

## **Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca dari Degradasi Popok Sekali Pakai di Kabupaten Jember dengan Metode IPCC Tier 1**

*Mawan Eko Defristno<sup>1\*</sup>, Agung Herdianto<sup>2</sup>, Anggraini Ratih Purwandari<sup>3</sup>*

*<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Jember*

*\*email: [mawan.ekodefriatno@gmail.com](mailto:mawan.ekodefriatno@gmail.com)*

### **ABSTRAK**

*Peningkatan penggunaan popok sekali pakai di Kabupaten Jember dari tahun 2020 hingga 2023 menunjukkan tren peningkatan sejalan dengan bertambahnya populasi bayi. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi emisi gas rumah kaca (GRK) yang dihasilkan dari degradasi popok sekali pakai, menggunakan metode IPCC Tier 1. Popok sekali pakai yang dibuang ke tempat pembuangan akhir (TPA) berpotensi menghasilkan metana (CH<sub>4</sub>), salah satu gas dengan dampak pemanasan global yang signifikan. Data populasi bayi dari 31 kecamatan dikombinasikan dengan estimasi jumlah popok yang digunakan setiap tahunnya untuk menghitung emisi GRK. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah emisi metana meningkat dari 234.611 ton CO<sub>2</sub>eq pada tahun 2020 menjadi 271.516 ton CO<sub>2</sub>eq pada 2023, dengan total emisi kumulatif sebesar 998.222 ton CO<sub>2</sub>eq selama periode empat tahun. Peningkatan emisi ini disebabkan oleh pertumbuhan populasi bayi dan penggunaan popok sekali pakai yang terus meningkat. Temuan ini menyoroti perlunya pengelolaan sampah yang lebih efektif, termasuk pengembangan teknologi landfill gas recovery dan kampanye penggunaan popok ramah lingkungan, untuk mengurangi dampak lingkungan dan emisi GRK di Kabupaten Jember.*

**Kata kunci:** *Emisi gas rumah kaca, popok sekali pakai, metana, pengelolaan sampah, IPCC Tier 1*

### **ABSTRACT**

*The use of disposable diapers has significantly increased with the global growth in the infant population, including in Indonesia. Data from various districts in Jember Regency show a rise in disposable diaper usage from 2020 to 2023. As the number of infants increases, the amount of disposable diaper waste also escalates, contributing to greenhouse gas (GHG) emissions. This waste, which decomposes anaerobically in landfills, produces methane (CH<sub>4</sub>), a potent GHG with a global warming potential far greater than carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). This study aims to estimate the GHG emissions resulting from the degradation of disposable diapers in Jember Regency over the period of 2020-2023, using data on the infant population and diaper usage. The estimation is based on the IPCC Tier 1 methodology, which calculates GHG emissions from solid waste degradation. The research reveals that the GHG emissions from diaper degradation have increased in line with the rising infant population and diaper usage. In 2020, approximately 234,611 tons of CO<sub>2</sub> equivalent (CO<sub>2</sub>eq) emissions were produced, and this figure rose to 271,516 tons CO<sub>2</sub>eq by 2023. The cumulative emissions over the four years reached about 998,222 tons CO<sub>2</sub>eq. This study underscores the significant environmental impact of disposable diaper waste, which demands improved solid waste management and landfill gas recovery technologies to mitigate methane emissions. Moreover, public awareness campaigns and the promotion of environmentally friendly alternatives, such as reusable cloth diapers, could further reduce the environmental footprint of disposable diaper waste.*

**Keywords:** *Greenhouse gas emissions, disposable diapers, methane, Waste Management, IPCC Tier 1*

## **PENDAHULUAN**

Penggunaan popok sekali pakai telah meningkat signifikan seiring dengan pertumbuhan populasi bayi di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Data dari berbagai kecamatan di

Kabupaten Jember menunjukkan peningkatan penggunaan popok sekali pakai dari tahun 2020 hingga 2023. Dengan semakin banyaknya bayi, jumlah limbah popok sekali pakai yang dihasilkan turut meningkat. Limbah ini berpotensi menjadi salah satu kontributor signifikan terhadap emisi gas rumah kaca (GRK), mengingat proses degradasinya menghasilkan gas metana ( $\text{CH}_4$ ) yang memiliki potensi pemanasan global lebih besar daripada karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) (Santos *et al.*, 2009).

Popok sekali pakai, terutama yang terbuat dari bahan plastik dan serat sintetis, sulit terurai secara alami dan membutuhkan waktu bertahun-tahun untuk terdegradasi di lingkungan. Ketika terbuang di tempat pembuangan akhir (TPA), popok akan terurai dalam kondisi anaerobik, menghasilkan metana sebagai salah satu produk sampingannya. Berdasarkan penelitian oleh World Health Organization (WHO), limbah padat domestik yang tidak dikelola dengan baik dapat meningkatkan risiko emisi metana dari TPA. Oleh karena itu, penting untuk mengestimasi emisi GRK yang dihasilkan dari degradasi popok sekali pakai guna memahami dampak lingkungan yang diakibatkannya (Zakaria, 2011).

Estimasi emisi gas rumah kaca dari limbah popok sekali pakai tidak hanya berkaitan dengan jumlah popok yang digunakan, tetapi juga tergantung pada kondisi pengelolaan sampah di setiap wilayah. TPA yang tidak dilengkapi dengan teknologi pengelolaan gas metana cenderung menghasilkan lebih banyak emisi. Di Kabupaten Jember, peningkatan jumlah bayi dan penggunaan popok sekali pakai dari tahun ke tahun menjadi perhatian khusus karena limbah ini belum dikelola secara optimal (M. E. Defriatno & Krisdhianto, 2022).

Seiring dengan urgensi global untuk mengurangi emisi GRK, penilaian dampak limbah popok sekali pakai menjadi relevan. Peningkatan kesadaran akan bahaya popok sekali pakai terhadap lingkungan menjadi dorongan utama bagi penelitian ini. Di sisi lain, pemerintah dan masyarakat lokal belum banyak berfokus pada potensi emisi dari limbah popok. Oleh karena itu, kajian ini akan mengestimasi emisi gas rumah kaca dari degradasi popok sekali pakai di Kabupaten Jember selama periode 2020-2023, menggunakan data populasi bayi dan jumlah popok yang digunakan (Rohani *et al.*, 2023).

Limbah padat organik yang membusuk di tempat pembuangan akhir menghasilkan gas metana dan karbon dioksida. Proses dekomposisi bahan organik, seperti bagian popok yang mengandung pulp kayu dan serat organik, memerlukan lingkungan anaerobik yang umumnya terjadi di dalam tumpukan sampah di TPA. Dalam kondisi anaerobik ini, mikroorganisme metanogenik menguraikan bahan organik dan menghasilkan metana sebagai produk sampingan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC),

metana memiliki potensi pemanasan global yang 28-34 kali lebih besar daripada karbon dioksida selama periode 100 tahun (Sealey & Smith, 2014).

Popok sekali pakai terdiri dari berbagai bahan, termasuk plastik, superabsorbent polymers (SAP), dan serat selulosa yang berpotensi menghasilkan gas rumah kaca. Limbah plastik dalam popok tidak terurai secara biologis, namun komponen selulosa dan bahan organik lainnya terurai dengan bantuan mikroorganisme. Dalam proses penguraian ini, sekitar 50% karbon organik diubah menjadi gas metana dan karbon dioksida. Penelitian oleh (Putri *et al.*, 2012) mengindikasikan bahwa TPA yang tidak dikelola dengan baik merupakan salah satu sumber utama emisi metana dari limbah padat .

Proses degradasi popok sekali pakai di TPA juga dipengaruhi oleh suhu, kelembapan, dan keberadaan mikroorganisme. Di Indonesia, yang beriklim tropis, kondisi ini dapat mempercepat proses degradasi limbah organik, tetapi juga dapat meningkatkan produksi metana . Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan faktor-faktor lingkungan dalam mengestimasi emisi gas rumah kaca dari limbah popok sekali pakai (Prasetyo *et al.*, 2021). Penggunaan metode estimasi emisi berdasarkan metode IPCC Tier 1, yang menggunakan data populasi dan produksi limbah, dapat memberikan gambaran umum mengenai jumlah emisi GRK yang dihasilkan dari limbah popok sekali pakai. Metode ini juga memungkinkan perhitungan yang lebih detail apabila data spesifik mengenai karakteristik limbah dan kondisi TPA tersedia.

## **BAHAN DAN METODE**

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung estimasi emisi gas rumah kaca (GRK) yang dihasilkan dari degradasi popok sekali pakai di berbagai kecamatan di wilayah yang diamati selama periode 2020-2023. Penelitian menggunakan metode IPCC Tier 1, yang merupakan pendekatan sederhana berbasis data aktivitas dan faktor emisi default untuk menghitung emisi GRK.

### **a. Lokasi Penelitian**

Data diambil dari 31 kecamatan di Kabupaten Jember dengan data jumlah bayi dan perkiraan jumlah popok sekali pakai yang digunakan per tahun selama periode 2020-2023.

### **b. Data dan Sumber Data**

- Data jumlah bayi per kecamatan setiap tahun dari 2020-2023.
- Data estimasi jumlah popok sekali pakai yang digunakan tiap tahun. Estimasi ini didasarkan pada asumsi bahwa setiap bayi menggunakan 8 popok sekali pakai per hari, dengan total perhitungan popok:

Jumlah Popok = Jumlah Bayi  $\times$  8  $\times$  365

- Faktor Emisi Popok Sekali Pakai berdasarkan IPCC Tier 1 untuk limbah padat yang masuk ke TPA (Tempat Pembuangan Akhir) yang menghasilkan metana (CH<sub>4</sub>) dan CO<sub>2</sub>. IPCC menyediakan nilai default faktor emisi CH<sub>4</sub> untuk material organik yang dapat terurai, termasuk komponen biodegradable dari popok.

c. Metode Pengumpulan Data

- Data Populasi Bayi dan Popok Sekali Pakai: Data jumlah bayi diperoleh dari BPS (Badan Pusat Statistik) Kabupaten Jember atau instansi terkait. Estimasi penggunaan popok dihitung berdasarkan asumsi standar kebutuhan popok bayi.
- Data Emisi GRK: Emisi gas rumah kaca dihitung menggunakan persamaan dari metode IPCC Tier 1 dengan menggunakan faktor emisi limbah padat untuk popok sekali pakai yang mengandung komponen biodegradable.
- Metode Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK)

Menghitung emisi gas rumah kaca dari degradasi popok sekali pakai menggunakan metode IPCC Tier 1 dengan fokus pada emisi metana (CH<sub>4</sub>) sebagai gas rumah kaca utama yang dihasilkan dari dekomposisi limbah di TPA.

Persamaan untuk Menghitung Emisi CH<sub>4</sub>

Dimana:

1. E<sub>1040</sub> (Emisi CH<sub>4</sub>): Emisi metana (ton CH<sub>4</sub>/tahun)
2. T (Tahun): Waktu (periode waktu yang digunakan, yaitu 2020-2023)
3. MSW (Municipal Solid Waste): Jumlah limbah padat, yaitu jumlah popok sekali pakai yang dihasilkan per kecamatan setiap tahun (ton/tahun)
4. DOC (Degradable Organic Carbon): Fraksi karbon organik yang dapat terurai dalam popok
5. DOC<sub>f</sub> (Fraction of DOC dissimilated): Fraksi DOC yang didekomposisi menjadi CH<sub>4</sub>
6. F (Methane Correction Factor): Faktor koreksi metana, tergantung pada kondisi degradasi di TPA (anaerob atau aerob)
7. 16/12: Faktor konversi dari karbon ke metana (berdasarkan berat molekul)
8. R: Fraksi CH<sub>4</sub> yang terperangkap atau digunakan di TPA
9. OX: Faktor oksidasi metana di permukaan TPA (default 0.1 untuk kondisi aerobik di permukaan)

- Faktor Emisi untuk Popok Sekali Pakai

Menurut IPCC, limbah biodegradable seperti kertas, popok, dan limbah makanan berpotensi menghasilkan metana ( $\text{CH}_4$ ). Estimasi ini menggunakan data default DOC dan faktor koreksi metana dari IPCC:

1. DOC untuk popok sekali pakai: 0.4 (IPCC default untuk kertas biodegradable)
2. DOCf: 0.5 (IPCC default untuk limbah organik yang dibiodegradasi menjadi  $\text{CH}_4$ )
3. Faktor Koreksi Metana (F): 0.8 (kondisi anaerobik pada TPA di negara berkembang)

- Proses Pengolahan Data

1. Pengumpulan Data Aktivitas: Mengumpulkan data jumlah bayi dan perkiraan popok yang digunakan per tahun dari 31 kecamatan di Jember selama 2020-2023.
2. Estimasi Emisi  $\text{CH}_4$ : Hitung jumlah popok yang digunakan dan emisi  $\text{CH}_4$  yang dihasilkan per tahun menggunakan rumus IPCC Tier 1.
3. Rekapitulasi Emisi: Total emisi per kecamatan dan periode waktu dihitung dan dianalisis.
4. Analisis Perubahan Emisi: Melakukan analisis tren emisi dari tahun 2020 hingga 2023 untuk mengevaluasi perubahan dalam produksi popok dan emisi GRK.

Penelitian ini memberikan gambaran estimasi emisi gas rumah kaca akibat penggunaan popok sekali pakai menggunakan metode IPCC Tier 1. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan wawasan tentang dampak lingkungan penggunaan popok sekali pakai di Jember serta memberikan dasar bagi pemerintah daerah untuk mengelola limbah padat dengan lebih efektif.

## **HASIL DAN DISKUSI**

Penelitian ini berfokus pada estimasi emisi gas rumah kaca (GRK) dari degradasi popok sekali pakai di beberapa kecamatan di Kabupaten Jember selama periode 2020 hingga 2023. Berdasarkan data jumlah bayi dan estimasi penggunaan popok di setiap kecamatan, penelitian ini menggunakan metode IPCC Tier 1 untuk menghitung potensi emisi GRK yang dihasilkan dari degradasi popok sekali pakai.

Data menunjukkan bahwa pada tahun 2020 terdapat 127.124 bayi dengan penggunaan popok sebanyak 366.117.120 unit di seluruh kecamatan yang disurvei. Angka ini terus meningkat pada tahun 2023, di mana tercatat 146.761 bayi dengan penggunaan popok sebanyak 422.671.680 unit. Kenaikan ini sejalan dengan peningkatan populasi bayi di wilayah tersebut. Data ini

memberikan gambaran dasar untuk menghitung potensi emisi metana (CH<sub>4</sub>) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dari pembuangan popok yang akhirnya terdegradasi di tempat pembuangan akhir (TPA) (Journal *et al.*, 2024).

Menurut IPCC Tier 1, emisi GRK dari sampah padat seperti popok sekali pakai dapat dihitung berdasarkan komponen bahan organik yang terurai (degradable organic carbon, DOC) dari bahan popok serta laju degradasi anaerobik yang menghasilkan CH<sub>4</sub> sebagai produk utama. Berdasarkan data DOC dari penelitian sebelumnya, popok sekali pakai diperkirakan memiliki nilai DOC sekitar 0,20 (NOVI ASTUTI INDRA PARANITA, 2023), yang berarti 20% dari bahan popok mampu terurai menjadi bahan organik yang menghasilkan gas.

Estimasi emisi CH<sub>4</sub> dapat dihitung menggunakan formula berikut (IPCC, 2006):

$$E_{CH_4} = T_{popok} \times DOC \times F_{dekomposisi} \times 16/12 \times (1 - R_{oksidasi}) \times GWP_{CH_4}$$

Di mana:

- ECH<sub>4</sub> adalah emisi metana,
- Tpopok adalah total massa popok yang dihasilkan,
- DOC adalah nilai karbon organik yang terurai,
- Fdekomposisi adalah fraksi bahan organik yang terdekomposisi secara anaerobik,
- 16/12 adalah faktor konversi dari karbon ke metana,
- Roksidasi adalah fraksi metana yang teroksidasi di tempat pembuangan akhir,
- GWP CH<sub>4</sub> adalah potensi pemanasan global untuk metana (25 kali lebih kuat daripada CO<sub>2</sub>).

Dengan data ini, diperoleh total perkiraan emisi GRK untuk setiap kecamatan selama empat tahun.

**Tabel 1.** Estimasi Emisi CH<sub>4</sub> dari Degradasi Popok Sekali Pakai di Kabupaten Jember 2020–2023

Tahun	Populasi Bayi	Popok Terpakai	Emisi CH <sub>4</sub> (ton CO <sub>2</sub> eq)
2020	127.124	366.117.120	234.611
2021	130.336	375.367.680	240.586
2022	136.023	391.746.240	251.509
2023	146.761	422.671.680	271.516

Total emisi metana selama empat tahun mencapai sekitar 998.222 ton CO<sub>2</sub>eq. Kenaikan emisi ini disebabkan oleh meningkatnya populasi bayi serta penggunaan popok sekali pakai yang semakin meluas.

### **Peningkatan Populasi Bayi dan Penggunaan Popok Sekali Pakai**

Data yang dikumpulkan selama periode 2020 hingga 2023 menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam populasi bayi di Kabupaten Jember. Populasi bayi pada tahun 2020 tercatat sebanyak 127.124 bayi, sementara pada tahun 2023 jumlah ini meningkat menjadi 146.761 bayi, menunjukkan kenaikan sekitar 15,45%. Peningkatan populasi bayi ini diiringi dengan bertambahnya penggunaan popok sekali pakai dari 366.117.120 unit pada tahun 2020 menjadi 422.671.680 unit pada tahun 2023, dengan peningkatan sekitar 15,45%. Hal ini mengindikasikan adanya hubungan linier antara pertumbuhan populasi bayi dan penggunaan popok sekali pakai, di mana setiap bayi umumnya menggunakan jumlah popok yang tetap dari tahun ke tahun (Muyasaroh, 2023).

### **Estimasi Emisi GRK Menggunakan Metode IPCC Tier 1**

Menggunakan metode IPCC Tier 1, estimasi emisi gas rumah kaca (GRK) dari popok sekali pakai dihitung berdasarkan komponen Degradable Organic Carbon (DOC) popok. Dengan asumsi bahwa 20% dari bahan popok sekali pakai mampu terdegradasi secara anaerobik di tempat pembuangan akhir (TPA), metode ini memanfaatkan nilai DOC, fraksi dekomposisi anaerobik, serta potensi pemanasan global dari metana ( $GWP_{CH_4} = 25$  kali lebih kuat daripada  $CO_2$ ) (M. E. R. F. M. F. F. L. Defriatno, 2023).

Hasil estimasi menunjukkan bahwa emisi metana ( $CH_4$ ) yang dihasilkan meningkat setiap tahun sejalan dengan peningkatan populasi bayi dan penggunaan popok. Pada tahun 2020, total emisi  $CH_4$  mencapai 234.611 ton  $CO_2eq$ , dan meningkat hingga 271.516 ton  $CO_2eq$  pada tahun 2023. Kumulatif, selama periode empat tahun (2020–2023), total emisi metana yang dihasilkan mencapai 998.222 ton  $CO_2eq$  (M. E. Defriatno & Lingkungan, 2023).

### **Kontribusi Degradasi Popok terhadap Emisi GRK**

Penelitian ini mengungkapkan bahwa pembuangan popok sekali pakai di TPA memberikan kontribusi signifikan terhadap emisi metana, salah satu GRK yang berpotensi besar dalam mempercepat perubahan iklim. Popok sekali pakai mengandung bahan organik yang dapat terurai menjadi metana saat terdegradasi di lingkungan anaerobik, seperti TPA. Nilai DOC sebesar 0,20 berarti 20% dari bahan organik popok berpotensi menghasilkan gas metana, yang sangat berbahaya mengingat metana memiliki potensi pemanasan global (GWP) yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan karbon dioksida ( $CO_2$ ) (Rohani *et al.*, 2023).

### **Dampak Lingkungan dan Implikasi Pengelolaan Sampah**

Dengan emisi metana kumulatif sebesar 998.222 ton  $CO_2eq$  selama empat tahun, dampak lingkungan dari pembuangan popok sekali pakai menjadi perhatian serius, khususnya terkait

dengan pengelolaan sampah padat di Kabupaten Jember. Jika tren peningkatan populasi bayi dan penggunaan popok berlanjut, emisi metana dari degradasi popok akan terus meningkat. Hal ini menuntut adanya langkah mitigasi dalam pengelolaan sampah, misalnya dengan meningkatkan pengelolaan sampah berbasis landfill gas recovery untuk menangkap dan memanfaatkan gas metana, atau dengan mengurangi penggunaan popok sekali pakai melalui edukasi kepada masyarakat mengenai alternatif yang lebih ramah lingkungan (Prasetyo *et al.*, 2021).

### **Rekomendasi untuk Pengurangan Emisi**

Untuk mengurangi emisi GRK dari pembuangan popok sekali pakai, pemerintah daerah dan pihak terkait dapat mempertimbangkan beberapa opsi:

- a. Pengembangan teknologi landfill gas recovery: Memanfaatkan teknologi ini di TPA untuk menangkap metana dan mengubahnya menjadi sumber energi dapat mengurangi emisi langsung GRK.
- b. Kampanye penggunaan popok ramah lingkungan: Menggencarkan edukasi dan penggunaan alternatif seperti popok kain yang dapat digunakan ulang, atau mempromosikan produk popok sekali pakai yang biodegradable.
- c. Pengelolaan sampah berbasis masyarakat: Mengintegrasikan sistem pengelolaan sampah yang melibatkan masyarakat, seperti program daur ulang atau pengomposan sampah organik, dapat membantu mengurangi volume sampah popok yang masuk ke TPA.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memberikan gambaran penting mengenai dampak penggunaan popok sekali pakai terhadap emisi gas rumah kaca, yang dapat menjadi dasar untuk kebijakan pengelolaan sampah dan mitigasi perubahan iklim di Kabupaten Jember.

### **KESIMPULAN**

Penelitian ini berhasil mengestimasi emisi gas rumah kaca (GRK) yang dihasilkan dari degradasi popok sekali pakai di Kabupaten Jember selama periode 2020–2023 menggunakan metode IPCC Tier 1. Berdasarkan analisis data jumlah bayi dan perkiraan penggunaan popok sekali pakai, ditemukan bahwa jumlah limbah popok yang dihasilkan meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi bayi.

Selama empat tahun, jumlah bayi di Kabupaten Jember bertambah sekitar 15,45%, dari 127.124 bayi pada tahun 2020 menjadi 146.761 bayi pada tahun 2023. Peningkatan populasi ini menyebabkan kenaikan jumlah penggunaan popok sekali pakai dari 366.117.120 unit pada tahun 2020 menjadi 422.671.680 unit pada tahun 2023.

Hasil estimasi menunjukkan bahwa total emisi metana (CH<sub>4</sub>) yang dihasilkan dari degradasi popok sekali pakai di tempat pembuangan akhir (TPA) selama empat tahun mencapai 998.222 ton CO<sub>2</sub>eq. Emisi ini meningkat setiap tahun, seiring dengan meningkatnya penggunaan popok, dengan estimasi emisi pada tahun 2020 sebesar 234.611 ton CO<sub>2</sub>eq dan pada tahun 2023 sebesar 271.516 ton CO<sub>2</sub>eq.

Penelitian ini menegaskan bahwa limbah popok sekali pakai merupakan kontributor signifikan terhadap emisi metana, terutama karena popok mengandung bahan organik yang dapat terurai secara anaerobik di TPA. Dengan demikian, pengelolaan limbah popok yang lebih baik, seperti pemanfaatan teknologi landfill gas recovery dan penggunaan popok yang lebih ramah lingkungan, sangat penting untuk mengurangi dampak lingkungan dari emisi GRK di masa depan.

## **SARAN**

Berdasarkan hasil penelitian, ada beberapa saran yang dapat diajukan untuk mengurangi dampak emisi gas rumah kaca (GRK) dari limbah popok sekali pakai di Kabupaten Jember :

1. Penerapan Teknologi Landfill Gas Recovery

Mengingat tingginya emisi metana dari degradasi popok sekali pakai, pemerintah daerah dapat mempertimbangkan penerapan teknologi *landfill gas recovery* di tempat pembuangan akhir (TPA). Teknologi ini dapat menangkap dan memanfaatkan gas metana yang dihasilkan dari degradasi limbah organik sebagai sumber energi, sekaligus mengurangi emisi GRK ke atmosfer.

2. Promosi Penggunaan Popok Ramah Lingkungan

Diperlukan upaya untuk mengedukasi masyarakat tentang dampak penggunaan popok sekali pakai terhadap lingkungan. Mendorong penggunaan popok yang ramah lingkungan atau popok kain yang dapat digunakan ulang bisa menjadi langkah signifikan dalam mengurangi jumlah limbah popok yang berakhir di TPA.

3. Peningkatan Kesadaran dan Edukasi Masyarakat

Meningkatkan kesadaran publik tentang pentingnya pengelolaan limbah yang baik, termasuk pengelolaan limbah popok, merupakan langkah yang krusial. Program edukasi dan kampanye lingkungan yang melibatkan berbagai pihak, seperti pemerintah, lembaga swadaya masyarakat, dan komunitas lokal, dapat membantu mengubah perilaku masyarakat dalam pengelolaan limbah.

4. Penelitian dan Pengembangan Produk Popok Biodegradable

Pemerintah dan industri dapat mendukung penelitian untuk mengembangkan popok sekali pakai yang lebih cepat terurai secara alami (biodegradable). Popok biodegradable yang terbuat dari bahan yang tidak menghasilkan emisi metana tinggi ketika terurai di TPA akan menjadi alternatif yang lebih ramah lingkungan.

#### 5. Pengelolaan Limbah Terintegrasi

Strategi pengelolaan limbah yang lebih terintegrasi, seperti pemisahan limbah di sumber, bisa menjadi solusi untuk mengurangi volume limbah popok yang dibuang ke TPA. Ini bisa mencakup program pengumpulan dan daur ulang limbah popok, serta penggunaan tempat pembuangan limbah organik yang terpisah.

## REFERENSI

- Defriatno, M. E., & Krisdhianto, A. (2022). *ANALISIS POTENSI NILAI EKONOMI SAMPAH PERUMAHAN KAWASAN KOTA KABUPATEN JEMBER*. 05(01), 91–99.
- Defriatno, M. E., & Lingkungan, T. (2023). *BIO-CONS : Jurnal Biologi dan Konservasi LUMAJANG, KABUPATEN LUMAJANG EVALUATION OF WASTE MANAGEMENT USING THE 3R CONCEPT IN LUMAJANG DISTRICT, LUMAJANG REGENCY* Pemerintah Kabupaten Lumajang melalui Dinas Lingkungan Hidup ( DLH ) kabupaten Lumajang memb. 5(1).
- Defriatno, M. E. R. F. M. F. F. L. (2023). *STUDI KARAKTERISTIK DAN POTENSI DAUR ULANG*. 01(02), 16–25.
- Journal, C. D., Kusumaningrum, M., Alfa, N., Imani, C., Wulansarie, R., Handayani, P. A., Hibatullah, R. D., Lintang, P., Nanggala, A., Ichwan, R., & Gunungpati, K. (2024). *Mengubah Tantangan Menjadi Peluang : Pengelolaan*. 5(1), 2504–2507.
- Muyasaroh, S. . D. M. E. . M. A. . K. A. . (2023). Analisis sosial kelompok masyarakat. *Journal Engineering*, 5.
- NOVI ASTUTI INDRA PARANITA. (2023). Pengenalan Pengolahan Sampah Popok menjadi Media Tanaman Hias dalam Pemberdayaan Masyarakat untuk Pengelolaan Limbah Rumah Tangga. *Jurnal Pengabdian, Riset, Kreativitas, Inovasi, Dan Teknologi Tepat Guna*, 1(2), 46–54. <https://doi.org/10.22146/parikesit.v1i2.9613>
- Prasetyo, F. D., Triasti, R. D., & Ayuningtyas, E. (2021). Pemanfaatan Limbah Popok Bayi (Diapers) Sebagai Media Tanam. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 21(1), 41–49. <https://doi.org/10.37412/jrl.v21i1.91>
- Putri, D. A., Saputro, R. R., & Budiyo. (2012). Biogas production from cow manure. *International Journal of Renewable Energy Development*, 1(2), 61–64. <https://doi.org/10.14710/ijred.1.2.61-64>
- Rohani, Dewa Made Alit Karyawan, I., Hasyim, Wayan Suteja, I., Mahendra, M., Yuniarti, R., Widianty, D., Saidah, H., & Salsabila, F. F. (2023). Pengolahan Limbah Popok Bayi Bekas Menjadi Pot Bunga Di Desa Kuripan Utara Kecamatan Kuripan. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 6(3), 870–873. <https://doi.org/10.29303/jpmpi.v6i3.5550>
- Santos, I. R., Friedrich, A. C., & Ivar do Sul, J. A. (2009). Marine debris contamination along undeveloped tropical beaches from northeast Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, 148(1), 455–462. <https://doi.org/10.1007/s10661-008-0175-z>

- Sealey, K. S., & Smith, J. (2014). Recycling for small island tourism developments: Food waste composting at Sandals Emerald Bay, Exuma, Bahamas. *Resources, Conservation and Recycling*, 92, 25–37. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2014.08.008>
- Zakaria, Z. (2011). *Stakeholder engagement in waste management: understanding the process and its impact on accountability*.