

Analisis Konsentrasi Karbondioksida (CO₂) di Tempat Pemrosesan Akhir Sampah (TPA) Talang Gilo Kota Jambi

Putri Hana Fauzyah*, Guntar Marolop Saragih, Hadrah

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari

*Correspondence: Putrihana367@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsentrasi CO₂ di TPA Talang Gulo serta mengkaji hubungan antara konsentrasi CO₂ dengan faktor lingkungan yang meliputi temperatur udara, kelembaban udara, kecepatan angin, dan curah hujan. Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan pengukuran lapangan selama tujuh hari berturut-turut pada tiga periode waktu setiap hari, yaitu pagi, siang, dan sore. Pengukuran konsentrasi CO₂, temperatur udara, dan kelembaban udara dilakukan menggunakan CO₂ meter digital yang dilengkapi sensor suhu dan kelembaban, sedangkan kecepatan angin diukur menggunakan anemometer. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan uji korelasi Pearson untuk mengetahui arah serta tingkat hubungan antarvariabel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi CO₂ berada pada kisaran 470–796 ppm, dengan kecenderungan nilai lebih tinggi pada pagi hari dan menurun pada siang hingga sore hari. Analisis korelasi menunjukkan bahwa temperatur udara memiliki hubungan negatif yang kuat terhadap konsentrasi CO₂, kecepatan angin memiliki hubungan negatif yang lemah, kelembaban udara memiliki hubungan positif yang kuat, sedangkan curah hujan menunjukkan hubungan yang sangat lemah. Penelitian ini memberikan gambaran kuantitatif mengenai dinamika konsentrasi CO₂ di zona aktif landfill dan dapat menjadi dasar dalam upaya pengendalian emisi gas rumah kaca dari sektor pengelolaan sampah di Kota Jambi.

Kata kunci: faktor meteorologi; karbon dioksida (CO₂); korelasi Pearson; sanitary landfill; TPA Talang Gulo.

ABSTRACT

This study aims to analyze CO₂ concentration levels at TPA Talang Gulo and examine the relationship between CO₂ concentration and environmental factors, including air temperature, humidity, wind speed, and rainfall. The research employed a quantitative descriptive method with field measurements conducted over seven consecutive days at three observation periods each day (morning, afternoon, and evening). CO₂ concentration, air temperature, and humidity were measured using a digital CO₂ meter equipped with temperature and humidity sensors, while wind speed was measured using an anemometer. The collected data were analyzed using descriptive statistics and Pearson correlation analysis to determine the direction and strength of the relationships between variables. The results showed that CO₂ concentrations ranged from 470 to 796 ppm, with higher concentrations generally observed in the morning and lower concentrations in the afternoon and evening. Correlation analysis indicated a strong negative relationship between air temperature and CO₂ concentration, a weak negative relationship between wind speed and CO₂ concentration, and a strong positive relationship between humidity and CO₂ concentration, while rainfall showed a very weak relationship. This study provides quantitative insight into the dynamics of CO₂ concentration in the active landfill zone and serves as a basis for efforts to control greenhouse gas emissions from the municipal solid waste sector in Jambi City.

Keywords: meteorological factors; carbon dioxide (CO₂); Pearson correlation; sanitary landfill; Talang Gulo Landfill.

PENDAHULUAN

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) merupakan salah satu sumber emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari proses degradasi biologis sampah organik. Gas landfill umumnya terdiri atas metana (CH₄) dan karbon dioksida (CO₂) yang terbentuk melalui proses aerob maupun anaerob (EPA, 2024). Meskipun metana memiliki potensi pemanasan global yang lebih tinggi, CO₂ menjadi komponen dominan dengan proporsi sekitar 40–50% dari total gas landfill dan berkontribusi terhadap peningkatan konsentrasi karbon di atmosfer (Rahmadani et al, 2024) Oleh karena itu, pemantauan konsentrasi CO₂ di area landfill penting dilakukan sebagai bagian dari upaya pengendalian emisi gas rumah kaca serta perlindungan kualitas udara ambien.

Tempat Pemrosesan Akhir Talang Gulo merupakan fasilitas utama pengelolaan sampah di Kota Jambi dengan luas ±31,3 ha, di mana sekitar 21,3 ha dioperasikan menggunakan sistem sanitary landfill. Sistem ini dirancang untuk mengendalikan pencemaran melalui pengelolaan lindi dan penutupan tanah secara terkontrol (Sinaga et al, 2023). Namun demikian, peningkatan timbunan sampah akibat pertumbuhan penduduk dan aktivitas ekonomi berpotensi meningkatkan intensitas dekomposisi bahan organik serta pembentukan gas CO₂ di zona aktif landfill.

Menurut Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2006) faktor meteorologi seperti temperatur, kelembaban, dan kecepatan angin berperan dalam proses pembentukan serta dispersi gas di atmosfer. Penelitian Agustina et al (2019) juga

menunjukkan bahwa parameter meteorologi memiliki pengaruh signifikan terhadap konsentrasi CO₂ di udara. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsentrasi CO₂ di zona aktif TPA Talang Gulo serta mengkaji hubungannya dengan parameter lingkungan menggunakan analisis korelasi Pearson. Hasil penelitian diharapkan dapat mendukung strategi mitigasi emisi gas rumah kaca dari sektor pengelolaan sampah secara lebih berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif, yaitu penelitian yang menggambarkan fenomena berdasarkan data numerik hasil pengukuran lapangan dan dianalisis menggunakan statistik deskriptif

$$\text{Mean } (\bar{x}) = \frac{\sum xi}{n}; \text{ Standar deviasi } ((\sigma) = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n}}; \text{ Kuartil } (Qi) = \frac{i(n+1)}{4}, i = 1,2,3$$

Dengan: n = jumlah data; xi = data ke-i; $\bar{x}$ = rata – rata data

Hasil disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk menggambarkan fluktuasi konsentrasi CO₂ serta kondisi meteorologi selama penelitian. Pendekatan ini digunakan untuk memberikan gambaran kondisi aktual kualitas udara di zona aktif landfill. Untuk melihat hubungan antara konsentrasi gas CO₂ dan parameter meteorologi dibuatlah korelasi sebagai berikut :

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$

dengan: r = koefisien korelasi antara konsentrasi CO₂ dan parameter meteorologi; X = konsentrasi CO₂ pada

serta uji korelasi pearson. Penelitian dilakukan di zona aktif sanitary landfill Tempat Pemrosesan Akhir Talang Gulo, Kota Jambi. Pengambilan sampel dilakukan selama 7 hari pada bulan September 2025, dengan tiga periode waktu pengukuran setiap hari (pagi, siang, dan sore). Penentuan lokasi pengambilan sampel mengacu pada SNI 19-7119.6-2005 tentang penentuan lokasi pemantauan kualitas udara ambien.

Data yang dianalisis meliputi konsentrasi CO₂ (ppm), temperatur udara (°C), kelembaban udara (%RH), dan kecepatan angin (m/s). Analisis dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung nilai mean, standar deviasi, kuartil 1 (Q1), median (kuartil 2) dan kuartil 3 (Q3) pada setiap periode pengamatan (pagi, siang, dan sore) dengan rumus berikut :

hari ke-i; Y = Parameter meteorologi (suhu udara, curah hujan, kelembaban udara dan kecepatan angin)

HASIL

Hasil pengukuran konsentrasi karbon dioksida (CO₂) yang dilakukan selama tujuh hari menunjukkan bahwa nilai CO₂ di zona aktif sanitary landfill berada pada kisaran 470–796 ppm. Konsentrasi tertinggi tercatat pada pagi hari sebesar 796 ppm, sedangkan konsentrasi terendah sebesar 470 ppm terjadi pada sore hari.

Tabel 1
Hasil Pengukuran Konsentrasi CO₂

Hari	Pagi	Siang	Sore
Senin	614	561	470
Selasa	752	633	519
Rabu	621	558	681
Kamis	629	539	541
Jumat	796	572	604
Sabtu	776	643	613
Minggu	638	567	592
Rata-rata	689.4286	581.8571	574.2857

Sumber: data olahan

Rata-rata konsentrasi CO₂ berdasarkan waktu menunjukkan pola yang konsisten yaitu: Pagi hari: 689,43 ppm, Siang hari: 581,86 ppm, Sore hari: 574,29 ppm Nilai tersebut masih berada dalam rentang udara ambien tercemar ringan (350–700 ppm), meskipun beberapa pengukuran mendekati batas atas. Pola ini menunjukkan bahwa konsentrasi CO₂ cenderung lebih tinggi pada pagi hari dan mengalami penurunan pada

siang hingga sore hari. Fenomena ini berkaitan dengan kondisi atmosfer pagi yang relatif stabil dengan kecepatan angin rendah, sehingga memungkinkan terjadinya akumulasi gas di dekat permukaan tanah. Sebaliknya, pada siang dan sore hari, peningkatan temperatur dan dinamika atmosfer mempercepat proses dispersi gas.

Tabel 2
Hasil Pengukuran Temperatur Udara

Hari	Pagi	Siang	Sore
Senin	36,5	33,8	36,1
Selasa	33,4	36,3	39,2
Rabu	33,5	32,8	33,4
Kamis	34	36,6	36,2
Jumat	30,7	32,2	34,6
Sabtu	30,8	35,5	34,9
Minggu	35,5	37,7	36,9
Rata-Rata	33,48571	34,98571	35,9

Sumber: data olahan

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa temperatur udara selama periode penelitian berada pada kisaran 30,7–39,2 °C. Rata-rata temperatur udara pada pagi hari sebesar 33,49 °C, meningkat pada siang hari menjadi 34,99 °C, dan mencapai 35,90 °C pada sore hari. Variasi ini menunjukkan adanya fluktuasi termal yang cukup signifikan antar waktu pengukuran maupun antar hari observasi. Kondisi ini berkaitan dengan meningkatnya intensitas penyinaran matahari, terutama pada siang hari, serta karakteristik area TPA yang relatif terbuka sehingga menerima radiasi matahari secara langsung. Pada sore hari, temperatur udara masih relatif

tinggi akibat pelepasan panas dari permukaan tanah dan timbunan sampah.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kelembaban udara selama penelitian berada pada kisaran 50,1–76,0%RH. Nilai tertinggi tercatat pada Jumat pagi sebesar 76,0%RH, sedangkan nilai terendah terjadi pada Selasa sore sebesar 50,1%RH. Rentang ini menunjukkan bahwa kondisi udara di sekitar area penimbunan tergolong cukup lembab. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh keberadaan timbunan sampah organik, genangan lindi, serta proses dekomposisi yang berlangsung secara terus-menerus.

Tabel 3
Hasil Pengukuran Kelembaban Udara

Hari	Pagi	Siang	Sore
Senin	60,1	66	60,1
Selasa	66	55,4	50,1
Rabu	66	65,9	65,4
Kamis	65,5	61,8	61,4
Jumat	76	70,3	65,3
Sabtu	75,3	64,5	65
Minggu	64,8	57,9	59,4
Rata-Rata	58,31429	63,11429	60,95714

Sumber: data olahan

Berdasarkan nilai rata-rata, kelembaban udara tertinggi terjadi pada siang hari, diikuti sore hari, dan terendah pada pagi hari. Peningkatan kelembaban pada siang hari berkaitan dengan naiknya temperatur akibat radiasi matahari yang meningkatkan proses evaporasi dari permukaan timbunan sampah dan lindi. Menurut (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007), peningkatan suhu permukaan dapat mempercepat perubahan air menjadi uap sehingga menambah kandungan uap air di udara. Selain faktor cuaca, kelembaban juga dipengaruhi oleh proses biologis dalam timbunan sampah. Proses dekomposisi sampah organik

menghasilkan gas landfill yang mengandung uap air sebagai bagian dari aktivitas mikroorganisme (IPCC, 2006). Kondisi ini membentuk lingkungan lokal yang relatif lebih lembab dibandingkan area di luar landfill.

Berdasarkan hasil pengukuran, kecepatan udara di lokasi penelitian berada pada kisaran 0,5–2,3 m/s. Nilai terendah tercatat sebesar 0,5 m/s, sedangkan nilai tertinggi sebesar 2,3 m/s terjadi pada Kamis sore. Secara umum, rentang tersebut tergolong rendah hingga sedang dan masih mencerminkan kondisi pergerakan udara yang relatif tenang di area landfill.

Tabel 4
Hasil pengukuran Kecepatan udara

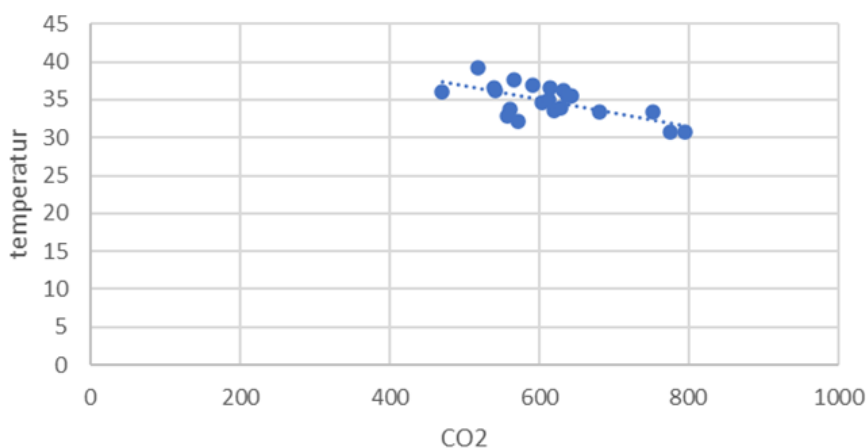
Hari	Pagi	Siang	Sore
Senin	0,9	0,5	1,2
Selasa	0,7	0,5	2
Rabu	0,8	1,3	0,6
Kamis	0,9	1,6	2,3
Jumat	2,1	1,7	0,8
Sabtu	0,5	0,8	1,1
Minggu	0,7	1,8	1
Rata-Rata	0,942857	1,171429	1,285714

Sumber: data olahan

Jika dilihat berdasarkan waktu pengukuran, kecepatan udara cenderung lebih rendah pada pagi hari dan meningkat pada siang hingga sore hari. Rata-rata kecepatan udara tertinggi terjadi pada sore hari, diikuti siang hari, dan terendah pada pagi hari. Pola ini dipengaruhi oleh pemanasan permukaan tanah akibat radiasi matahari. Pada pagi hari, kondisi atmosfer masih relatif stabil sehingga pergerakan udara belum berkembang secara maksimal. Memasuki siang dan sore hari, peningkatan temperatur menyebabkan perbedaan tekanan udara yang memicu pergerakan massa udara menjadi lebih aktif. Kecepatan udara yang rendah pada pagi hari berpotensi membatasi proses dispersi gas CO₂ sehingga konsentrasi gas di udara ambien dapat lebih

tinggi. Sebaliknya, peningkatan kecepatan udara pada siang dan sore hari membantu mempercepat penyebaran dan pengenceran gas, sehingga konsentrasi CO₂ menjadi lebih merata dan cenderung menurun.

Hasil analisis korelasi Pearson menunjukkan nilai koefisien korelasi antara temperatur udara dan konsentrasi CO₂ sebesar $r = -0,6596$, yang mengindikasikan hubungan negatif kuat di udara ambien TPA Talang Gulo. Artinya, peningkatan temperatur udara cenderung diikuti oleh penurunan konsentrasi CO₂, dan sebaliknya. Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,435 menunjukkan bahwa temperatur udara berkontribusi sebesar 43,5% terhadap variasi konsentrasi CO₂, sedangkan 56,5% dipengaruhi oleh faktor lain.

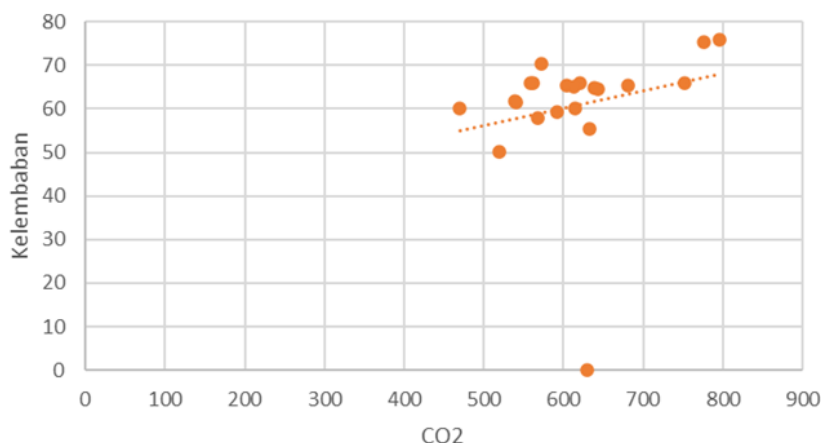


Sumber: data olahan

Gambar 1
Grafik Scatter Plot Curah Hujan Terhadap CO₂

Secara atmosferik, peningkatan temperatur—terutama pada siang hingga sore hari—mendorong proses konveksi dan mempercepat dispersi gas CO₂ hasil dekomposisi sampah organik, sehingga konsentrasi di udara ambien menurun. Sebaliknya, pada temperatur rendah, kondisi atmosfer yang lebih stabil membatasi pergerakan udara dan memungkinkan akumulasi CO₂ di dekat permukaan. Dengan demikian, temperatur udara merupakan faktor dominan yang memengaruhi fluktuasi konsentrasi CO₂ di lokasi penelitian.

Hasil analisis korelasi Pearson menunjukkan nilai koefisien korelasi antara kelembaban udara dan konsentrasi CO₂ sebesar $r = 0,6567$, yang mengindikasikan hubungan positif kuat. Hal ini berarti peningkatan kelembaban udara cenderung diikuti oleh peningkatan konsentrasi CO₂ di udara ambien. Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,431 menunjukkan bahwa kelembaban udara memberikan kontribusi sebesar 43,1% terhadap variasi konsentrasi CO₂, sementara sisanya dipengaruhi oleh faktor lain.

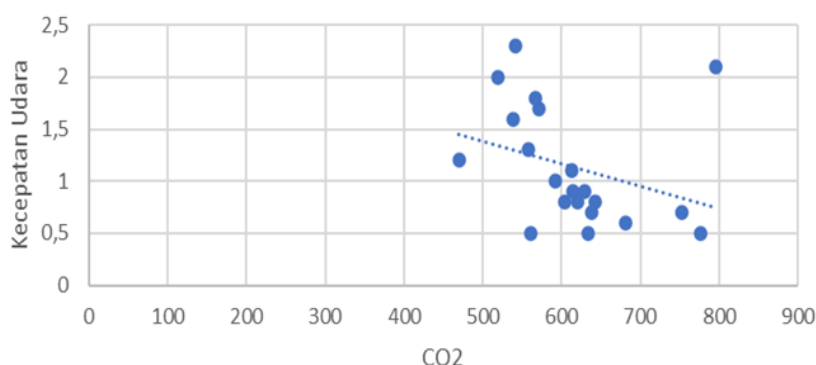


Sumber: data olahan

Gambar 2
Grafik Scatter Plot Kelembaban Udara Terhadap CO₂

Secara mekanisme, kelembaban udara yang tinggi berkaitan dengan kondisi atmosfer yang lebih stabil sehingga proses pencampuran dan dispersi gas menjadi terbatas, memungkinkan terjadinya akumulasi CO₂ di sekitar lokasi pengukuran. Selain itu, tingkat kelembaban yang tinggi dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam proses dekomposisi sampah organik, yang menghasilkan CO₂ sebagai produk utama. Dengan demikian, kelembaban udara merupakan salah satu faktor lingkungan yang berperan signifikan dalam meningkatkan konsentrasi CO₂ di TPA Talang Gulo.

Hasil uji korelasi Pearson menunjukkan nilai koefisien korelasi antara kecepatan udara dan konsentrasi CO₂ sebesar $r = -0,3183$, yang mengindikasikan hubungan negatif lemah. Hal ini berarti peningkatan kecepatan udara cenderung diikuti penurunan konsentrasi CO₂, meskipun pengaruhnya relatif kecil. Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,101 menunjukkan bahwa kecepatan udara berkontribusi sebesar 10,1% terhadap variasi konsentrasi CO₂.



Sumber: data olahan

Gambar 3
Grafik Scatter Plot Kecepatan Udara Terhadap CO₂

Secara fisik, kecepatan udara memengaruhi proses dispersi gas di atmosfer. Kecepatan udara yang tinggi mempercepat penyebaran dan pengenceran CO₂ sehingga konsentrasinya menurun, sedangkan kecepatan rendah berpotensi menyebabkan akumulasi gas di sekitar lokasi pengukuran. Namun, lemahnya korelasi menunjukkan bahwa variasi konsentrasi CO₂ tidak hanya dipengaruhi oleh kecepatan udara, tetapi juga oleh faktor meteorologis lain seperti suhu, kelembaban, serta aktivitas biologis pada timbunan sampah di TPA Talang Gulo.

Berdasarkan nilai koefisien determinasi, faktor yang paling dominan memengaruhi konsentrasi CO₂ di TPA Talang Gulo adalah temperatur udara ($R^2 = 43,5\%$) dan kelembaban udara ($R^2 = 43,1\%$), dengan kontribusi yang relatif seimbang dan lebih besar dibandingkan kecepatan angin serta curah hujan. Hal ini menunjukkan bahwa dinamika termal dan kondisi kelembaban atmosfer pada zona aktif sanitary landfill berperan utama dalam mengontrol akumulasi dan dispersi CO₂.

Konsentrasi CO₂ yang lebih tinggi pada pagi hari dipengaruhi oleh kombinasi temperatur rendah, kelembaban tinggi, dan kecepatan angin rendah yang

menciptakan kondisi atmosfer stabil sehingga memicu akumulasi gas di udara ambien. Temuan ini sejalan dengan penelitian Agustina dkk. (2019) yang menyatakan bahwa faktor meteorologis, khususnya kecepatan angin, berpengaruh signifikan terhadap konsentrasi CO₂ melalui mekanisme dispersi dan pengenceran gas di atmosfer.

Selain proses dispersi, suhu dan kelembaban juga berkontribusi terhadap pembentukan gas di dalam timbunan sampah. Peningkatan suhu mempercepat aktivitas mikroorganisme dalam dekomposisi bahan organik, sedangkan kelembaban tinggi mendukung kondisi optimum bagi proses biologis tersebut. Dengan demikian, variasi konsentrasi CO₂ di TPA Talang Gulo dipengaruhi oleh interaksi antara karakteristik timbunan sampah dan faktor meteorologis yang mengendalikan proses pembentukan serta penyebaran gas. Secara keseluruhan, hasil penelitian menegaskan pentingnya analisis parameter cuaca dalam kajian emisi CO₂ pada sistem sanitary landfill.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di TPA Talang Gulo Kota Jambi, konsentrasi CO₂ pada zona aktif landfill berada pada kisaran 470–796 ppm, dengan nilai tertinggi terjadi pada pagi hari dan terendah pada sore hari. Pola ini menunjukkan adanya fluktuasi harian yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan serta aktivitas pengelolaan sampah. Analisis korelasi menunjukkan bahwa variasi konsentrasi CO₂ dipengaruhi oleh faktor dekomposisi sampah organik dan parameter meteorologi. Temperatur udara memiliki hubungan negatif kuat, kelembaban udara menunjukkan hubungan positif kuat, dan kecepatan angin memiliki hubungan negatif lemah terhadap konsentrasi CO₂, sedangkan curah hujan tidak memberikan pengaruh signifikan. Temuan ini menegaskan bahwa kondisi termal dan kelembaban atmosfer merupakan faktor dominan dalam mengendalikan dinamika konsentrasi CO₂ di area landfill.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, L., Simanjuntak, P. P., Khoir, A. N., 2019. Pengaruh Parameter Meteorologi Terhadap Konsentrasi Co₂ dan Ch₄ di DKI Jakarta. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, 6(2), 30–38.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*.
- IPCC. 2006. *2006 Ipcc Guidelines For National Greenhouse Gas Inventories*. Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC), diakses melalui website <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>
- Rahmadani, N., Fitri, Y., Retnawaty, S. F., Lestari, D., Mulyani, S., Selvia, S., 2024. Pemodelan Emisi Gas Co₂ dari Lokasi Tempat Pembuangan Akhir

di Kota Pekanbaru Menggunakan Dispersi Aermod. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 12(2), 163–176.

United States Environmentak Protection Agency (EPA). 2024. *Basic Information About Landfill Gas*, diakses melalui website <https://www.epa.gov/lmop/basic-information-about-landfill-gas>

Sinaga, F., Napitupulu, D. M., Syarifuddin, H., 2023. Estimasi Produksi Gas Metana untuk Pemanfaatan Sebagai Sumber Energi di TPA Talang Gulo, Jambi. *Jurnal Daur Lingkungan*, 6(1), 12.