CO ₂ e/tahun

Sumber: Hasil analisis, 2026



Gambar 2. Estimasi Emisi Gas Metana (CH₄) dan Konversi CO₂ Ekuivalen dari Sampah Organik Rumah Tangga Provinsi NTB (Sumber: Hasil analisis dengan pendekatan FOD IPCC, 2006)

Besaran emisi menunjukkan kontribusi yang sangat signifikan dari sektor persampahan rumah tangga terhadap total emisi GRK Provinsi NTB. Perlu dicatat bahwa angka ini merupakan potensi emisi maksimal apabila seluruh sampah organik yang tidak terkelola mengalami dekomposisi anaerobik penuh. Pada kenyataannya, sebagian sampah mungkin terurai secara aerobik atau terdegradasi dalam kondisi semi-anaerobik, sehingga estimasi aktual dapat berada di bawah angka ini. Meskipun demikian, hasil estimasi ini memberikan gambaran penting mengenai urgensi pengelolaan sampah organik dalam agenda mitigasi iklim daerah.

Nilai DOC sebesar 0,15 yang digunakan dalam penelitian ini merupakan nilai default IPCC untuk

sampah organik campuran di negara berkembang tropis. Themelis & Ulloa (2007) menunjukkan bahwa nilai DOC yang lebih presisi dapat diperoleh melalui karakterisasi sampah lokal, yang berpotensi menghasilkan estimasi emisi yang lebih akurat. Kajian serupa di Asia Tenggara oleh Dong et al. (2006) menggunakan parameter DOC dalam rentang 0,12–0,18 untuk sampah rumah tangga dengan komposisi organik dominan, sehingga nilai yang digunakan dalam penelitian ini masih berada dalam kisaran yang diterima secara ilmiah. Pendekatan FOD IPCC menghasilkan estimasi emisi yang konservatif namun valid untuk tujuan perencanaan kebijakan di negara berkembang, di mana data karakterisasi sampah yang terperinci masih terbatas (IPCC, 2023)

Temuan ini selaras dengan arah kebijakan nasional yang menempatkan sampah sebagai salah satu area prioritas dalam pencapaian target ENDC (KLHK, 2022). Estimasi emisi yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat menjadi referensi awal dalam penyusunan inventarisasi GRK di tingkat provinsi.

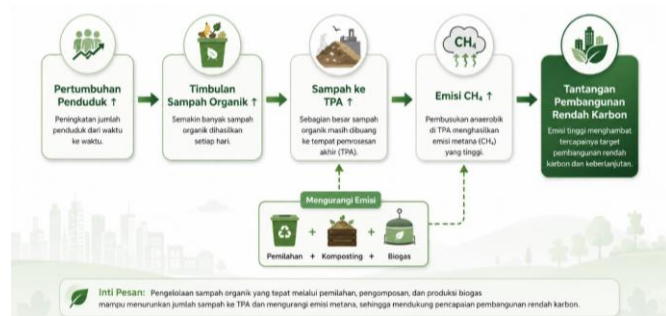
Implikasi

Hasil identifikasi timbunan dan estimasi emisi memiliki implikasi strategis yang luas terhadap pembangunan rendah karbon di Provinsi NTB. Pertama, dari perspektif mitigasi, besarnya potensi emisi metana dari sampah organik rumah tangga menunjukkan sektor ini harus mendapatkan porsi intervensi besar dalam strategi pengurangan emisi daerah. Dokumen PRKBI NTB perlu memasukkan data estimasi emisi dari kontribusi sampah organik rumah tangga. Rajaeifar et al. (2017) dalam studinya di Iran menunjukkan bahwa integrasi data emisi persampahan ke dalam rencana pembangunan rendah karbon berhasil meningkatkan efektivitas target mitigasi sektor sampah sebesar 23% dalam lima tahun.

Kedua, dari perspektif kebijakan, rendahnya tingkat pengelolaan sampah (13,48%) menunjukkan kesenjangan kapasitas yang harus diatasi. Peningkatan kapasitas pengelolaan sampah organik melalui infrastruktur dan perubahan perilaku masyarakat merupakan langkah mitigasi yang paling efektif dan efisien. Nanda & Berruti (2021) menyatakan pengalihan 30% sampah organik dari TPA ke sistem pengomposan dan biogas dapat mengurangi emisi GRK hingga 40%, dengan pengomposan, biodigester, serta bank sampah organik adalah intervensi yang dapat diterapkan dengan cepat di Provinsi NTB (World Bank, 2018).

Ketiga, dari perspektif pembangunan berkelanjutan, pengelolaan sampah organik dapat berkontribusi pada mitigasi iklim, juga menghasilkan manfaat co-benefit berupa produk kompos pertanian, biogas sebagai energi alternatif, dan pengurangan biaya pengelolaan TPA. Corti & Lombardi (2004)

mengidentifikasi pendekatan ekonomi sirkular dalam pengelolaan sampah organik dapat mengurangi biaya operasional TPA sebesar 15–25% sekaligus menghasilkan pendapatan dari produk daur ulang. Dengan demikian, investasi dalam pengelolaan sampah organik rumah tangga memiliki nilai strategis: sebagai instrumen mitigasi iklim dan sebagai penggerak ekonomi sirkular di tingkat daerah, sejalan dengan konsep Damanhuri & Padmi (2019) mengenai pengelolaan sampah terpadu berbasis masyarakat di Indonesia.



Gambar 3. Kerangka Konseptual Pengelolaan Sampah Organik dan Reduksi Emisi Metana (CH₄) dalam Mendukung Pembangunan Rendah Karbon

Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada tiga aspek. Pertama, penelitian ini merupakan kajian pertama yang secara spesifik dan kuantitatif mengestimasi emisi metana dari sampah organik rumah tangga di Provinsi NTB menggunakan metodologi FOD IPCC 2006 berbasis data resmi yang terstandar. Kedua, penelitian ini mengintegrasikan perspektif emisi GRK ke dalam analisis pengelolaan sampah daerah yang selama ini lebih banyak dikaji dari aspek teknis dan sosial semata (Wahyono et al., 2011; Damanhuri & Padmi, 2019). Ketiga, penelitian ini menghubungkan hasil estimasi emisi dengan dokumen PRKBI Provinsi NTB, menghasilkan implikasi kebijakan yang langsung dapat digunakan sebagai dasar perencanaan oleh pemerintah daerah, sebuah pendekatan yang direkomendasikan oleh Wiedinmyer et al. (2014) sebagai jembatan antara sains iklim dan kebijakan pembangunan daerah di negara berkembang.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang penting untuk diakui. Pertama, penggunaan data sekunder agregat tingkat provinsi mengakibatkan hasil estimasi tidak mampu menangkap variasi spasial antar kabupaten/kota di NTB, yang dapat berbeda dalam hal komposisi sampah, tingkat pengelolaan, dan karakteristik TPA-nya. Kedua, parameter FOD yang digunakan merupakan nilai default IPCC yang belum tentu sepenuhnya mencerminkan kondisi lokal NTB, seperti iklim tropis basah yang dapat mempercepat laju degradasi organik (Themelis & Ulloa, 2007). Ketiga,

penelitian ini belum memperhitungkan kontribusi emisi dari pembakaran sampah terbuka (*open burning*) yang juga umum terjadi di NTB dan berpotensi menghasilkan emisi GRK yang signifikan (Wiedinmyer et al., 2014).

Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan tiga temuan utama yang menjawab tujuan penelitian.

Pertama, berdasarkan jumlah penduduk NTB tahun 2025 sebesar 5.731.107 jiwa dan standar timbulan sampah per kapita 0,7 kg/orang/hari (BSN, 1994), timbulan sampah organik rumah tangga di Provinsi NTB diperkirakan mencapai ±2.109 ton/hari atau ±769.489 ton/tahun. Besaran ini menunjukkan bahwa sektor rumah tangga merupakan sumber sampah organik terbesar yang harus menjadi prioritas utama dalam kebijakan pengelolaan sampah daerah.

Kedua, menggunakan pendekatan FOD IPCC (2006), timbulan sampah organik tersebut berpotensi menghasilkan emisi metana sebesar ±38.474 ton CH₄/tahun, setara dengan ±1.077.272–1.308.116 ton CO₂e/tahun. Tingkat pengelolaan sampah yang hanya 13,48% memperbesar potensi emisi ini, karena sebagian besar sampah organik masih berakhir di TPA dan mengalami dekomposisi anaerobik tanpa pengelolaan yang memadai (IPCC, 2019; Bogner et al., 2008).

Ketiga, timbulan sampah organik rumah tangga memiliki implikasi strategis terhadap pembangunan rendah karbon NTB, karena berkontribusi signifikan terhadap emisi dan memengaruhi pencapaian target mitigasi perubahan iklim daerah. Pengelolaan sampah organik rumah tangga harus diposisikan bukan sekadar persoalan kebersihan, melainkan sebagai instrumen strategis mitigasi iklim yang terintegrasi dalam dokumen Pembangunan Rendah Karbon dan Berketahanan Iklim (PRKBI) Provinsi NTB, dokumen Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Provinsi NTB, dan dokumen Rencana Aksi Daerah Gas Rumah Kaca (RAD-GRK) Provinsi NTB.

Berdasarkan hasil penelitian, pemerintah daerah Provinsi NTB perlu menjadikan data timbulan sampah organik dan estimasi emisi metana ini sebagai dasar empiris dalam penyusunan dan pembaruan kebijakan sektor sampah. Integrasi data emisi persampahan rumah tangga ke dalam dokumen PRKBI, RPJMD, dan RAD-GRK daerah menjadi langkah prioritas yang harus segera dilakukan, mengingat kontribusi nyata sektor ini terhadap emisi GRK daerah.

Pada level implementasi, pemerintah kabupaten/kota perlu memperkuat sistem pemilahan sampah di sumber dengan mendorong pengelolaan sampah organik berbasis rumah tangga dan komunitas, seperti pengomposan skala rumah tangga, bank sampah organik, dan pengembangan biodigester untuk menghasilkan biogas. strategi pengelolaan sampah

organik dari rumah tangga terbukti efektif dalam mengurangi beban TPA sekaligus menekan emisi GRK. Penguatan edukasi masyarakat mengenai pengurangan sampah makanan (*food waste reduction*) dan praktik pengelolaan sampah organik yang berkelanjutan juga perlu menjadi bagian dari strategi perubahan perilaku menuju gaya hidup rendah karbon.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk:

(1) melakukan estimasi emisi pada tingkat kabupaten/kota dengan data yang lebih detail; (2) mengkalibrasi parameter FOD menggunakan data lapangan lokal untuk meningkatkan akurasi estimasi, sebagaimana dilakukan oleh Kumar & Sharma (2014) di konteks India; (3) mengintegrasikan komponen emisi dari pembakaran sampah terbuka dan pembuangan di perairan; (4) mengembangkan pemodelan *System Dynamics* untuk mensimulasikan berbagai skenario intervensi pengelolaan sampah terhadap penurunan emisi GRK jangka panjang; serta (5) melakukan analisis perbandingan lintas provinsi untuk mengidentifikasi *best practices* pengelolaan sampah organik yang dapat diadopsi di NTB.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi NTB, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan melalui portal SIPSAN, serta Pemerintah Provinsi NTB yang telah menyediakan data dan dokumen kebijakan yang menjadi basis penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada para reviewer yang telah memberikan masukan konstruktif dalam penyempurnaan artikel ini.

Referensi

- Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Barat. (2025). Provinsi Nusa Tenggara Barat dalam angka 2025. BPS Provinsi Nusa Tenggara Barat.
- Badan Standardisasi Nasional. (1994). SNI 19-3964-1994: Metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan. Badan Standardisasi Nasional.
- Bogner, J., Pipatti, R., Hashimoto, S., Diaz, C., Mareckova, K., Diaz, L., Kjeldsen, P., Monni, S., Faaij, A., Gao, Q., Zhang, T., Ahmed, M. A., Sutamihardja, R. T. M., & Gregory, R. (2008). Mitigation of global greenhouse gas emissions from waste: Conclusions and strategies from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Fourth Assessment Report. *Waste Management & Research*, 26(1), 11–32. <https://doi.org/10.1177/0734242X07088433>
- Corti, A., & Lombardi, L. (2004). Solid waste management: Assessment of an alternative for a small Italian community by life cycle analysis. *Energy*, 29(12–15), 2297–2313. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2004.03.049>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Damanhuri, E., & Padmi, T. (2019). *Pengelolaan sampah terpadu* (3rd ed.). Penerbit ITB.
- Dong, J., Chi, Y., Tang, Y., Ni, M., Nzihou, A., Weiss-Hortala, E., & Huang, Q. (2015). Partitioning of heavy metals in municipal solid waste pyrolysis, gasification, and incineration. *Energy & Fuels*, 29(11), 7516–7525. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.5b01918>
- Hoornweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). *What a waste: A global review of solid waste management* (Urban Development Series Knowledge Papers No. 15). World Bank.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Volume 5 – Waste*. Institute for Global Environmental Strategies (IGES).
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2019). *2019 refinement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories*. IPCC.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). *Climate change 2023: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (H. Lee & J. Romero, Eds.). IPCC.
- Kaza, S., Yao, L. C., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington, DC: World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2022). *Enhanced nationally determined contribution Republic of Indonesia*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2025). *Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSAN): Data timbulan, komposisi, dan pengelolaan sampah Provinsi Nusa Tenggara Barat*. Direktorat Jenderal Pengelolaan Sampah, Limbah, dan B3.

- Kumar, S., & Sharma, P. (2014). Climate change and municipal solid waste management in India: Challenges and opportunities. *Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste*, 18(3), 04014011. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HZ.2153-5515.0000207](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HZ.2153-5515.0000207)
- Laurent, A., Bakas, I., Clavreul, J., Bernstad, A., Niero, M., Gentil, E., Hauschild, M. Z., & Christensen, T. H. (2019). Review of LCA studies of solid waste management systems. *Waste Management*, 34(3), 573–588.
- Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M. I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J. B. R., Maycock, T. K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R., & Zhou, B. (Eds.). (2021). *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
- Nanda, S., & Berruti, F. (2021). Municipal solid waste management and landfilling technologies: A review. *Environmental Chemistry Letters*, 19(2), 1433–1456. <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01100-y>
- Pemerintah Provinsi Nusa Tenggara Barat. (2024). *Dokumen pembangunan rendah karbon dan ketahanan iklim (PRKBI) Provinsi Nusa Tenggara Barat*. Pemerintah Provinsi Nusa Tenggara Barat.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 97 Tahun 2017 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga. (2017). Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Rajaeifar, M. A., Ghanavati, H., Dashti, B. B., Heijungs, R., Aghbashlo, M., & Tabatabaei, M. (2017). Electricity generation and GHG emission reduction potentials through different municipal solid waste management technologies: A comparative review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 79, 414–439. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.073>
- Santoso, B., Warsono, I. U., Seseray, D. Y., & Purwaningsih, P. (2020). Pemanfaatan Kotoran Sapi Sebagai Sumber Energi Biogas di Kabupaten Teluk Bintuni Provinsi Papua Barat. *Jurnal pengabdian kepada masyarakat*, 26(3), 119–123. <https://doi.org/10.24114/jpkm.v26i3.17633>
- Themelis, N. J., & Ulloa, P. A. (2007). Methane generation in landfills. *Renewable Energy*, 32(7), 1243–1257. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2006.04.020>
- Wahyono, S., Sahwan, F. L., & Suryanto, F. (2011). *Membuat pupuk organik granul dari aneka limbah*. Agromedia Pustaka.
- Wiedinmyer, C., Yokelson, R. J., & Gullett, B. K. (2014). Global emissions of trace gases, particulate matter, and hazardous air pollutants from open burning of domestic waste. *Environmental Science & Technology*, 48(16), 9523–9530. <https://doi.org/10.1021/es502250z>
- World Bank. (2018). *What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050*. World Bank Group. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods (6th ed.)*. SAGE Publications.