Benefits: Journal of Economics and Tourism
Vol. 2, No. 1, Mei, 2025, hlm. 28-36

Jejak Spasial Pembangunan: Pendekatan Ekonometrika Spasial dalam Menentukan Pengaruh Kualitas Iklim di Indonesia

Togi Haidat Mangara[1], Bagas Fakhri Maulana[2]
togi.hm@untirta.ac.id
[1]Ekonomi Pembangunan, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
[2]Ekonomi Pembangunan, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Info Artikel | Submitted: **29 Mei 2025 | Revised**: **30 Mei 2025 | Accepted**: **31 Mei 2025**
How to cite: Togi Haidat Manggara, Bagas Fakhri Maulana, "Jejak Spasial Pembangunan:Pendekatan Ekonometrika Spasial dalam Menentukan Pengaruh Kualitas Iklim di Indonesia", *Benefits: Journal of Economics and Tourism*, Vol. 2 No. 1, Mei, 2025, hlm. 28-36.

ABSTRACT

This study aims to identify the socio-economic and infrastructure effects on environmental quality across 34 provinces of Indonesia from 2019 – 2023. The analysis is conducted by using panel data and a Fixed Effects Model to analyze how population density, industrial activity, education level, sanitation access, road length, and electricity coverage influence the Environmental Quality Index (IKLH). The results show that education has a strong positive effect on environmental quality, highligting the essence of human capital in promoting sustainability. Sanitation, electricity, and road length also show moderate associations. However, population density and industrial share do not have any significant effect on environmental quality. A Moran's I test on the residuals indicates no significant spatial autocorrelation, suggesting limited spatial dependence in environmental quality outcomes at the provincial level. The study emphasizes the need for investments in education and basic infrastructure to support environmental improvements, while also acknowledging limitations related to spatial resolution and model specification.

Keyword: *Environmental Quality Index, Fixed Effect Model, spatial dependence.*

ABSTRAK

Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis hubungan antara faktor – faktor sosial ekonomi dan infrastruktur terhadap kualitas lingkungan hidup dalam 34 provinsi di Indonesia dari tahun 2019 hingga 2023. Analisis yang dilakukan menggunakan analisis data panel dan model *Fixed Effects Model* untuk menganalisis bagaimana kepadatan penduduk, aktivitas industri, tingkat pendidikan, akses sanitasi, panjang jalan, dan cakupan kelistrikan mempengaruhi tingkat Indeks Kualitas Lingkungan Hidup di Indonesia. Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara tingkat pendidikan dengan kualitas lingkungan hidup secara positif. Akses sanitasi, kelistrikan, dan panjang jalan juga menunjukkan hubungan yang cukup terbukti secara statistik. Hal tersebut menunjukkan adanya hubungan antara infrastruktur dengan kualitas lingkungan hidup. Akan tetapi, kepadatan penduduk dan pangsa industri tidak terbukti memiliki hubungan dengan kualitas lingkungan hidup. Uji Moran's I yang dilakukan pada penelitian ini membuktikan tidak adanya korelasi autospasial yang menunjukkan adanya keterbatasan ketergantungan spasial pada hasil kualitas lingkungan pada level provinsi. Penelitian ini menekankan kebutuhan untuk pengembangan sektor pendidikan dan infrastruktur dasar untuk mendukung perbaikan lingkungan.

Kata Kunci: *Indeks Kualitas Lingkungan Hidup, Fixed Effect Model, ketergantungan spasial*

Pendahuluan

Pembangunan ekonomi seringkali dibenturkan dengan isu lingkungan terlebih di negara – negara berkembang sebagai akibat dari suatu aktivitas ekonomi yang cepat (Samosir, Karim, Fauzi, & Maniar, 2024). Aktivitas industri seringkali disorot sebagai satu – satunya sektor yang berkontribusi terhadap kualitas iklim. Beberapa aspek seperti aspek social maupun infrastruktur dasar seperti pendidikan, sanitasi, ketersediaan Listrik, dan juga jaringan jalan memiliki andil dalam perubahan lingkungan. Kualitas lingkungan hidup dipengaruhi oleh berbagai variabel struktural daerah seperti PDRB sektor industri, kepadatan penduduk, dan akses terhadap layanan dasar. Ini adalah indikator penting yang menunjukkan keberlanjutan pembangunan. Penelitian tersebut juga meneliti mengenai adanya interaksi antar wilayah terkait dengan kualitas lingkungan hidup.

Dalam menganalisis faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas lingkungan, dapat dilihat adanya persoalan klasik yang senantiasa muncul dalam proses pelaksanaan yang seringkali tidak dapat diantisipasi secara menyeluruh jika terjadi ketidakseimbangan. Ketidakseimbangan adalah konsep relatif, dan sering kali dianggap dalam hal pendapatan atau konsumsi tetapi juga berlaku untuk dimensi lain dari standar hidup yang menunjukkan pola variasi yang kontinu. Ketidakseimbangan dapat dipahami dalam setidaknya empat makna yang tumpang tindih, yaitu ketidakseimbangan spasial, ketidakseimbangan sosial, ketidakseimbangan gender, dan ketidakseimbangan antargenerasi. Ketidakseimbangan spasial mengacu pada ketidaksetaraan di antara orang-orang yang tinggal di berbagai wilayah (Shukla, 2018).

Salah satu faktor yang paling umum dalam memberikan dampak terhadap lingkungan yaitu kepadatan penduduk, karena tingginya konsentrasi aktivitas manusia meningkatkan tekanan terhadap sumber daya alam, menghasilkan limbah lebih banyak, serta memperburuk polusi udara dan air (Luo, Song, & Wu, 2021). Dalam penelitian lain kepadatan penduduk dari beberapa kasus suatu wilayah juga dapat mengelola lingkungan lebih baik karena kapasitas kelembagaan dan infrastruktur yang lebih maju(Han, Kimura, & Sandu, 2019).

Faktor lain seperti tingkat pendidikan dapat membentuk kesadaran dan perilaku masyarakat terhadap lingkungan. Kontribusi pendidikan tinggi terhadap kualitas lingkungan memberikan peran literasi ekologis, walaupun dalam beberapa konteks dapat mendorong konsumsi yang tidak ramah lingkungan jika tidak disertai dengan regulasi yang ketat (Oktavilia, Setyadharma, Wahyuningrum, & Damayanti, 2021). Di sisi lain, variabel ekonomi seperti PDRB per kapita dan PDRB industri memiliki hubungan yang kompleks dengan kualitas lingkungan. Saat ini, sebagian besar daerah yang sedang berkembang mulai beralih dari sektor pertanian

ke sektor industri. Seperti industri pakaian, industri kayu, industri batubara dan pengolahan minyak dan gas, industri makanan dan minuman, dan seterusnya. Bahan mentah yang digunakan di sektor industri adalah dengan memanfaatkan bahan mentah dari alam (A'yun & Tiyaningsih, 2023). Berdasarkan pendekatan Environmental Kuznets Curve (EKC), pertumbuhan ekonomi awal cenderung menurunkan kualitas lingkungan, namun setelah melewati titik balik tertentu, peningkatan pendapatan justru berkontribusi terhadap perbaikan kualitas lingkungan.

Faktor ketersediaan layanan terhadap hidup manusia juga menjadi perhatian yang cukup penting, Keterbatasan layanan sanitasi masih menjadi isu global yang mendesak, dengan sekitar 1 miliar penduduk dunia belum memiliki akses terhadap sanitasi yang layak (Mukherjee, Duttagupta, & Chattopadhyay, 2019). Hal ini juga menyebabkan pencemaran air tanah oleh limbah yang dihasilkan sehingga dapat meningkatkan angka kejadian penyakit yang disebabkan melalui air. Selain sanitasi, akses terhadap listrik juga dibutuhkan dalam kehidupan untuk mendorong efektivitas dari kehidupan sehingga secara spasial dan menemukan bahwa infrastruktur seperti jalan dan elektrifikasi berkaitan erat dengan fragmentasi lanskap serta perubahan suhu permukaan tanah, yang berujung pada degradasi ekosistem perkotaan (Zheng, 2021).

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian kuantitatif yang bertujuan untuk mengukur apakah terdapat hubungan secara spasial antara faktor – faktor sosial ekonomi dan infrastruktur terhadap kualitas lingkungan hidup. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data panel yang terdiri atas 34 provinsi di Indonesia dengan periode data selama 5 tahun (2019 – 2023). Variabel terikatnya adalah Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) sebagai indikator dari keberlanjutan lingkungan dari masing – masing provinsi. Sementara itu, variabel – variabel bebas yang dikaji meliputi kepadatan penduduk (*PopulationDensity*), PDRB sektor industri manufaktur (*IndustryShare*), rata – rata lama sekolah (*Education*), akses terhadap sanitasi (*Sanitation*), akses terhadap listrik (*Electricity*), dan panjang jalan (*RoadLength*). Data – data tersebut didapatkan dengan cara pengumpulan data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK).

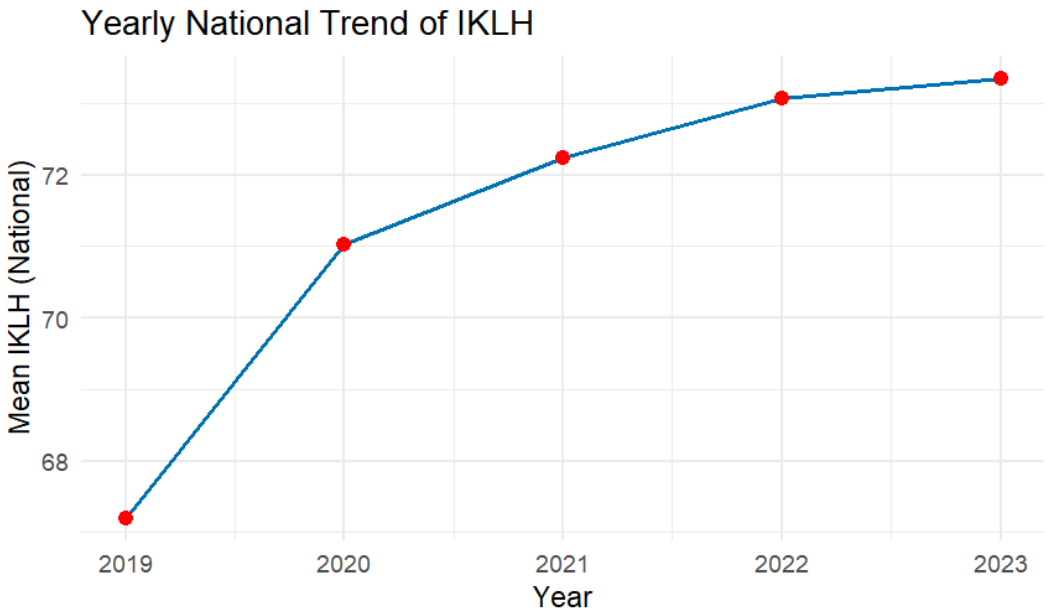
Langkah awal yang dilakukan adalah mengukur hubungan antara faktor sosial-ekonomi dan infrastruktur terhadap kualitas lingkungan hidup tersebut dengan menggunakan model *Fixed Effect Model* (FEM). Model tersebut ditulis sebagai berikut:

$$IKLH_{it} = \alpha_i + \beta_1 PopulationDensity_{it} + \beta_2 IndustryShare_{it} + \beta_3 Education_{it} + \beta_4 Sanitation_{it} + \beta_5 RoadLength_{it} + \beta_6 Electricity_{it} + \varepsilon_{it}$$

Analisis dilakukan menggunakan *software* R yang mana pendekatan ini digunakan untuk melihat karakteristik regional yang tersembunyi seperti data – data geografis. Hasil dari model FEM tersebut kemudian diuji kembali dengan uji Moran's I untuk melihat apakah terdapat autokorelasi spasial yang akan menunjukkan jika model tersebut dapat dilanjutkan untuk regresi spasial atau tidak. Kemudian, jika terdapat autokorelasi spasial dari data yang dikaji, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan uji regresi spasial yang dipilih antara *Spatial Lag Model* (SLM), *Spatial Error Model* (SEM), atau *Spatial Durbin Model* (SDM).

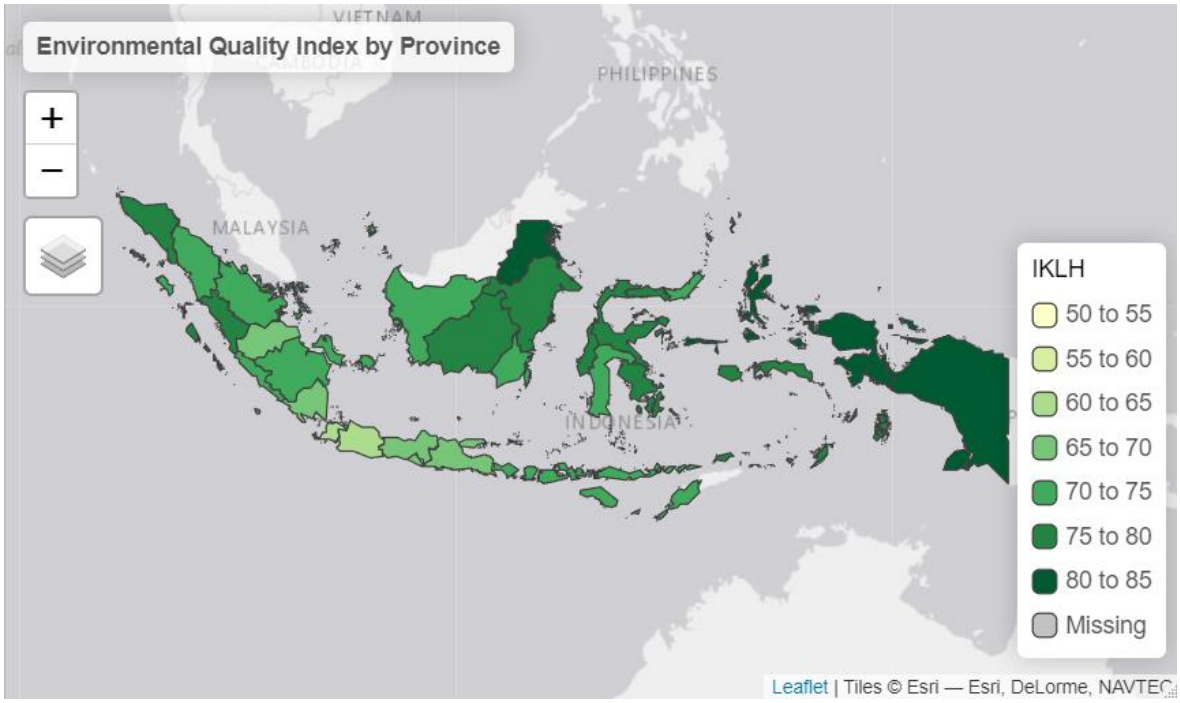
Hasil dan pembahasan

Data awal mengenai IKLH di Indonesia menunjukkan bahwa rata – rata angka IKLH per provinsi di Indonesia dari tahun 2019 – 2023 adalah 71,4 yang mana berdasarkan predikat nilai IKLH dari KLHK angka tersebut termasuk ke dalam kategori baik (70 < IKLH ≤ 80). Gambar 1 dan Gambar 2 menunjukkan tren linear dari IKLH di Indonesia dan gambaran angka IKLH per provinsi.



Sumber: KLHK, 2025 (diolah)

Gambar 1 Tren Rata – Rata IKLH di Indonesia Tahun 2019 – 2023



Sumber: KLHK, 2025 (diolah)

Gambar 2 Nilai IKLH per Provinsi Tahun 2023

Dari kedua gambar tersebut dapat dilihat bahwa dari tahun ke tahun kualitas lingkungan hidup secara nasional meningkat yang artinya terdapat inisiatif kebijakan yang dilakukan oleh pemerintah dalam rangka meningkatkan kualitas lingkungan hidup. Selain itu, terdapat kecenderungan yang mana kualitas lingkungan hidup di daerah – daerah luar Pulau Jawa lebih baik dibandingkan Pulau Jawa. Kondisi tersebut dapat disebabkan karena konsentrasi penduduk dan juga tingginya aktifitas industri yang ada di Pulau Jawa sehingga sulit untuk mempertahankan kualitas lingkungan hidup yang baik.

1.1 Estimasi FEM

Hasil estimasi model FEM dari variabel – variabel penelitian ini menunjukkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Estimasi FEM

Variable	*Estimate*	*Significance*
PopulationDensity	-0.00324	p = 0.728
IndustryShare	+0.000006	p = 0.822
Education	+12.31	**p < 0.001**
Sanitation	+0.256	p = 0.080
RoadLength	-0.000978	p = 0.100
Electricity	+0.119	p = 0.098

Estimasi FEM menunjukkan bahwa variabel pendidikan memilik hubungan yang kuat dan signifikan dengan arah positif terhadap IKLH ($p < 0,001$) yang memiliki nilai estimasi 12,31. Artinya, setiap peningkatan dalam indikator pendidikan sebesar 1 poin akan meningkatkan kualitas lingkungan hidup sebesar 12,31 poin. Penelitian – penelitian terdahulu menunjukkan hal yang serupa yang mana pendidikan memiliki peran penting dalam peningkatan kualitas lingkungan hidup(Adrian & Khoirunurrofik, 2021; Liu, Liu, & Yang, 2022; Setyadharma, Krisnawati, Prasetyo, & Wahyuningrum, 2024). Dengan kata lain, baiknya kualitas pendidikan dinilai mampu meningkatkan kualitas lingkungan hidup dengan cara mulai dari meningkatknya kesadaran masyarakat akan lingkungan hidup yang sehat yang datang akibat mudahnya akses terhadap pendidikan.

Akses terhadap sanitasi, listrik, dan panjang jalan menunjukkan adanya hubungan antara ketiga variabel tersebut dengan kualitas lingkungan hidup namun hanya secara marjinal (*marginally significant*). Variabel sanitasi dan layanan listrik memiliki arah yang positif yang artinya peningkatan dari kedua variabel tersebut akan meningkatkan kualitas lingkungan hidup. Hubungan antara sanitasi dengan kualitas lingkungan hidup tersebut sesuai dengan beberapa penelitian sebelumnya yang mana akses terhadap sanitasi yang baik berarti masyarakat memiliki kualitas hidup yang bersih dan sehat yang juga berdampak terhadap peningkatan kualitas lingkungan hidup (Iryanto, Firmansyah, Widyantoro, & Zolanda, 2022; Mukherjee et al., 2019; Scriptore & Azzoni, 2020). Akan tetapi, hasil terkait hubungan variabel cakupan kelistrikan dengan kualitas lingkungan hidup dalam penelitian ini menunjukkan perbedaan dengan penelitian sebelumnya. Dalam penelitian tersebut, cakupan kelistrikan yang meningkat akan menurunkan kualitas lingkungan hidup dikarenakan penggunaan bahan bakar fosil yang kontradiktif dengan upaya pembangunan berkelanjutan(Permana, Rochaida, Mire, & Suharto, 2021).

Variabel kepadatan penduduk dan PDRB sektor industri tidak terbukti memiliki hubungan yang signifikan terhadap kualitas lingkungan hidup. Hasil ini berbeda dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menunjukkan adanya hubungan baik antara kepadatan penduduk maupun PDRB sektor industri terhadap kualitas lingkungan hidup(Yan, Ren, Zhang, Li, & Miao, 2022).

1.2 Ketergantungan Spasial

Hasil uji Moran's I menunjukkan nilai p-value sebesar 0,552 yang artinya secara statistik tidak signifikan. Dari hasil tersebut disimpulkan bahwa tidak terdapat bukti adanya autokorelasi spasial di dalam model FEM yang telah dilakukan sebelumnya. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dalam software R Studio, terdapat beberapa kemungkinan tidak ditemukannya

autokorelasi spasial diantaranya pola waktu yang lebih kuat dibandingkan pola spasial, rendahnya konektivitas spasial antar provinsi terutama provinsi – provinsi yang berupa kepulauan (Provinsi Bangka Belitung, Kep. Riau, dsb.), ataupun tidak munculnya efek spatial spillover dalam pola pergerakan nilai IKLH yang dikaji. Dengan demikian, regresi spasial tidak lagi diuji dan model FEM dianggap sudah cukup untuk membuktikan adanya hubungan antara variabel – variabel bebas tersebut terhadap kualitas lingkungan hidup.

Penutup

Penelitian ini menguji faktor – faktor yang mempengaruhi kualitas lingkungan hidup, dengan menggunakan IKLH, di 34 provinsi di Indonesia selama tahun 2019 – 2023. Metode analisis yang digunakan untuk melihat hubungan tersebut awalnya dikaitkan dengan regresi spasial dengan variabel bebasnya adalah kepadatan penduduk, PDRB sektor industri, rata – rata lama sekolah, akses sanitasi, panjang jalan, dan cakupan kelistrikan.

Analisis awal dengan menggunakan model FEM menunjukkan adanya hubungan positif yang kuat antara pendidikan (rata – rata lama sekolah) dengan kualitas lingkungan hidup yang menandakan bahwa modal manusia memiliki peran penting terhadap perbaikan lingkungan. Akses terhadap sanitasi maupun cakupan kelistrikan memiliki hubungan positif terhadap kualitas lingkungan hidup yang dapat dimaknai bahwa infrastruktur memiliki kontribusi terhadap lingkungan hidup. Hal tersebut pun dibuktikan dengan hubungan antara panjang jalan dengan kualitas lingkungan hidup meskipun arah hubungannya adalah negatif. Akan tetapi, variabel kepadatan penduduk dan PDRB sektor industri secara statistik tidak terbukti memiliki hubungan dengan kualitas lingkungan hidup yang bisa saja disebabkan oleh faktor – faktor yang tidak dikaji dalam penelitian ini.

Hasil uji Moran's I menunjukkan bahwa tidak terdapat autokorelasi spasial yang artinya setiap efek dari variabel bebas terhadap variabel terikat bergerak sendiri – sendiri antar wilayah atau tidak dikarenakan adanya interaksi antar wilayah tersebut. Hal tersebut dapat disebabkan karena kondisi geografis Indonesia yang terdiri atas pulau – pulau sehingga kontingensi kewilayahan tidak terlacak dalam penelitian ini. Sehingga, tidak terbukti adanya interaksi spasial dari IKLH antar provinsi.

Saran

Penelitian ini memiliki batasan – batasan diantaranya adalah skala objek penelitian yang cukup besar (skala provinsi) yang memiliki kemungkinan menutupi adanya pola spasial yang mungkin dapat terlihat jika dalam skala kota/kabupaten. Selanjutnya, penelitian ini menggunakan IKLH sebagai *proxy*

kualitas lingkungan hidup yang mana angka tersebut tidak secara rinci menggambarkan kondisi lingkungan hidup yang sesungguhnya dan lebih cenderung dipengaruhi oleh kebijakan institusi sehingga sulit untuk menggambarkan efek spasialnya. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menggunakan skala objek yang lebih kecil seperti kabupaten/kota untuk dapat melihat pola spasialnya.

Daftar Pustaka

A'yun, I. Q., & Tiyaningsih, S. (2023). *The impact of economic development and density population on environmental quality in Indonesia The impact of economic development and density population on environmental quality in Indonesia*. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1151/1/012013

Adrian, F., & Khoirunurrofik, K. (2021). The Relationship of Education and Regional Income Level on Environmental Quality: Empirical Evidence from High Populated Country. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, *9*(2), 186–197. https://doi.org/10.14710/jwl.9.2.186-197

Han, P., Kimura, F., & Sandu, S. (2019). Household-level Analysis of Electricity Consumption on Welfare and Environment in Cambodia : Empirical Evidence and Policy Corresponding author : Han Phoumin , Ph . D Affiliation : Economic Research Institute for ASEAN and East Asia (ERIA). *Economic Modelling*. https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.11.025

Iryanto, A. A., Firmansyah, Y. W., Widyantoro, W., & Zolanda, A. (2022). Spatial Patterns of Environmental Sanitation Factors as Determinants of Toddlers' Diarrhea in Pauh District, Padang City in 2021. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, *14*(2), 71–81. https://doi.org/10.20473/jkl.v14i2.2022.71-81

Liu, X., Liu, H., & Yang, J. (2022). Would Educational Inequality Aggravate Environmental Pollution? —Evidence From Spatial-Based Panel Analysis in China. *Frontiers in Environmental Science*, *10*. https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.813254

Luo, P., Song, Y., & Wu, P. (2021). Spatial disparities in trade-offs : economic and environmental impacts of road infrastructure on continental level. *GIScience & Remote Sensing*, *58*(5), 756–775. https://doi.org/10.1080/15481603.2021.1947624

Mukherjee, A., Duttagupta, S., & Chattopadhyay, S. (2019). Impact of sanitation and socio- economy on groundwater fecal pollution and human health towards achieving sustainable development goals across India from ground-observations and satellite-derived nightlight. *Scientific Reports*, 1–11. https://doi.org/10.1038/s41598-019-50875-w

Oktavilia, S., Setyadharma, A., Wahyuningrum, I. F. S., & Damayanti, N. (2021).

Analysis of government expenditure and environmental quality: An empirical study using provincial data levels in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *623*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/623/1/012071

Permana, M., Rochaida, E., Mire, M. S., & Suharto, R. B. (2021). Measurement Of Sustainable Development With Electrification Of Households In Indonesia. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *11*(3), 87–99. https://doi.org/10.32479/ijeep.10937

Samosir, O. B., Karim, R. A., Fauzi, M. I., & Maniar, S. (2024). *Spatial Dependencies in Environmental Quality : Identifying Key Determinants*. *16*(2).

Scriptore, J. S., & Azzoni, C. (2020). A spatial estimation of the impacts of sanitation on education. *Regional Science Policy & Practice*, *12*(1), 159–166. https://doi.org/10.1111/rsp3.12136

Setyadharma, A., Krisnawati, D. N., Prasetyo, P. E., & Wahyuningrum, I. F. S. (2024). The problems of environmental quality in Indonesia: Do education levels matter? *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1414*(1), 012049. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1414/1/012049

Shukla, R. (2018). *Spatial Disparity in Sanitation Facility : An Empirical Analysis*. https://doi.org/10.1177/0974930618812965

Yan, D., Ren, X., Zhang, W., Li, Y., & Miao, Y. (2022). Exploring the real contribution of socioeconomic variation to urban PM2.5 pollution: New evidence from spatial heteroscedasticity. *Science of The Total Environment*, *806*, 150929. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150929

Zheng, X. (2021). A New Remote Sensing Index for Assessing the Spatial Heterogeneity in Urban Eco-Environmental Quality Associated Road Network. *Research Square*, 1–16.