

## ANALISIS PENGARUH IPM DAN JUMLAH PENDUDUK TERHADAP TIMBULAN SAMPAH PLASTIK DI INDONESIA

Aisyah Mutiara Putri<sup>1</sup>, Arsyad Sudrajat<sup>2</sup>, Fieny Asyiyah Hadzami<sup>3</sup>,  
Gibran Rakasiwi Razak<sup>4</sup>, Nayra Muna<sup>5</sup>

Ekonomi Pembangunan, Universitas Islam Negara Jakarta, Tangerang Selatan, Indonesia

[aisyah.mutiaraa17@gmail.com](mailto:aisyah.mutiaraa17@gmail.com), [sdrjt.01.arsyad@gmail.com](mailto:sdrjt.01.arsyad@gmail.com), [fienyasyiyah23@gmail.com](mailto:fienyasyiyah23@gmail.com),

[Siwirazak45@gmail.com](mailto:Siwirazak45@gmail.com), [nayramuna@gmail.com](mailto:nayramuna@gmail.com)

### Abstract

Plastic waste is one of the most pressing environmental issues in Indonesia, closely linked to population growth and ongoing human development. This study aims to analyze the effect of the Human Development Index (HDI) and population size on plastic waste generation across 34 Indonesian provinces in 2024. A quantitative approach with a cross-sectional design was applied to examine the relationship between the two independent variables and the volume of plastic waste. Using multiple linear regression with robust standard errors, the findings show that both HDI ( $p = 0.039$ ) and population ( $p = 0.000$ ) significantly influence plastic waste generation. An increase of one HDI point is associated with an additional 76,298.96 tons of plastic waste annually, while an additional 1,000 people results in 106.39 more tons of waste. These results underscore the paradox of development: rising living standards and population growth, while socially beneficial, can exacerbate environmental problems if not matched by effective waste management systems. Hence, integrating environmental considerations into human development strategies is imperative. This study provides valuable insights for data-driven policymaking toward sustainable plastic waste control at the national level.

**Keywords:** plastic waste, human development index, population size, sustainable development, linear regression

### Abstrak

Sampah plastik merupakan salah satu isu lingkungan paling signifikan di Indonesia, seiring dengan pertumbuhan penduduk dan pembangunan manusia yang terus meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dan jumlah penduduk terhadap timbulan sampah plastik di 34 provinsi Indonesia pada tahun 2024. Pendekatan kuantitatif dengan desain cross-sectional digunakan untuk menguji hubungan antara kedua variabel independen tersebut dengan jumlah timbulan sampah plastik. Analisis regresi linier berganda dengan robust standard errors menunjukkan bahwa baik IPM ( $p = 0,039$ ) maupun jumlah penduduk ( $p = 0,000$ ) berpengaruh signifikan terhadap timbulan sampah plastik. Setiap peningkatan satu poin IPM diasosiasikan dengan kenaikan sebesar 76.298,96 ton sampah plastik per tahun, sedangkan penambahan 1.000 jiwa populasi berdampak pada peningkatan timbulan sebesar 106,39 ton. Temuan ini menegaskan bahwa peningkatan kualitas hidup dan jumlah penduduk, meskipun mencerminkan kemajuan sosial, dapat memicu dampak lingkungan yang serius tanpa diimbangi sistem pengelolaan sampah yang efektif. Oleh

### Article history

Received: Juli 2025

Reviewed: Juli 2025

Published: Juli 2025

Plagiarism checker no 80

Doi : prefix doi :

[10.8734/musytari.v1i2.365](https://doi.org/10.8734/musytari.v1i2.365)

Copyright : author

Publish by : musytari



This work is licensed

under a [creative commons attribution-noncommercial 4.0 international license](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

karena itu, integrasi aspek lingkungan dalam strategi pembangunan manusia menjadi hal yang mendesak. Penelitian ini berkontribusi dalam penyusunan kebijakan berbasis data untuk pengendalian sampah plastik yang berkelanjutan di tingkat nasional.

**Kata Kunci:** sampah plastik, indeks pembangunan manusia, jumlah penduduk, pembangunan berkelanjutan, regresi linier

## 1. Pendahuluan

Sampah plastik telah menjadi salah satu permasalahan lingkungan yang signifikan dan kompleks di banyak negara, termasuk Indonesia. Perkembangan demografis yang cepat, urbanisasi yang masif, serta peningkatan aktivitas ekonomi memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan laju timbulan sampah plastik di berbagai wilayah. Selain faktor-faktor tersebut, perubahan gaya hidup masyarakat modern yang semakin konsumtif juga turut memperparah kondisi ini. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, rata-rata setiap individu di Indonesia menghasilkan sampah sekitar 0,8 kg per hari, dengan kontribusi sampah plastik mencapai sekitar 15% atau sebanding dengan 28,4 ribu ton per hari. Angka ini menggambarkan bahwa sampah plastik bukan sekadar persoalan teknis dalam pengelolaan limbah, melainkan juga mengandung dimensi sosial, ekonomi, dan lingkungan yang tidak dapat dipisahkan.

Berbagai studi terdahulu telah mencoba mengungkap faktor-faktor yang berperan dalam timbulan sampah. Studi oleh Gita Prajati et al. (2015) mengemukakan bahwa variabel jumlah penduduk, Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), dan indeks harga konsumen secara signifikan memengaruhi jumlah timbulan sampah di wilayah Jawa dan Sumatera. Selanjutnya, Elyasa (2019) menunjukkan adanya korelasi positif yang signifikan antara nilai Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dengan volume sampah yang dibuang di tempat pembuangan akhir (TPA), yang menandakan bahwa peningkatan kualitas hidup belum tentu diiringi oleh peningkatan kesadaran lingkungan. Selain itu, hasil analisis regresi dari Muladi et al. (2022) memperlihatkan bahwa IPM memiliki pengaruh dominan terhadap produksi sampah di Kota Mataram, dengan kontribusi mencapai 77,7%. Temuan-temuan ini menggarisbawahi pentingnya faktor pembangunan manusia sebagai variabel dalam memahami fenomena timbulan sampah.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian yang ada masih memiliki keterbatasan, baik dari segi cakupan wilayah yang terbatas maupun fokus yang hanya menilai satu variabel penyebab saja. Selain itu, mayoritas studi lebih banyak membahas timbulan sampah secara umum tanpa menyoroti secara khusus sampah plastik yang merupakan jenis limbah dengan karakteristik dan dampak lingkungan yang lebih kompleks. Oleh karena itu, diperlukan sebuah kajian yang lebih khusus dan komprehensif, dengan fokus terhadap faktor-faktor yang memengaruhi timbulan sampah plastik, terutama pada skala nasional. Pendekatan ini penting untuk memperoleh pemahaman dan model prediksi yang valid guna mendukung pengembangan strategi pengelolaan limbah plastik yang efektif.

Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi dua indikator utama, yaitu pembangunan manusia dan kependudukan, sebagai variabel prediktor yang digunakan untuk menjelaskan fenomena timbulan sampah plastik secara kuantitatif dan sistematis di tingkat nasional. Dengan menggunakan data lintas wilayah serta metode analisis statistik yang

mendalam, diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan model prediksi yang relevan sebagai alat bantu bagi pembuat kebijakan dan pemangku kepentingan dalam merancang strategi pengendalian sampah plastik yang berkelanjutan. Dengan demikian, kontribusi penelitian ini tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga menyediakan implikasi praktis bagi pelestarian lingkungan dan peningkatan kualitas hidup masyarakat.

Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan utama yang hendak dijawab dalam penelitian ini adalah apakah terdapat pengaruh yang signifikan dari Indeks Pembangunan Manusia dan jumlah penduduk terhadap timbulan sampah plastik di Indonesia. Hipotesis yang diajukan menyatakan bahwa semakin tinggi nilai IPM dan jumlah penduduk di suatu wilayah, maka timbulan sampah plastik yang dihasilkan akan semakin besar. Dengan kata lain, perkembangan pembangunan manusia dan pertumbuhan penduduk diyakini berkorelasi positif dengan peningkatan volume limbah plastik.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk melakukan analisis empiris terhadap pengaruh Indeks Pembangunan Manusia dan jumlah penduduk terhadap timbulan sampah plastik di Indonesia. Selain itu, penelitian ini juga bermaksud untuk menyusun rekomendasi yang berbasis data sebagai upaya pengendalian dan pengelolaan sampah plastik yang efektif serta berkelanjutan. Diharapkan hasil kajian ini dapat menjadi referensi ilmiah sekaligus sumber informasi strategis bagi berbagai pihak yang berkepentingan dalam pengelolaan lingkungan dan pembangunan berkelanjutan di Indonesia.

## 2. Tinjauan Pustaka

### Sampah Plastik

Sampah plastik menjadi salah satu masalah lingkungan serius di Indonesia karena sifatnya yang sulit terurai dan jumlahnya yang terus meningkat seiring perkembangan sosial dan ekonomi. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, rata-rata sampah yang dihasilkan per individu di Indonesia mencapai 0,8 kg per hari, dengan sampah plastik berkontribusi sekitar 15% dari total sampah. Sampah plastik memerlukan perhatian khusus karena berdampak besar terhadap pencemaran lingkungan dan memerlukan sistem pengelolaan yang efektif.

### Indeks Pembangunan Manusia (IPM)

IPM merupakan indikator yang mencerminkan tingkat pendidikan, kesehatan, dan standar hidup suatu wilayah. Elyasa (2019) menunjukkan bahwa peningkatan IPM berkorelasi positif dengan peningkatan timbulan sampah. Hal ini disebabkan oleh pola konsumsi masyarakat yang cenderung meningkat seiring dengan peningkatan kualitas hidup. Muladi et al. (2022) juga menemukan bahwa IPM memiliki pengaruh signifikan terhadap produksi sampah di Kota Mataram.

### Jumlah Penduduk

Jumlah penduduk merupakan faktor yang secara langsung mempengaruhi timbulan sampah plastik. Lu et al. (2022) menyatakan bahwa pertumbuhan populasi memiliki hubungan linier dengan peningkatan jumlah sampah. Semakin besar jumlah penduduk di suatu wilayah, maka semakin besar pula potensi timbulan sampah yang dihasilkan. Mubarak

dan Fritaryuni (2022) juga menemukan bahwa kepadatan penduduk berkorelasi positif dengan produksi sampah domestik.

### 3. Metodologi Penelitian

#### Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan desain cross-sectional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dan jumlah penduduk terhadap timbulan sampah plastik pada satu titik waktu tertentu, yaitu tahun 2024.

#### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di 34 provinsi di Indonesia. Data yang digunakan mencakup seluruh wilayah Indonesia agar hasil penelitian dapat merepresentasikan kondisi secara nasional.

#### Populasi dan Sampel

##### Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh provinsi di Indonesia yang berjumlah 34 provinsi.

##### Sampel

Sampel yang digunakan adalah seluruh anggota populasi (sensus), yaitu semua provinsi yang menjadi unit analisis dalam penelitian ini. Dengan demikian, teknik yang digunakan adalah sampel jenuh.

#### Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah sampel jenuh (total sampling), di mana semua provinsi di Indonesia dijadikan sampel penelitian.

#### Penentuan Jumlah Sampel

Jumlah sampel dalam penelitian ini adalah sebanyak 34 provinsi di Indonesia. Karena menggunakan sampel jenuh, maka seluruh anggota populasi dijadikan sampel tanpa ada yang dikeluarkan.

### 4. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan data cross-section dari 34 provinsi di Indonesia pada tahun 2024. Variabel yang dianalisis meliputi satu variabel dependen, yaitu timbulan sampah plastik (dalam satuan ton), dan dua variabel independen, yaitu Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dan jumlah penduduk (dalam ribu jiwa). Ketiga variabel ini dipilih berdasarkan kajian teoritis dan temuan empiris dari berbagai studi sebelumnya yang menunjukkan keterkaitan signifikan antara indikator sosial-ekonomi dengan produksi limbah padat, khususnya sampah plastik.

Tabel 1 berikut menyajikan ringkasan statistik deskriptif dari masing-masing variabel yang digunakan dalam penelitian. Statistik ini meliputi nilai rata-rata, minimum, maksimum, serta standar deviasi, yang secara bersama-sama memberikan gambaran umum mengenai distribusi data.

Variable	Obs	Mean	Std. dev.	Min	Max
X1	34	73.56059	3.397422	67.02	83.08
X2	34	8282.468	11703.09	739.8	50345.2
Y	34	1000295	1359016	51567.58	6153347
ehat	34	.0002872	385427.9	-718979	1189040

Tabel 1. Statistik Deskriptif Variabel Penelitian

Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Indonesia pada tahun 2024 memiliki nilai rata-rata sebesar 73,56. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar provinsi telah mencapai tingkat pembangunan manusia yang tinggi menurut klasifikasi nasional. Namun, penyebaran nilai IPM menunjukkan adanya ketimpangan yang signifikan antar wilayah, dengan IPM tertinggi mencapai 83,08 (DKI Jakarta) dan IPM terendah sebesar 67,02 (Papua Barat). Ketimpangan ini menunjukkan bahwa meskipun secara umum IPM telah meningkat, masih terdapat disparitas dalam kualitas hidup, pendidikan, dan akses layanan publik antarprovinsi.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa IPM dapat memengaruhi timbulan sampah dalam dua arah. Di satu sisi, seperti yang dijelaskan oleh Muladi et al. (2022) dan Elyasa (2019), peningkatan IPM berpotensi mendorong konsumsi barang kemasan, terutama plastik sekali pakai, yang pada akhirnya meningkatkan timbulan sampah. Di sisi lain, studi oleh Fauzi et al. (2025) dan Lagman-Bautista & Eleria (2020) mengindikasikan bahwa peningkatan IPM dapat mendorong kesadaran lingkungan yang lebih baik, perilaku konsumsi yang lebih bijak, serta partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah.

Jumlah penduduk per provinsi pada tahun 2024 memiliki rata-rata sebesar 8,28 juta jiwa, namun dengan standar deviasi sebesar 11,7 juta jiwa. Ini menunjukkan distribusi populasi yang sangat timpang antarprovinsi, di mana provinsi-provinsi seperti Jawa Barat, Jawa Timur, dan DKI Jakarta memiliki populasi sangat besar, sementara provinsi lain seperti Kalimantan Utara dan Gorontalo memiliki jumlah penduduk yang jauh lebih kecil. Distribusi ini mencerminkan konsentrasi aktivitas ekonomi dan sosial di wilayah tertentu, yang berdampak langsung terhadap produksi sampah plastik.

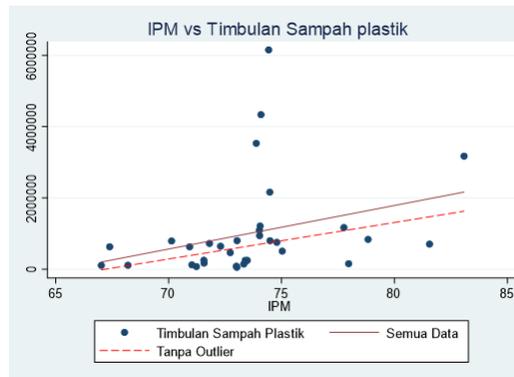
Studi oleh Lu et al. (2022) menunjukkan bahwa timbulan sampah secara global memiliki hubungan linier dengan pertumbuhan populasi (scaling linear dengan koefisien  $\beta \approx 1$  dan  $R^2 = 0,83$ ). Artinya, setiap penambahan penduduk secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan sampah. Hal serupa juga ditemukan oleh Mubarak dan Fritaryuni (2022) yang mencatat korelasi spasial antara kepadatan penduduk dan volume timbulan sampah domestik. Hasil dari Wahjuni et al. (2022) di Kota Bogor menunjukkan bahwa populasi yang besar dan pola konsumsi tinggi menyebabkan akumulasi timbulan sampah harian yang signifikan.

Rata-rata timbulan sampah plastik provinsi di Indonesia pada tahun 2024 tercatat sebesar 1.000.295 ton per tahun. Nilai minimum dan maksimum berturut-turut sebesar 51.567,58 ton dan 6.153.347 ton menunjukkan adanya kesenjangan yang sangat besar. Nilai standar deviasi yang tinggi mengindikasikan bahwa kontribusi terhadap total sampah plastik nasional sangat didominasi oleh beberapa provinsi saja. Seperti disampaikan oleh Elyasa (2019) dan Supit et al. (2019), daerah-daerah dengan populasi padat dan aktivitas ekonomi tinggi, seperti wilayah metropolitan di Pulau Jawa, menghasilkan volume sampah yang secara proporsional lebih besar.

Dengan kondisi tersebut, maka analisis lanjut mengenai hubungan antarvariabel sangat penting dilakukan, tidak hanya melalui metode regresi tetapi juga melalui visualisasi scatter plot untuk memahami kecenderungan pola hubungan antarvariabel secara eksploratif.

## Visualisasi Hubungan Antar Variabel

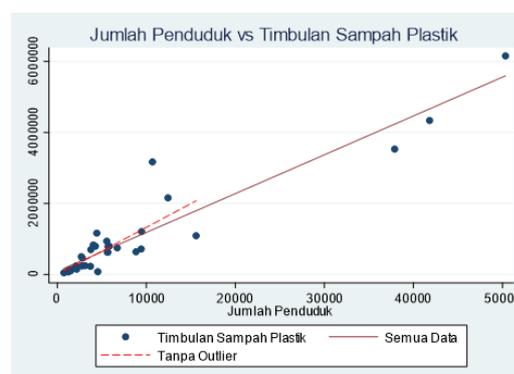
Untuk memperjelas pola hubungan antara masing-masing variabel independen terhadap timbulan sampah plastik, digunakan scatter plot yang dilengkapi dengan garis regresi. Gambar 1 menunjukkan hubungan antara IPM dan timbulan sampah plastik, sedangkan Gambar 2 menunjukkan hubungan antara jumlah penduduk dan timbulan sampah plastik.



**Gambar 1.** Scatter Plot IPM vs Timbulan Sampah Plastik

Gambar 1 menunjukkan hubungan antara IPM dan timbulan sampah plastik yang menunjukkan pola hubungan yang lemah. Mayoritas titik data tersebar secara acak dan tidak membentuk pola linier yang konsisten. Provinsi dengan IPM tinggi seperti DKI Jakarta dan Yogyakarta memang memiliki timbulan sampah yang tinggi, namun ini tidak berlaku secara umum di seluruh provinsi. Studi Muladi et al. (2022) di Kota Mataram menemukan korelasi tinggi antara IPM dan sampah, namun hasil tersebut tidak langsung dapat digeneralisasi secara nasional karena perbedaan karakteristik wilayah.

Temuan ini menunjukkan bahwa pengaruh IPM terhadap timbulan sampah bersifat kontekstual. Faktor-faktor seperti kebijakan daerah, partisipasi masyarakat, dan sistem pengelolaan sampah turut memediasi hubungan tersebut. Sebagaimana disebutkan oleh Rahmasari et al. (2020) dan Widyawati et al. (2020), rendahnya fasilitas pemilahan dan edukasi lingkungan juga dapat menjelaskan mengapa IPM tinggi tidak selalu sejalan dengan pengurangan sampah.



**Gambar 2.** Scatter Plot Jumlah Penduduk vs Timbulan Sampah Plastik

Sementara itu, Gambar 2 menggambarkan hubungan yang sangat berbeda antara jumlah penduduk dengan timbulan sampah plastik. Scatter plot kedua menunjukkan hubungan positif yang kuat dan jelas, dimana sebagian besar titik-titik data membentuk pola naik ke kanan (positif linier). Provinsi-provinsi dengan jumlah penduduk besar seperti Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur menempati posisi tertinggi dalam jumlah timbulan sampah, yang mendukung temuan adanya hubungan positif yang kuat dan signifikan secara visual antara jumlah penduduk dengan timbulan sampah plastik.

Pola hubungan linear yang kuat ini mendukung temuan Lu et al. (2022) tentang *municipal solid waste scaling* yang menunjukkan bahwa timbulan sampah naik secara proporsional dengan populasi ( $\beta \approx 1$ ,  $R^2 = 0.83$ ). Temuan serupa juga diperoleh dalam penelitian Lagman-Bautista dan Eleria (2020) di Filipina, dimana kepadatan penduduk berkorelasi positif dengan *waste generation per capita* dengan koefisien yang signifikan secara statistik. Hal ini mengkonfirmasi bahwa faktor demografis, khususnya jumlah penduduk, merupakan prediktor yang konsisten dan dapat diandalkan untuk memprediksi timbulan sampah plastik di berbagai konteks geografis dan sosial-ekonomi.

## Hasil Analisis Regresi Linier Berganda

### Uji Asumsi Klasik

Skewness and kurtosis tests for normality

Variable	Obs	Pr(skewness)	Pr(kurtosis)	Joint test	
				Adj chi2(2)	Prob>chi2
ehat	34	0.0725	0.0755	5.96	0.0508

**Tabel 2.** Hasil Uji Normalitas

Sebelum melakukan interpretasi hasil regresi, dilakukan pengujian asumsi klasik untuk memastikan validitas model. Uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk test menunjukkan nilai Prob > chi2 sebesar 0,0508 yang berada sedikit di atas tingkat signifikansi 5% ( $\alpha = 0,05$ ). Karena nilai ini sedikit lebih besar dari 0,05, maka residual dari model regresi dapat dianggap berdistribusi normal pada tingkat signifikansi 5%.

Variable	VIF	1/VIF
X1	1.02	0.984268
X2	1.02	0.984268
Mean VIF	1.02	

**Tabel 3.** Hasil Uji Multikolinearitas

Uji multikolinearitas menggunakan Variance Inflation Factor (VIF) menunjukkan bahwa nilai VIF untuk seluruh variabel independen berada jauh di bawah angka 10 dan bahkan mendekati 1. Hasil ini mengindikasikan bahwa model tidak mengalami masalah multikolinearitas, sehingga variabel-variabel independen tidak saling berkorelasi tinggi secara linear.

```

Breusch-Pagan/Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Assumption: Normal error terms
Variable: Fitted values of Y

H0: Constant variance

      chi2(1) =    9.08
Prob > chi2 = 0.0026
    
```

**Tabel 4.** Hasil Uji Heteroskedastisitas

Namun, uji heteroskedastisitas menunjukkan bahwa nilai probabilitas chi-square sebesar 0,0026 jauh lebih kecil dari tingkat signifikansi 0,05. Hasil ini menunjukkan bahwa model mengalami masalah heteroskedastisitas, artinya varians residual tidak konstan. Untuk mengatasi masalah ini, dilakukan estimasi ulang menggunakan robust standard errors.

### Output Regresi dengan Robust Standard Errors

Setelah koreksi heteroskedastisitas menggunakan robust standard errors, diperoleh persamaan regresi sebagai berikut:

$$Y = -5,493,461 + 76,298.96.X_1 + 106.39.X_2$$

dimana:

- Y = Timbulan Sampah Plastik (ton)
- X<sub>1</sub> = Indeks Pembangunan Manusia (IPM)
- X<sub>2</sub> = Jumlah Penduduk (ribu jiwa)

```

Linear regression                               Number of obs   =      34
                                                F(2, 31)       =     95.29
                                                Prob > F       =     0.0000
                                                R-squared     =     0.9196
                                                Root MSE     =     4.0e+05
    
```

Y	Robust		t	P> t	[95% conf. interval]	
	Coefficient	std. err.				
X1	76298.96	35332.49	2.16	0.039	4237.881	148360
X2	106.3886	8.065977	13.19	0.000	89.9379	122.8392
_cons	-5493461	2557205	-2.15	0.040	-1.07e+07	-278006.9

**Tabel 5.** Hasil Estimasi Model Regresi dengan Robust Standard Errors

Koefisien regresi untuk IPM sebesar 76,298.96 dan signifikan pada tingkat 5% (p-value = 0,039) menunjukkan bahwa setiap kenaikan 1 poin IPM suatu provinsi, ceteris paribus, akan meningkatkan timbulan sampah plastik sebesar 76,298.96 ton. Temuan ini sejalan dengan penelitian Muladi et al. (2022) yang menunjukkan bahwa peningkatan IPM berkontribusi terhadap peningkatan timbulan sampah melalui mekanisme peningkatan kualitas hidup dan

pola konsumsi. Penelitian Prajati et al. (2015) juga mengkonfirmasi bahwa IPM sebagai indikator pembangunan manusia memiliki pengaruh signifikan terhadap timbulan sampah, dimana dalam model Khajuria yang dikembangkan, kombinasi faktor sosial-ekonomi termasuk IPM mampu menjelaskan hingga 65,6% variasi timbulan sampah.

Meskipun koefisien ini menunjukkan hubungan positif, penting untuk memahami bahwa pengaruh IPM terhadap timbulan sampah plastik merupakan fenomena yang kompleks. Sebagaimana dijelaskan oleh Lagman-Bautista dan Eleria (2020), peningkatan pendapatan (yang tercermin dalam IPM) dapat memiliki efek ganda: di satu sisi meningkatkan konsumsi dan timbulan sampah, namun disisi lain juga dapat meningkatkan kesadaran lingkungan dan efisiensi konsumsi. Hal ini menjelaskan mengapa hubungan visual antara IPM dan timbulan sampah dalam scatter plot tampak lebih lemah dibandingkan dengan hubungan jumlah penduduk dan timbulan sampah.

Koefisien regresi jumlah penduduk sebesar 106.39 dengan p-value = 0,000 menunjukkan signifikansi yang sangat tinggi. Hasil ini mengindikasikan bahwa setiap penambahan 1.000 jiwa penduduk, dengan asumsi variabel lain konstan, akan menambah timbulan sampah plastik sebesar 106.39 ton. Temuan ini konsisten secara teoritis karena semakin besar jumlah penduduk, maka potensi sampah yang dihasilkan pun cenderung meningkat secara proporsional.

Besaran koefisien ini dapat divalidasi melalui perbandingan dengan penelitian serupa. Lu et al. (2022) dalam analisis global menunjukkan bahwa municipal solid waste memiliki scaling linear ( $B \approx 1$ ) terhadap populasi, yang berarti setiap penambahan individu berkontribusi secara proporsional terhadap total timbulan sampah. Penelitian Apriyani dan Lesmana (2019) memberikan konteks yang lebih spesifik, dimana di Kelurahan Pahandut dengan 30.856 jiwa penduduk menghasilkan timbulan sampah 12.342,4 kg/hari, atau sekitar 0,4 kg per orang per hari. Jika diekstrapolasi untuk sampah plastik (yang merupakan komponen dominan), maka koefisien 106.39 ton per 1.000 jiwa atau 106.39 kg per orang per tahun ( $\approx 0,29$  kg per orang per hari) berada dalam rentang yang realistis.

Signifikansi statistik yang sangat tinggi (p-value = 0,000) mengkonfirmasi bahwa jumlah penduduk merupakan prediktor yang sangat andal untuk timbulan sampah plastik. Hal ini sejalan dengan temuan Mubarak dan Fritaryuni (2022) yang menunjukkan korelasi spasial yang kuat antara kepadatan penduduk dan timbulan sampah, serta penelitian Prajati et al. (2015) yang menempatkan jumlah penduduk sebagai variabel kunci dalam berbagai model prediksi timbulan sampah.

Konstanta sebesar -5,493,461 meskipun bernilai negatif dan signifikan secara statistik ( $p = 0,040$ ), secara substantif tidak menjadi fokus utama interpretasi karena merepresentasikan nilai Y ketika seluruh variabel independen bernilai nol, yang dalam konteks penelitian ini tidak realistis.

Dengan demikian, ketiga hipotesis dalam penelitian ini terbukti dan diterima:

- $H_1$ : Terdapat pengaruh signifikan antara IPM terhadap timbulan sampah plastik → *Diterima*

- H<sub>2</sub>: Terdapat pengaruh signifikan antara jumlah penduduk terhadap timbunan sampah plastik → *Diterima*
- H<sub>3</sub>: Secara simultan, IPM dan jumlah penduduk berpengaruh signifikan terhadap timbunan sampah plastik → *Diterima*

Penemuan ini secara bersamaan menangani masalah penelitian dan tujuan yang telah diusulkan sebelumnya. Kontribusi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) terhadap pembangkitan limbah dalam konteks manajemen lingkungan menyoroti perlunya strategi yang lebih komprehensif, yang mencakup peningkatan kesadaran lingkungan dan penguatan sistem manajemen limbah selain bertujuan untuk perbaikan indeks kuantitatif. Selain menjadi tantangan, populasi yang besar juga menghadirkan peluang untuk mengembangkan sistem daur ulang berbasis komunitas dan ekonomi sirkular yang lebih luas.

Peningkatan Indeks Pembangunan Manusia (IPM), meskipun secara umum dipandang sebagai indikator kemajuan sosial, ternyata berkorelasi positif dengan timbunan sampah plastik. Fenomena ini menandai paradoks pembangunan: semakin tinggi kualitas hidup, konsumsi pun meningkat, termasuk konsumsi barang sekali pakai seperti plastik. Temuan ini didukung oleh Elyasa (2019) yang menunjukkan bahwa kenaikan IPM di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung berdampak signifikan terhadap peningkatan volume sampah yang ditimbun di TPA ( $R^2 = 0,82$ ;  $\text{sig} = 0,004$ ), menjelaskan bahwa peningkatan pendapatan dan standar hidup mendorong perilaku konsumtif masyarakat. Namun, peningkatan ini tidak selalu diimbangi oleh kesadaran dan perilaku ramah lingkungan, yang seharusnya menjadi bagian dari kualitas hidup yang berkelanjutan. Temuan ini juga diperkuat oleh studi Minoglou et al. (2017), yang menemukan bahwa negara-negara dengan IPM tinggi cenderung menghasilkan lebih banyak limbah akibat peningkatan konsumsi dan akses layanan, termasuk dalam sektor kesehatan.

Di sisi lain, jumlah penduduk tetap menjadi faktor yang lebih langsung mempengaruhi volume sampah, sebagaimana ditekankan oleh Supit et al (2019), yang mencatat bahwa di Kelurahan Singkil Satu, Kota Manado, timbunan sampah harian mencapai 237,8 kg/hari, didominasi oleh limbah organik dan anorganik, dengan tingkat partisipasi masyarakat dalam memilah sampah yang masih rendah (hanya 44,8% responden berpendidikan SMA).

Kondisi ini menegaskan bahwa peningkatan populasi dan rendahnya kesadaran pengelolaan sampah akan memperburuk masalah lingkungan. Studi oleh Yusari dan Purwohandoyo (2020) juga memperingatkan bahwa tanpa intervensi kebijakan yang memadai, pertumbuhan populasi di Kota Yogyakarta berpotensi menyebabkan lonjakan timbunan sampah plastik hingga 16 juta liter/hari pada tahun 2035. Maka dari itu, peningkatan IPM dan pertumbuhan penduduk perlu disertai dengan kebijakan lintas sektor yang mengintegrasikan pembangunan sosial dan lingkungan agar tercipta pembangunan yang benar-benar berkelanjutan.

Temuan bahwa IPM dan jumlah penduduk berpengaruh signifikan terhadap timbunan sampah plastik membawa dampak penting terhadap agenda pembangunan berkelanjutan, khususnya dalam konteks Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) yang telah menjadi acuan global, termasuk di Indonesia. Secara khusus, hasil penelitian ini bersinggungan langsung dengan (1) SDGs 11: Kota dan Permukiman yang Inklusif, Aman, Tangguh, dan Berkelanjutan, (2) SDGs 12: Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab.

Peningkatan IPM memang mencerminkan kemajuan sosial, namun tanpa sistem pengelolaan sampah yang memadai, hal ini justru dapat menimbulkan beban lingkungan baru akibat pola konsumsi yang meningkat. Studi oleh Fauzi et al. (2025) mendukung temuan ini, dengan menunjukkan bahwa kepadatan penduduk dan konsumsi (diukur melalui PDRB) berkontribusi positif terhadap timbulan sampah. Menariknya, IPM yang tinggi dapat berkorelasi negatif terhadap timbulan jika disertai perilaku konsumsi yang lebih bertanggung jawab.

Implikasi kebijakannya antara lain:

- Integrasi aspek lingkungan dalam program peningkatan IPM, seperti kurikulum pendidikan yang memuat kesadaran lingkungan dan penguatan sanitasi berbasis prinsip 3R.
- Perencanaan wilayah berbasis data demografi dan timbulan sampah, untuk menyesuaikan kebutuhan infrastruktur pengelolaan sampah.
- Penguatan regulasi dan instrumen fiskal, seperti insentif bagi industri daur ulang, larangan plastik sekali pakai bertahap, dan penerapan *extended producer responsibility* (EPR).

Dengan demikian, IPM dan jumlah penduduk perlu dipahami bukan hanya sebagai indikator kemajuan, tetapi juga sebagai faktor risiko ekologis. Temuan ini menegaskan pentingnya pendekatan ekonomi lingkungan untuk memastikan bahwa pembangunan manusia mendukung keberlanjutan jangka panjang.

### Rekomendasi Kebijakan

Berdasarkan hasil temuan dan analisis sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa peningkatan IPM dan jumlah penduduk merupakan faktor yang secara signifikan memengaruhi timbulan sampah plastik. Oleh karena itu, diperlukan strategi kebijakan yang bersifat antisipatif, terintegrasi, dan berbasis data untuk mencegah eskalasi krisis lingkungan. Berikut beberapa rekomendasi yang dapat dipertimbangkan oleh pembuat kebijakan:

#### a. Integrasi IPM dan Lingkungan dalam Kebijakan Daerah

Peningkatan IPM harus dibarengi dengan penguatan edukasi lingkungan dan pembentukan kesadaran publik terhadap dampak konsumsi berlebihan terhadap lingkungan. Pemerintah daerah dapat menyisipkan kurikulum hijau dan pelatihan keterampilan daur ulang dalam program peningkatan kapasitas masyarakat. Penelitian Aulia dan Hadju (2024) menegaskan bahwa faktor perilaku masyarakat yang dipengaruhi oleh tingkat pendidikan dan kesadaran lingkungan turut menentukan besarnya timbulan sampah, sehingga strategi peningkatan IPM harus secara eksplisit menyertakan aspek keberlanjutan dan tanggung jawab ekologis dalam desain kebijakan sosial.

#### b. Penguatan Sistem Daur Ulang Berbasis Komunitas

Pemerintah daerah perlu menyinergikan peningkatan IPM dengan program daur ulang berbasis komunitas, seperti bank sampah digital, insentif rumah tangga pemilah sampah, atau kolaborasi dengan UMKM pengelola limbah. Model ini telah berhasil

diterapkan di beberapa wilayah dan dinilai efektif dalam menekan jumlah sampah rumah tangga (Elyasa, 2020).

c. Pemetaan Risiko Berdasarkan Proyeksi Demografi dan IPM

Kementerian atau dinas lingkungan hidup provinsi perlu menggunakan data prediktif IPM dan jumlah penduduk untuk merancang peta risiko timbulan sampah plastik per wilayah. Hal ini sejalan dengan pendekatan *evidence-based policy* yang menekankan pentingnya intervensi yang didukung oleh data kuantitatif (Prajati et al., 2015).

d. Pembatasan Konsumsi Plastik Sekali Pakai di Wilayah Ber-Urbanisasi Tinggi

Regulasi pembatasan plastik sekali pakai perlu diprioritaskan di daerah dengan IPM tinggi dan jumlah penduduk padat, yang terbukti menghasilkan volume sampah lebih besar. Pendekatan ini telah diterapkan di Filipina dan dinyatakan efektif dalam mengontrol pertumbuhan timbulan limbah plastik di pusat urbanisasi (Lagman-Bautista & Eleria, 2020).

## 5. Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dan jumlah penduduk secara signifikan memengaruhi timbulan sampah plastik di Indonesia. Hasil analisis regresi linier berganda dengan pendekatan robust standard errors menunjukkan bahwa kedua variabel tersebut tidak hanya berpengaruh secara individual tetapi juga simultan terhadap peningkatan volume sampah plastik di tingkat provinsi. Setiap peningkatan satu poin IPM berkorelasi dengan kenaikan timbulan sampah sebesar 76.298,96 ton per tahun, sementara setiap tambahan 1.000 jiwa penduduk berkontribusi terhadap peningkatan 106,39 ton sampah plastik.

Temuan ini menegaskan bahwa kemajuan pembangunan manusia dan pertumbuhan penduduk, meskipun mencerminkan peningkatan kualitas hidup, juga berimplikasi pada tantangan ekologis yang serius jika tidak diimbangi dengan kebijakan pengelolaan limbah yang tepat. Oleh karena itu, IPM dan jumlah penduduk tidak hanya harus dilihat sebagai indikator kemajuan sosial, tetapi juga sebagai determinan risiko lingkungan yang perlu dikelola secara cermat.

Sebagai tindak lanjut, diperlukan pendekatan kebijakan yang mengintegrasikan pembangunan sosial dengan perlindungan lingkungan, seperti pendidikan berbasis kesadaran ekologis, penguatan sistem daur ulang berbasis komunitas, serta regulasi konsumsi plastik yang lebih ketat. Penelitian selanjutnya direkomendasikan untuk memperluas variabel prediktor serta mengadopsi pendekatan panel data agar diperoleh pemahaman dinamis terhadap tren timbulan sampah plastik dari waktu ke waktu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apriyani, N., & Lesmana, R. Y. (2019). Jumlah Timbulan dan Komposisi Sampah di Kelurahan Pahandut Kota Palangka Raya serta Dampaknya terhadap Kualitas Air Lindi. *MITL (Media Ilmiah Teknik Lingkungan)*, 4(1), 5-9.
- Aulia, U., & Hadju, V. A. (2024). Analisis Faktor yang Berpengaruh Terhadap Angka Timbulan Sampah. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 7(6), 2239-2245.

- Elyasa, M. D. (2019). Analisis Pengaruh Nilai IPM dan Jumlah Penduduk terhadap Timbunan Sampah di TPA se-Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *JGG - Jurnal Green Growth dan Manajemen Lingkungan*, 8(1), 1-8.
- Fauzi, A. R., Putra, F. A., Alfajar, R., Afdallah, M. F., Purwaningsih, V. T., & Aida, N. (2025). Pengaruh Kependudukan, Perekonomian Regional, dan Pembangunan Manusia terhadap Lingkungan: Tantangan dan Peluang bagi Pembangunan Kota Berkelanjutan. *Diponegoro Journal of Economics*, 14(1), 53-65.
- Lagman-Bautista, J., & Eleria, N. (2020). Solid Waste Generation in the Philippines: A Correlational Analysis on Economic and Social Metrics. *International Journal of GEOMATE*, 19(72), 75-80.
- Liu, C., Geyer, R., & Hu, S. (2024). 100 Years of Plastic: Using the Past to Guide the Future. *arXiv Preprint*, arXiv:2411.13618v1.
- Lu, M., Zhang, J., Bettencourt, L., & Hu, D. (2022). Worldwide Scaling of Waste Generation in Urban Systems. *arXiv Preprint*, arXiv:2208.07917v1.
- Minoglou, M., Gerassimidou, S., & Komilis, D. (2017). Healthcare Waste Generation Worldwide and Its Dependence on Socio-Economic and Environmental Factors. *MDPI*, 9(220), 1-13.
- Mubarak, A., & Fritaryuni. (2022). Pemetaan Risiko Penyakit Akibat Timbunan Sampah Domestik di Kota Ternate Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal InSTEK*, 8(1), 61-70.
- Muladi, A., Suwandi, & Sumiadi, A. (2022). Pengaruh Nilai Indeks Pembangunan Manusia terhadap Jumlah Produksi Sampah Kota Mataram. *JEPTEC: Journal of Environmental Policy and Technology*, 1(1), 60-68.
- Prajati, G., Padmi, T., & Rahardyan, B. (2015). Pengaruh Faktor-Faktor Ekonomi dan Kependudukan terhadap Timbunan Sampah di Ibu Kota Provinsi Jawa dan Sumatera. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 21(1), 39-47.
- Rahmasari, S., Karimuna, S. R., & Meliahsari, R. (2020). Analisis Laju Timbunan dan Komposisi Sampah di Pemukiman Pesisir Kelurahan Lapulu Kota Kendari. *Jurnal Kesehatan Lingkungan UHO*, 1(2), 90-98.
- Supit, G. R., Maddusa, S. S., & Joseph, W. B. S. (2019). Analisis Timbunan Sampah di Kelurahan Singkil Satu Kecamatan Singkil Kota Manado. *Jurnal KESMAS*, 8(5), 51-58.
- Wahjuni, S., Wulandari, & Zakiah, R. A. (2022). Sistem Pemantauan Volume Timbunan Sampah Berbasis Internet of Things di Tempat Penampungan Sementara Kota Bogor. *Jurnal Ilmu Komputer dan Aplikasinya (JIKA)*, 9(2), 114-126.
- Widyawati, Rinaldi, & Laura, W. L. C. H. (2020). Analisis Timbunan dan Komposisi Sampah untuk Potensi Reduksi Sampah di Kelurahan Selamat. *Jurnal Engineering*, 2(2), 1-15.
- Yusari, T., & Purwohandoyo, J. (2020). Potensi Timbunan Sampah Plastik di Kota Yogyakarta Tahun 2035. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 25(2), 88-101.