

Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Degradasi Lingkungan di Indonesia

Nabila Fitri Alita¹, Yollit Permata Sari²

^{1,2} Program Studi Ekonomi Pembangunan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Negeri Padang, Indonesia

*Korespondensi: nabilafitri888@gmail.com, yollitpermata@gmail.com

Info Artikel

Diterima:

15 Mei 2025

Disetujui:

18 Juni 2025

Terbit daring:

25 Juni 2025

DOI: -

Sitasi:

Alita, N.F & Sari, Y.P
(2025). Faktor-Faktor Yang
Mempengaruhi Degradasi
Lingkungan di Indonesia

Abstract:

This study aims to determine the effects of: (1) Industrialization (2) Gross Domestic Product percapita (3) forest area on ecological footprint in Indonesia. The data used in this research is time series data from 1992-2022. This research is quantitative research with the ECM (Error Correction Model) model. The observation results show that: (1) In the short term industrialization has a significant positive effect on environmental degradation in Indonesia. While Gross Domestic Product percapita and forest area have no significant effect on ecological footprint in Indonesia. (2) In the long-term industrialization has no significant effect on environmental degradation in Indonesia. While Gross Domestic Product have a significant positive effect and forest area have a significant negative effect on ecological footprint in Indonesia. This study contributes to economic policy making, especially in improving environmental quality and formulating effective policies to reduce environmental damage in Indonesia. These findings are expected to be the basis for realizing sustainable development goals in Indonesia.

Keywords : Industrialization, Gross Domestic Product percapita, Forest Area, Environmental Degradation, Error Correction Model (ECM).

Abstrak:

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh: (1) industrialisasi, (2) PDB perkapita, dan (3) kawasan hutan terhadap jejak ekologi di Indonesia. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data deret waktu dari tahun 1992–2022. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan model ECM (*Error Correction Model*). Hasil observasi menunjukkan bahwa: (1) Dalam jangka pendek, industrialisasi berpengaruh positif dan signifikan terhadap kerusakan lingkungan di Indonesia. Sementara itu, PDB perkapita dan kawasan hutan tidak berpengaruh signifikan terhadap jejak ekologi di Indonesia. (2) Dalam jangka panjang, industrialisasi tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kerusakan lingkungan di Indonesia. Namun, PDB perkapita berpengaruh positif signifikan dan kawasan hutan berpengaruh negatif signifikan terhadap jejak ekologi di Indonesia. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap perumusan kebijakan dalam upaya peningkatan kualitas lingkungan serta penyusunan kebijakan yang efektif untuk mengurangi kerusakan lingkungan di Indonesia. Temuan ini diharapkan menjadi dasar dalam mewujudkan tujuan pembangunan berkelanjutan di Indonesia.

Kata kunci : Industrialisasi, PDB perkapita, Kawasan Hutan, Degradasi Lingkungan, Error Correction Model (ECM).

Kode Klasifikasi JEL: O14, L11, L73

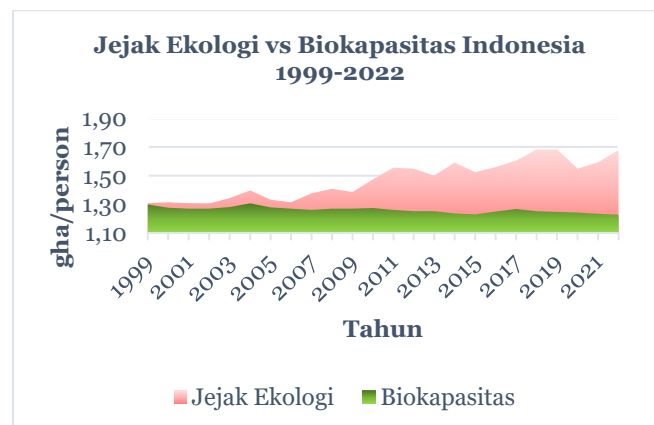
PENDAHULUAN

Dalam mencapai target Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) 2030 terdapat tantangan terutama terkait degradasi lingkungan yang semakin mengkhawatirkan. Berbagai aktivitas ekonomi manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung, turut memperburuk kondisi lingkungan (Zafar et al., 2019). Fenomena ini tidak hanya terjadi di negara berkembang, tetapi juga menjadi perhatian serius di negara maju. Pertumbuhan ekonomi yang diharapkan dapat meningkatkan kesejahteraan justru sering kali berbanding terbalik dengan kelestarian ekosistem. Hal itu juga diiringi dengan pembangunan ekonomi yang secara tidak langsung juga akan meningkatkan kebutuhan akan energi, lahan, dan sumber daya alam.

Berbagai fenomena kerusakan lingkungan di Indonesia yang semakin nyata terutama akibat alih fungsi lahan hutan untuk perkebunan kelapa sawit, pembangunan infrastruktur, dan kawasan industri, serta meluasnya area lahan tidak produktif yang telah mengurangi daya dukung ekosistem (KLHK, 2022). Hal ini menunjukkan ketidakselarasan antara pembangunan ekonomi dan prinsip keberlanjutan ekologis. Pada berbagai kajian ekonomi lingkungan, banyak penelitian empiris yang mengeksplorasi hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan kerusakan lingkungan, dengan penekanan pada penggunaan emisi CO₂ sebagai indikator dalam mengukur kerusakan lingkungan. Namun, ternyata aktivitas manusia tidak hanya mempengaruhi atmosfer udara tetapi juga menyebabkan polusi air dan juga erosi tanah (Wang et al., 2018). Sumber daya alam yang digunakan dan jumlah limbah yang dihasilkan dari aktivitas manusia mencerminkan bagaimana manusia mempengaruhi ekosistem di seluruh dunia. Hal ini dapat dihitung menggunakan jejak ekologi, yang nilainya harus diminimalkan untuk memulihkan penurunan kualitas hidup yang disebabkan oleh kerusakan ekosistem dan perubahan iklim (Kumaran et al., 2024). Oleh karena itu, jejak ekologi digunakan sebagai alternatif untuk mengukur kualitas lingkungan dan memperluas cakupan penelitian sebelumnya yang biasanya hanya menitikberatkan pada emisi CO₂ (Etensa et al., 2025).

Beberapa temuan penelitian banyak yang telah mengeksplorasi bagaimana kondisi lingkungan dalam konteks jejak ekologi. Salah satunya adalah Wackernagel dan Rees (1998) yang pertama kali mengenalkan dan mengatakan bahwa indikator jejak ekologi tersebut mempertimbangkan aspek lainnya selain emisi CO₂. Ulucak dan Bilgili (2018) juga mendukung pernyataan tersebut bahwa indikator kerusakan lingkungan ini atau jejak ekologi dapat menjelaskan bagaimana dampak langsung dari berbagai aktivitas manusia berupa konsumsi terhadap lingkungannya dan juga limbah yang dihasilkan. Jejak ekologi tidak hanya berfungsi sebagai alat ukur untuk mengidentifikasi besarnya jejak lingkungan yang ditinggalkan oleh manusia, tetapi juga memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai hubungan kompleks antara manusia, konsumsi, dan dampaknya terhadap keberlanjutan ekosistem. Oleh karena itu, jejak ekologi kini dianggap sebagai ukuran yang lebih luas untuk menggambarkan sejauh mana aktivitas manusia telah menyebabkan degradasi lingkungan dan mengancam kelangsungan hidup di bumi (Ulucak & Bilgili, 2018; Wang et al., 2018).

Jejak ekologi menjadi indikator penting dalam menilai bagaimana permintaan konsumsi dari aktivitas manusia terhadap lingkungan. Jejak ekologi mengukur jumlah sumber daya alam yang digunakan oleh populasi manusia dan membandingkannya dengan kapasitas regenerasi lingkungan. Di Indonesia, jejak ekologi yang tinggi menunjukkan bahwa konsumsi sumber daya alam melebihi kapasitas regenerasi lingkungan. Menurut *Global Footprint Network*, Indonesia memiliki tren jejak ekologi yang terus meningkat, yang menunjukkan bahwa negara ini berada dalam kondisi tidak berkelanjutan.



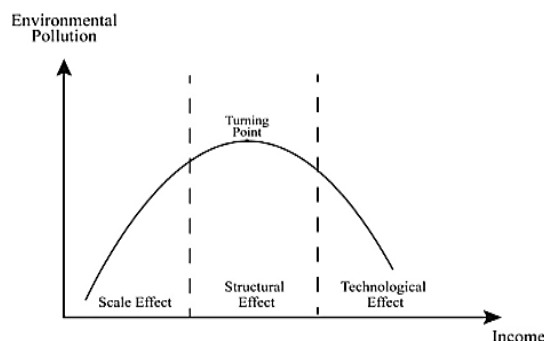
Gambar 1. Grafik Jejak Ekologi vs Biokapasitas di Indonesia, Tahun 1999-2022 (gha/person)

Sumber : *Global Footprint Network (2025)*

Dapat dilihat dalam grafik 1.1 di atas yang menggambarkan tren jejak ekologi Indonesia dari tahun 1999 hingga 2022 yang mengalami peningkatan. Pada awal tahun 2000-an, Indonesia memasuki kondisi defisit ekologis, di mana jejak ekologis penduduknya melampaui kapasitas biologis yang tersedia. Hal ini ditandai dengan area merah yang semakin meluas dan meningkat. Kondisi ini menunjukkan bahwa konsumsi sumber daya alam berlangsung lebih cepat daripada kemampuan alam untuk memulihkannya, sehingga adanya kesenjangan yang semakin melebar antara jejak ekologi dan biokapasitas. Secara keseluruhan, hal ini menggambarkan peningkatan tekanan terhadap sumber daya alam di Indonesia yang diduga akibat pertumbuhan populasi, perubahan pola konsumsi, dan aktivitas ekonomi yang intensif. Jika tren ini terus berlanjut tanpa ada upaya signifikan untuk meningkatkan keberlanjutan, kondisi ini dapat mengancam keseimbangan ekologis dan kesejahteraan masyarakat di masa depan.

Faktor-faktor seperti industrialisasi, meningkatnya PDB perkapita, dan juga kawasan hutan memiliki kontribusi terhadap kondisi jejak ekologi di Indonesia. Kurva Lingkungan Kuznets mengatakan bahwa negara-negara maju menunjukkan hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan kerusakan lingkungan yang berbentuk kurva U terbalik. Dalam artian negara-negara maju ini sudah mencapai titik baliknya. Sementara itu, negara-negara berkembang masih berada pada tahapan awal pembangunan yang dimana belum mencapai titik balik dalam kurva tersebut (Kaika & Zervas, 2013). Peningkatan aktivitas perekonomian dan sektor industri berkontribusi terhadap tekanan ekologis dalam eksploitasi sumber daya alam dan peningkatan emisi, yang pada akhirnya memperburuk kerusakan (Mahmood et al., 2020; Yang et al., 2021). Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi belum disertai dengan transisi ke industri yang lebih berkelanjutan dalam menuju pada fase perbaikan lingkungan. Sementara itu, menurut Kumaran et al., (2024) dalam temuannya meneliti bagaimana pengaruh adanya perluasan kawasan hutan terhadap jejak ekologi di Indonesia. Dalam temuannya menyoroti perluasan kawasan hutan dapat mengurangi dampak ekologis sehingga diperlukan penerapan kebijakan pengelolaan hutan yang lebih efektif.

Hubungan antara degradasi lingkungan dan pertumbuhan ekonomi dijelaskan melalui Kurva Lingkungan Kuznets (*Environmental Kuznets Curve*). Konsep ini pertama kali dikemukakan oleh Grossman dan Krueger (1991) dalam studi mereka mengenai hubungan antara kualitas udara dan pertumbuhan ekonomi dalam konteks liberalisasi perdagangan NAFTA (*North American Free Trade Agreement*) antara Amerika Serikat dan Meksiko. Kurva ini berasal dari hipotesis U terbalik yang dikembangkan oleh Simon Kuznets (1955) terkait hubungan antara ketimpangan pendapatan dan pertumbuhan ekonomi. Bentuk kurva U terbalik muncul ketika sumbu vertikal mewakili tingkat kerusakan lingkungan, sementara sumbu horizontal menunjukkan pendapatan per kapita.

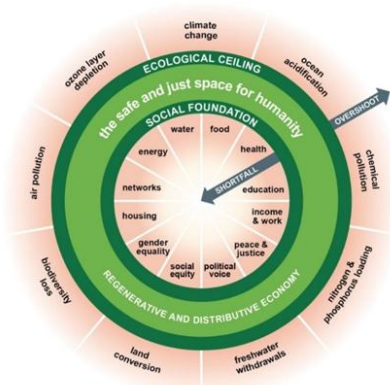


Gambar 2. Kurva Lingkungan Kuznets

Sumber : (Bilgili et al., 2016)

Teori ini menyatakan bahwa ketika pendapatan suatu negara meningkat, pada awalnya kerusakan lingkungan juga akan meningkat. Namun, setelah melewati ambang batas tertentu pada peningkatan pendapatan, kerusakan lingkungan mulai cenderung berkurang. Beberapa ahli menghubungkan hipotesis ini dengan mengacu kepada konsep “*grow first and then clean up*”, kejar pertumbuhan lebih dahulu baru dilakukan penanganan polusi (Yakin, 2015). Hal ini terjadi karena pada tahap awal pembangunan, negara lebih fokus pada pertumbuhan ekonomi dibandingkan kondisi lingkungan. Namun, ketika kesejahteraan masyarakat meningkat, perhatian terhadap keberlanjutan lingkungan juga bertambah.

Teori Ekonomi Donat (*Doughnut Economics*) adalah pendekatan ekonomi yang mengkaji mengenai keseimbangan antara pemenuhan kebutuhan manusia dan kemampuan alam atau batasan ekologis bumi. Teori ini dikembangkan oleh Kate Raworth, seorang ekonom dari *Oxford University*, dalam bukunya yang berjudul “*Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist*” (Raworth, 2017). Teori ini menggambarkan keseimbangan antara kebutuhan dasar manusia dan batasan ekologis planet dalam bentuk visual seperti donat. Lingkaran dalam (*social foundation*) donat mewakili kebutuhan sosial dasar yang harus dipenuhi, seperti makanan, air bersih, kesehatan, pendidikan, dan energi. Lingkaran luar (*ecological ceiling*) menggambarkan batas ekologis bumi yang tidak boleh dilampaui, seperti perubahan iklim, polusi, dan hilangnya keanekaragaman hayati. Ruang di antara kedua lingkaran ini adalah “ruang aman” di mana manusia dapat hidup sejahtera tanpa merusak lingkungan. Teori ini menekankan bahwa pertumbuhan ekonomi tidak boleh mengorbankan ekologi, apalagi melebihi batas-batas ekologis seperti jejak ekologi dan kerusakan hutan.



Gambar 3. Ekonomi Donat

Sumber: (Raworth, 2017)

Dalam konteks penelitian ini, teori *Doughnut Economics* relevan karena membahas pentingnya menjaga keseimbangan antara pembangunan ekonomi, aktivitas industri, dan perlindungan lingkungan. Ketika pertumbuhan ekonomi dan industrialisasi meningkat tanpa pengelolaan yang tepat, potensi terjadinya kerusakan lingkungan seperti meningkatnya jejak ekologi menjadi lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa pembangunan belum berada dalam batas aman seperti yang digambarkan dalam teori ini. Sebaliknya, luas kawasan hutan menunjukkan pentingnya menjaga dan memperluas wilayah konservasi sebagai bagian dari upaya menjaga keseimbangan ekologis. Dalam pandangan *Doughnut Economics*, upaya tersebut sangat penting untuk memastikan bahwa aktivitas manusia tidak melampaui batas ekologis bumi.

Berdasarkan fenomena, kajian empiris, dan kajian teoritis di atas, penelitian ini perlu dilakukan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang meningkatkan kerusakan lingkungan di Indonesia. Maka dari itu, penelitian ini menyelidiki pengaruh antara industrialisasi, PDB perkapita, dan kawasan hutan terhadap kondisi jejak ekologi di Indonesia. Penelitian ini juga mengisi kesenjangan penelitian sebelumnya yang mencolok dalam literatur bahwa jejak ekologi masih sedikit digunakan sebagai indikator kerusakan lingkungan.

METODE PENELITIAN

Data dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari *World Bank* (WDI). Penelitian ini tergolong dalam penelitian deskriptif yang menggunakan pendekatan kuantitatif dengan menggunakan model ECM (*Error Correction Model*). Model ini menggunakan variabel independen terhadap variabel dependen dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Studi ini dilakukan di Indonesia dengan menggunakan data *time series* dari tahun 1992-2022. Variabel dependen yang diteliti adalah industrialisasi, PDB perkapita, dan kawasan hutan sementara variabel independen adalah jejak ekologi. Pengolahan analisis data pada penelitian ini menggunakan *software Eviews* versi 12. Berikut persamaan regresi:

$$D(JEt) = \beta_0 + \beta_1 D(INDt) + \beta_2 D(PDBcapt) + \beta_3 D(KHt) + \beta_5 ECT(-1) + Ut$$

Karena dalam penelitian ini terdapat perbedaan satuan maka model ditransformasi menggunakan logaritma yang bertujuan untuk mengurangi dampak outlier dalam data. Maka model yang digunakan menjadi:

$$D(\text{Log}(JEt)) = \beta_0 + \beta_1 D(INDt) + \beta_2 D(\text{Log}(PDBcapt)) + \beta_3 D(KHt) + \beta_5 ECT(-1) + Ut$$

Dimana :

JE = Jejak Ekologi

β_0 = Konstanta

IND = Industrialisasi

PDBcap = PDB perkapita

KH = Kawasan Hutan

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ = Koefisien regresi

Ut = Disturbance term (Kesalahan pengganggu)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, model ECM digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi degradasi lingkungan di Indonesia. Variabel independen meliputi industrialisasi, PDB perkapita, dan kawasan hutan, sementara variabel dependen yang diteliti adalah jejak ekologi.

Uji Stasioneritas

Tabel 1. Hasil Uji Stasioner

Variabel	Uji akar Unit	Prob	Stasioner
Jejak Ekologi (JE)	Level	0.7197	Tidak
	1st difference	0.0000	Ya
Industrialisasi (IND)	Level	0.0041	Ya
	1st difference	0.0000	Ya
PDB perkapita (PDBcap)	Level	0.9528	Tidak
	1st difference	0.0036	Ya
Kawasan Hutan (KH)	Level	0.0531	Tidak
	1st difference	0.0055	Ya

Sumber: Hasil olah data dengan E-views 12 (2025)

Berdasarkan tabel 1 terlihat bahwa variabel jejak ekologi, PDB perkapita, dan kawasan hutan telah stasioner pada tingkat *first different*. Variabel yang tidak stasioner di level menjadi stasioner di 1st difference. Hal ini dikarenakan nilai t-statistik ADF lebih kecil dibandingkan nilai kritis pada tingkat 0,05.

Uji Kointegrasi

Tabel 2. Hasil Uji Kointegrasi

Null Hypothesis: ECT has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=7)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.606250	0.0009
Test critical values:		
1% level	-3.670170	
5% level	-2.963972	
10% level	-2.621007	

Sumber: Hasil olah data dengan E-views 12 (2025)

Uji kointegrasi melalui uji ADF pada residual menghasilkan nilai t-statistik -4.606250 (p-value=0.0009), mengindikasikan residual stasioner pada level. Hal ini menunjukkan variabel-variabel tersebut tidak stasioner di level tapi terkointegrasi. Hal ini membuktikan adanya hubungan kointegrasi antar variabel, memenuhi syarat utama untuk pembentukan model ECM. Dalam model ECM nantinya, ECT diharapkan memiliki koefisien negatif signifikan yang menunjukkan kecepatan penyesuaian menuju keseimbangan jangka panjang.

Hasil Estimasi ECM

Tabel 3. Hasil Estimasi Jangka Pendek

Variabel	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.001604	0.010255	0.156409	0.8770
D (IND)	0.003082	0.001365	2.257372	0.0330
D (LOGPDBcap)	0.175075	0.181296	0.965685	0.3435
D(KH)	-0.010590	0.010464	-1.012053	0.3212
ECT(-1)	-0.877651	0.204783	-4.285761	0.0002

Sumber: Hasil olahan data dengan E-views 12 (2025)

Tabel 4. Hasil Estimasi Jangka Panjang

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-3.719799	0.748028	-4.972808	0.0000
IND	0.002418	0.001356	1.782692	0.0859
LOGPDBcap	0.262175	0.036597	7.163747	0.0000
KH	-0.007782	0.002608	-2.984120	0.0060

Sumber: Hasil olah data dengan E-views 12 (2025)

Hasil estimasi persamaan jangka panjang yang terbentuk dari model tersebut yaitu:

$$\text{LOG}(\text{JE}) = -3.719799 + 0.002418 (\text{IND}) + 0.262175 \text{LOG}(\text{PDBcap}) - 0.007782 (\text{KH})$$

dan persamaan jangka pendek yang terbentuk yaitu :

$$\text{D}(\text{LOGJE}) = 0.001604 + 0.003082 \text{D}(\text{IND}) + 0.175075 \text{D}(\text{LOGPDBcap}) - 0.010590 \text{D}(\text{KH}) - 0.877651 \text{ECT}(-1).$$

Dapat dilihat dalam tabel di atas, koefisien ECT bernilai negatif dan signifikan yang dimana probabilitas ECT kecil daripada 0.05. Hal ini menunjukkan bahwa model ECM valid untuk digunakan karena model memiliki mekanisme penyesuaian dalam jangka panjang. Dengan nilai koefisien ECT sebesar 0.877, yang artinya jika variabel-variabel dalam model mengalami gangguan atau *shock* dalam jangka pendek, maka efek kesalahan yang akan dikoreksi sebesar 87.7% dalam satu periode.

Pengaruh Industrialisasi Terhadap Jejak Ekologi

Berdasarkan analisis statistik, ditemukan bahwa bahwa variabel industrialisasi (IND) dalam jangka pendek berpengaruh positif dan signifikan terhadap kerusakan lingkungan di Indonesia karena nilai probabilitas < 0.05 yaitu 0.0330 dengan nilai koefisien industrialisasi sebesar 0.0030, artinya jika perubahan industrialisasi meningkat sebesar 1 persen maka jejak ekologi atau kerusakan lingkungan juga akan meningkat sebesar 0.3% dengan asumsi *ceteris paribus* dan begitupula sebaliknya.

Hal ini sejalan dengan teori kurva lingkungan Kuznets yang mengatakan bahwa pada tahap awal pertumbuhan industrialisasi maka perekonomian akan terjadi perubahan struktural ekonomi dari sektor pertanian ke sektor industri dan berfokus pada peningkatan aktivitas di sektor industri. Pada tahap ini ketika industri berkembang, mereka sering kali menghasilkan limbah dan emisi yang mencemari udara, air, dan tanah tanpa mementingkan dampaknya terhadap kerusakan lingkungan. Temuan ini juga konsisten dengan studi yang dilakukan oleh Quito et al., (2023) menunjukkan bahwa industrialisasi memiliki efek positif dan signifikan terhadap jejak ekologi, terutama di kuantil di mana negara berkembang terkonsentrasi.

Pada estimasi jangka panjang dapat dilihat bahwa terdapat pengaruh positif dan tidak signifikan dari variabel industrialisasi (IND) terhadap jejak ekologi atau kerusakan lingkungan (JE) dengan koefisien regresi 0.002 dan probabilitas 0.0997 > 0.05. Artinya dalam jangka panjang kenaikan dan penurunan dari perubahan variabel industrialisasi tidak memiliki pengaruh terhadap jejak ekologi dengan asumsi *ceteris paribus* dan begitupula sebaliknya.

Hal ini terjadi karena ada faktor lain, seperti adanya efisiensi energi dengan meningkatnya penggunaan energi terbarukan, atau sektor industri telah mengadopsi teknologi yang lebih ramah lingkungan dan efisien, sehingga dampak negatifnya terhadap lingkungan berkurang dalam jangka panjang. Temuan ini juga sejalan dengan penelitian Nulambeh dan Jaiyeoba (2024) mengenai pengaruh yang tidak signifikan antara industrialisasi dan kualitas lingkungan. Industrialisasi di Afrika dapat terus tumbuh secara berkelanjutan selama sebagian besar energi yang digunakan untuk proses industri berasal dari sumber terbarukan.

Pengaruh PDB perkapita Terhadap Jejak Ekologi

PDB perkapita (PDBcap) dalam jangka pendek tidak berpengaruh signifikan terhadap jejak ekologi di Indonesia dilihat dari nilai probabilitasnya > 0.05 yaitu 0.3435 dengan nilai koefisien 0.175075. Hal ini dapat terjadi karena dampak dari peningkatan pendapatan baru akan terlihat dalam jangka panjang ketika pola konsumsi berubah dan aktivitas produksi meningkat. Hal ini mengindikasikan bahwa kerusakan lingkungan akibat pertumbuhan ekonomi tidak langsung muncul dan butuh waktu bertahun-tahun untuk menunjukkan dampak ekologisnya. Hasil penelitian ini juga mendukung temuan Putra dan Roza (2022) bahwa alam jangka pendek pertumbuhan ekonomi tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap kerusakan lingkungan. Hal ini disebabkan oleh dampak aktivitas ekonomi terhadap lingkungan yang memerlukan waktu untuk terakumulasi, adanya faktor lain yang menutupi

efek pertumbuhan ekonomi, serta struktur ekonomi yang masih didominasi sektor-sektor dengan tekanan ekologis yang relatif rendah.

Dalam jangka panjang PDB perkapita (PDBcap) memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap jejak ekologi (JE) dengan koefisien regresi 0.2621 dan probabilitas $0.000 < 0.05$. Artinya dalam jangka panjang jika terjadi kenaikan PDB perkapita (PDBcap) sebesar 1 persen maka kerusakan lingkungan akan meningkat sebesar 26.2% dengan asumsi ceteris paribus dan begitu juga sebaliknya. Temuan penelitian ini konsisten dengan hasil studi Destiani dan Emalia (2024) yang mengungkapkan bahwa peningkatan pendapatan per kapita suatu daerah berbanding lurus dengan peningkatan kapasitas produksi barang dan jasa. Fenomena ini pada prakteknya justru berpotensi menimbulkan degradasi lingkungan sebagai konsekuensi dari tingginya tekanan permintaan masyarakat terhadap produk industri, yang berujung pada eksploitasi berlebihan terhadap sumber daya alam. Luas area produktif yang menghasilkan sumber daya alam dan menyerap karbon inilah yang nantinya menjadi akumulasi dalam perhitungan jejak ekologis. Hal ini sejalan dengan teori *Environmental Kuznets Curve* yang mana di Indonesia hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan jejak ekologi masih menunjukkan tren positif, artinya peningkatan ekonomi masih diiringi dengan tekanan ekologis yang meningkat. Hal ini juga mencerminkan realitas di banyak negara berkembang, di mana pembangunan ekonomi awal memang kerap disertai peningkatan polusi, deforestasi, dan emisi karbon karena negara biasanya fokus mengejar pertumbuhan, sehingga mengorbankan lingkungan.

Pengaruh Kawasan Hutan Terhadap Jejak Ekologi

Kawasan hutan (KH) dalam jangka pendek tidak berpengaruh signifikan dalam terhadap jejak ekologi di Indonesia. Hal ini ditunjukkan dengan nilai probabilitasnya > 0.05 yaitu 0.3212 dengan nilai koefisien -0.010590 . Hal ini terjadi akibat berbagai faktor seperti efek konservasi atau penanaman kembali hutan yang memerlukan waktu bertahun-tahun untuk menunjukkan dampak ekologisnya, mengingat proses pemulihan fungsi ekosistem yang memerlukan waktu cukup panjang. Hutan yang baru dikonservasi atau ditanami ulang, belum bisa langsung optimal dalam menyerap karbon dalam jumlah besar, karena pohon-pohon muda masih dalam fase pertumbuhan awal dan belum membentuk ekosistem yang stabil. Selain itu, dalam jangka pendek, aktivitas manusia seperti deforestasi ilegal, kebakaran hutan, dan konversi lahan tetap berlangsung, bahkan di tengah upaya perluasan kawasan hutan. Hal ini juga sejalan dengan penelitian Zhang et al., (2019) yang menemukan bahwa reforestasi hutan membutuhkan waktu selama 56 tahun untuk memulihkan ekosistem hutan yang hilang di lahan tropis yang terdegradasi.

Dalam jangka panjang kawasan hutan (KH) memiliki pengaruh negatif dan signifikan terhadap jejak ekologi (JE) dengan nilai koefisien -0.0077 dan probabilitas $0.0060 < 0.05$. Artinya jika terjadi peningkatan luas kawasan hutan (KH) sebesar 1 persen maka kerusakan lingkungan akan menurun sebesar 0.7% dengan asumsi ceteris paribus dan begitu juga sebaliknya. Hal ini berarti bahwa peningkatan persentase kawasan hutan mampu menurunkan tingkat kerusakan lingkungan. Hutan merupakan komponen kunci dalam menjaga keseimbangan iklim global. Melalui proses fotosintesis, hutan berperan dalam penyerapan karbon dioksida (CO_2), yang merupakan salah satu gas rumah kaca utama penyebab pemanasan global. Penelitian ini mendukung konsep dalam teori *Doughnut Economics* bahwa untuk menjaga keseimbangan ekologis, negara perlu memastikan perlindungan dan perluasan wilayah hijau, serta menerapkan kebijakan tata kelola lingkungan yang berkelanjutan. Penelitian ini relevan dengan temuan Usman dan Makhdum (2021) yang menyatakan bahwa kawasan hutan berpengaruh negatif dan signifikan terhadap penurunan kerusakan lingkungan karena hutan juga memiliki kemampuan dalam menyimpan karbon, sehingga berkontribusi pada mitigasi perubahan iklim.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, didapatkan hasil temuan bahwa peningkatan aktivitas dalam sektor industri dan juga pertumbuhan ekonomi yang ditandai dengan peningkatan PDB per kapita memiliki pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan jejak ekologi yang mewakili kerusakan lingkungan di Indonesia. Pemerintah perlu mendorong sektor industri untuk lebih banyak menggunakan teknologi ramah lingkungan, seperti teknologi efisiensi energi atau produksi minim limbah. Program seperti industri hijau yang dicanangkan oleh Kementerian Perindustrian perlu terus diperluas, termasuk memperbanyak sertifikasi industri hijau di berbagai daerah, terutama di kawasan yang padat industri. Pengendalian pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan diperlukan penguatan kebijakan berbasis keberlanjutan. Sementara itu, adanya perluasan kawasan hutan terbukti efektif dalam menurunkan jejak ekologi dalam jangka panjang, program seperti perhutanan sosial yang diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 83 Tahun 2016 perlu diperkuat. Salah satu contoh sukses adalah program perhutanan sosial di Kabupaten Lampung Barat, yang meningkatkan partisipasi masyarakat dalam menjaga hutan dan meningkatkan kesejahteraan mereka secara berkelanjutan.

DAFTAR RUJUKAN

- Destiani, E., & Emalia, Z. (2024). Pembangunan Ekonomi Berkelanjutan Dan Daya Dukung Lingkungan Berbasis Jejak Ekologis Di Negara Asean. *Journal on Education*, 6(4), 18782–18791. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i4.5859>
- Etenza, T., Alemu, T., & Yayo, M. (2025). Rethinking the measurements and predictors of environmental degradation in Ethiopia: Predicting long-term impacts using a kernel-based machine learning approach. *Environmental and Sustainability Indicators*, 25, 100554. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indic.2024.100554>
- Global Footprint Network. *Ecological Footprint per person*. Diakses pada 22 Januari 2025, dari <https://www.footprintnetwork.org>
- Kaika, D., & Zervas, E. (2013). The Environmental Kuznets Curve (EKC) theory-Part A: Concept, causes and the CO₂ emissions case. *Energy Policy*, 62, 1392–1402. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.07.131>
- Kumaran, V. V., Ridzuan, A. R., Senadjki, A., Kanaan, A. M. J., & Esquivias, M. A. (2024). The impacts of income inequality, forest area, and technology innovations on ecological footprint in Indonesia: ARDL and ML approach. *Discover Sustainability*, 5(1). <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00585-9>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2022). *Statistik Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2022*. Diakses pada 20 Januari 2025, dari https://www.menlhk.go.id/cadmin/uploads/Buku_Statistik_2022_01_09_23_bd7b07b9fb.pdf
- Mahmood, H., Alkhateeb, T. T. Y., & Furqan, M. (2020). Industrialization, urbanization and CO₂ emissions in Saudi Arabia: Asymmetry analysis. *Energy Reports*, 6, 1553–1560. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2020.06.004>
- Nulambeh, N. A., & Jaiyeoba, H. B. (2024). Could industrialization and renewable energy enhance environmental sustainability: An empirical analysis for Sub-Saharan Africa? *World Development Sustainability*, 5(November), 100191. <https://doi.org/10.1016/j.wds.2024.100191>
- Putra, A., & Roza, M. (2022). Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi terhadap Kualitas Lingkungan di 6 Negara Asean. *Ecosains : Jurnal Ilmiah Ekonomi dan Pembangunan* 11(November), 120–127. [10.24036/ecosains.12073357.00](https://doi.org/10.24036/ecosains.12073357.00)

- Quito, B., del Río-Rama, M. de la C., Álvarez-García, J., & Durán-Sánchez, A. (2023). Impacts of industrialization, renewable energy and urbanization on the global ecological footprint: A quantile regression approach. *Business Strategy and the Environment*, 32(4), 1529–1541. <https://doi.org/10.1002/bse.3203>
- Raworth, K. (2017). *Raworth (2017) Doughnut Economics*. Amerika Serikat: Random House Business Books.
- Ulucak, R., & Bilgili, F. (2018). A reinvestigation of EKC model by ecological footprint measurement for high, middle and low income countries. *Journal of Cleaner Production*, 188, 144–157. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.191>
- Usman, M., & Makhdum, M. S. A. (2021). What abates ecological footprint in BRICS-T region? Exploring the influence of renewable energy, non-renewable energy, agriculture, forest area and financial development. *Renewable Energy*, 179, 12–28. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.07.014>
- Wang, S., Li, G., & Fang, C. (2018). Urbanization, economic growth, energy consumption, and CO2 emissions: Empirical evidence from countries with different income levels. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81(June), 2144–2159. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.025>
- Yakin, A. (2015). *Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungan: Teori , Kebijakan, dan Aplikasi Bagi Pembangunan Berkelanjutan*. Jakarta: Penerbit Akademika Pressindo.
- Yang, B., Usman, M., & jahanger, A. (2021). Do industrialization, economic growth and globalization processes influence the ecological footprint and healthcare expenditures? Fresh insights based on the STIRPAT model for countries with the highest healthcare expenditures. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 893–910. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.07.020>
- Zafar, M. W., Zaidi, S. A. H., Khan, N. R., Mirza, F. M., Hou, F., & Kirmani, S. A. A. (2019). The impact of natural resources, human capital, and foreign direct investment on the ecological footprint: The case of the United States. *Resources Policy*, 63. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101428>
- Zhang, H., Deng, Q., Hui, D., Wu, J., Xiong, X., Zhao, J., Zhao, M., Chu, G., Zhou, G., & Zhang, D. (2019). Recovery in soil carbon stock but reduction in carbon stabilization after 56-year forest restoration in degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management*, 441(March), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.03.037>