



Sebaran Spasial TBC Anak dan Determinan Sosial di Indonesia Tahun 2024

Nindhea Paramita

Epidemiologi, Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga, Indonesia

*Penulis Korespondensi: nindhea.paramita-2022@fkm.unair.ac.id

Abstract. Tuberculosis (TBC) in children remains a serious public health problem in Indonesia, with the 0–14 age group accounting for 16.2% of total notified cases in 2024. The uneven distribution of cases across provinces is thought to be influenced by various social determinants, yet spatial studies specifically on childhood TBC at the national level remain scarce. This study aimed to analyze the spatial pattern of childhood tuberculosis cases and social determinants in Indonesia in 2024 using a spatial ecological design across 38 provinces. Analysis included descriptive statistics, thematic mapping using QGIS, Moran's I test, and Local Indicator of Spatial Association (LISA) with queen contiguity weighting matrix. Results showed a strong positive spatial autocorrelation with a Moran's I value of 0.612. High-high clusters were identified in DKI Jakarta, Central Java, Banten, and West Java, which simultaneously recorded high population density and low primary healthcare ratios. Territory-based interventions should be prioritized in these hotspot provinces.

Keywords: Childhood Tuberculosis; LISA; Moran's I; Social Determinants; Spatial Analysis.

Abstrak. Tuberkulosis (TBC) anak tetap menjadi masalah kesehatan publik besar secara global termasuk di Indonesia, dengan proporsi kasus kelompok umur 0–14 tahun mencapai 16,2% dari total kasus ternotifikasi tahun 2024. Persebaran kasus antarprovinsi juga menunjukkan pola yang tidak merata dan diduga berkaitan dengan berbagai faktor sosial. Namun, penelitian yang membahas pola spasial TBC anak di tingkat nasional masih relatif terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola spasial kasus TBC anak dan determinan sosial di Indonesia tahun 2024 menggunakan desain ekologi spasial pada 38 provinsi di Indonesia. Analisis mencakup statistik deskriptif, pemetaan tematik QGIS, uji Moran's I, dan LISA dengan matriks pembobot *queen contiguity*. Hasil menunjukkan autokorelasi spasial positif yang kuat dengan nilai Moran's I 0,612. Kluster *high-high* teridentifikasi di DKI Jakarta, Jawa Tengah, Banten, dan Jawa Barat, yang bersamaan merupakan wilayah kepadatan tinggi dan rasio puskesmas rendah. Intervensi berbasis wilayah perlu diprioritaskan pada provinsi-provinsi hotspot tersebut.

Kata Kunci: Analisis Spasial; Determinan Sosial; LISA; Moran's I; Tuberkulosis Anak.

1. LATAR BELAKANG

Tuberkulosis (TBC) tetap menjadi masalah kesehatan publik besar secara global dan di Indonesia. Indonesia tercatat sebagai negara dengan beban TBC tertinggi kedua di dunia dengan perkiraan lebih dari satu juta kasus per tahun, tetapi cakupan pengobatan masih belum menjangkau seluruh kasus yang diperkirakan, sehingga menunjukkan masih adanya kesenjangan dalam deteksi dan tata laksana TBC (Iskandar et al., 2023). Anak merupakan kelompok yang sangat rentan terhadap infeksi TBC, namun sering kurang teridentifikasi dalam sistem pelaporan. Proporsi kasus dengan proporsi kasus kelompok umur 0–14 tahun mencapai 16,2% dari total kasus ternotifikasi tahun 2024. Proporsi kasus TBC anak yang cukup besar di Indonesia mencerminkan bahwa penularan di komunitas masih aktif (Hengky et al., 2025). Di sisi lain, proses diagnosis TBC pada anak lebih menantang karena sebagian besar kasus tidak terkonfirmasi secara bakteriologis, sehingga meningkatkan risiko underdiagnosis dan underreporting kasus TBC anak (T. Lestari et al., 2022).

Distribusi kasus TBC dipengaruhi berbagai determinan sosial, seperti pembangunan manusia, kepadatan penduduk, status gizi, dan akses layanan kesehatan (Minawati et al., 2024). Kajian spasial pada masalah gizi dan kemiskinan di Indonesia menunjukkan bahwa perbedaan kondisi sosial antarwilayah dapat membentuk pola distribusi masalah kesehatan yang tidak merata secara geografis, dengan wilayah tertentu muncul sebagai hotspot prioritas intervensi (W. Lestari et al., 2023). Pendekatan analisis spasial dapat digunakan untuk mengidentifikasi pola distribusi penyakit antarwilayah. Moran's I digunakan untuk melihat autokorelasi spasial secara global, sedangkan Local Indicators of Spatial Association (LISA) digunakan untuk mengidentifikasi hotspot dan coldspot kasus TBC. Beberapa penelitian sebelumnya telah menemukan adanya pola spasial pada kasus TBC di tingkat daerah, namun kajian TBC anak di tingkat nasional yang mengintegrasikan beberapa determinan sosial masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis pola spasial kasus TBC anak dan determinan sosial di Indonesia tahun 2024.

2. KAJIAN TEORITIS

Tuberkulosis (TBC) anak memiliki ciri epidemiologi yang berbeda jika dibandingkan dengan TBC pada orang dewasa, karena penyebarannya seringkali melalui kontak erat di dalam rumah tangga dengan penderita TBC aktif (Setyoningrum et al., 2024). Tingginya angka TBC anak dalam suatu wilayah dapat menunjukkan bahwa penularan masih terjadi di komunitas dan menunjukkan perlunya peningkatan penemuan kasus aktif, hal ini dikarenakan seorang anak yang menderita TBC tidak dapat menularkan orang lain (Siddalingaiah et al., 2023). Selain itu, faktor seperti malnutrisi, rendahnya tingkat vaksinasi BCG, dan kondisi lingkungan rumah yang kurang baik dapat ikut berperan dalam meningkatkan risiko TBC pada anak.

Menurut kerangka *Social Determinants of Health* WHO, kondisi sosial-ekonomi dapat memengaruhi ketimpangan TBC antarwilayah (Költringer et al., 2023). Indeks Pembangunan Manusia (IPM) mencerminkan akses pendidikan, layanan kesehatan, dan kondisi ekonomi. Kepadatan penduduk meningkatkan peluang kontak erat. Malnutrisi kronis yang tercemar dari stunting dapat menurunkan imunisasi anak. Keterbatasan fasilitas primer dapat menggambarkan hambatan akses layanan kesehatan yang tercermin dari rasio puskesmas per 100.000 penduduk (Kussainova et al., 2026).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi ekologi dengan menggunakan pendekatan analisis spasial. Satuan analisis yang digunakan adalah provinsi yang ada di Indonesia, yaitu 38

provinsi yang secara administratif terdaftar dalam sistem pelaporan yang ada di program TBC nasional. Pada penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Profil Kesehatan Indonesia dan Badan Pusat Statistik tahun 2024. Variabel independen yang digunakan adalah angka notifikasi kasus Tuberkulosis (TBC) anak per 100.000 penduduk (usia 0-14 tahun) per provinsi.

Variabel dependen terdiri dari Indeks Pembangunan Manusia (IPM), kepadatan penduduk, prevalensi stunting, dan rasio puskesmas per 100.000 penduduk. Pemilihan keempat variabel ini berdasar kepada bukti penelitian yang menunjukkan adanya keterkaitan antara determinan sosial tersebut dengan distribusi kasus TBC pada tingkat wilayah. Analisis dilakukan dalam tiga tahap. Pertama dilakukan analisis deskriptif, pemetaan spasial menggunakan QGIS dengan klasifikasi *natural breaks*, serta analisis spasial menggunakan Moran's I dan *Local Indicators of Spatial Association* (LISA). Analisis LISA digunakan untuk mengidentifikasi kluster *high-high*, *low-low*, *high-low*, dan *low-high*. Matriks pembobot spasial yang digunakan adalah *queen contiguity* dengan batasan signifikansi statistik $p < 0,05$.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Variabel Penelitian

Hasil analisis deskriptif menunjukkan variasi yang cukup besar pada seluruh variabel penelitian pada 38 provinsi di Indonesia. Kasus TBC anak di Indonesia memiliki rentang nilai yang cukup lebar antarprovinsi. Hal ini mengindikasikan bahwa beban kasus antarprovinsi tidak merata. Pada Indeks Pembangunan Manusia (IPM), kepadatan penduduk, prevalensi stunting, serta rasio puskesmas juga menunjukkan adanya variasi antarwilayah yang mencerminkan adanya ketimpangan kondisi sosial dan kemudahan akses layanan kesehatan antarwilayah di Indonesia.

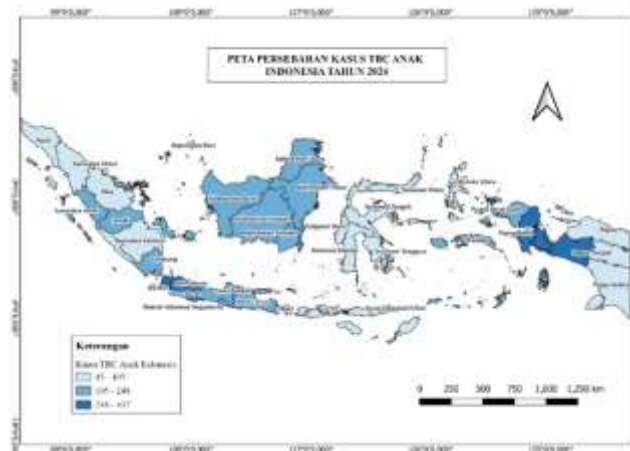
Tabel 1. Statistik Deskriptif Variabel Penelitian di Indonesia Tahun 2024.

Variabel	Mean	Minimum	Maksimum	Std. Deviasi
Kasus Anak	144,03	44,71	437,19	100,46
Indeks Pembangunan Manusia (IPM)	72,39	53,42	83,08	5,15
Kepadatan Penduduk	678,24	5,00	16.165,00	2.609,45
Prevalensi Stunting	23,01	8,70	40,00	6,66
Rasio Puskesmas	23,96	1,82	65,32	14,79

Nilai IPM nasional menunjukkan adanya kesenjangan pembangunan manusia antarwilayah di Indonesia, hal ini ditunjukkan dari rentang nilai IPM berada pada 53,42 hingga 83,08. Di sisi lain, kepadatan penduduk juga memiliki variasi yang paling lebar apabila dibandingkan dengan variabel lain, hal ini menunjukkan adanya perbedaan yang ekstrem antara provinsi dengan kepadatan penduduk tinggi dan provinsi dengan kepadatan rendah. Prevalensi stunting di Indonesia menunjukkan nilai rata-rata yang berada di atas ambang batas World Health Organization (WHO) yakni sebesar 20%, sehingga pada beberapa wilayah dengan prevalensi stunting yang tinggi masalah gizi kronis masih menjadi perhatian. Sementara itu, rasio puskesmas sebagai cerminan akses layanan kesehatan primer menunjukkan belum sepenuhnya merata.

Distribusi Spasial Kasus TBC Anak

Peta distribusi kasus TBC anak per 100.000 anak di setiap provinsi Indonesia pada tahun 2024 menunjukkan adanya perbedaan yang bervariasi dalam jumlah kasus antarwilayah. Berdasarkan hasil pemetaan menggunakan metode *natural breaks* dengan menggunakan *software* QGIS, distribusi kasus terbagi menjadi tiga rentang nilai, yakni 45–105, 105–248, dan 248–437.



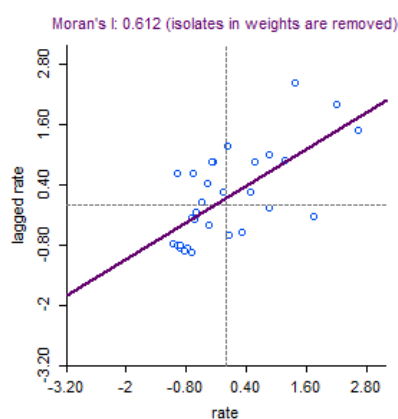
Gambar 1. Peta Distribusi Kasus TBC Anak per 100.000 Penduduk di Indonesia Tahun 2024.

Berdasarkan peta pada gambar 1, terlihat provinsi dengan angka kasus TBC anak relatif tinggi terkonsentrasi di wilayah Pulau Jawa, seperti Jawa Barat, DKI Jakarta, dan Banten. Terlihat pula beberapa provinsi luar Jawa seperti Papua Tengah dan Papua Barat juga memiliki angka kasus TBC anak yang tinggi. Sebaliknya, di provinsi lain seperti Bali, Nusa Tenggara Timur, dan Aceh memiliki angka yang relatif rendah. Hal ini menunjukkan gambaran awal yakni sebaran kasus TBC anak tidak acak dan memiliki potensi membentuk klaster secara geografis.

Tidak meratanya kasus TBC pada anak di suatu wilayah dapat dipengaruhi oleh peran kepadatan penduduk, kondisi hunian, paparan polutan, kemiskinan, dan akses layanan (Liyew et al., 2024). Wilayah dengan kepadatan penduduk tinggi cenderung meningkatkan risiko penularan TBC karena sejalan dengan meningkatnya *overcrowding* rumah dan intensitas kontak dekat antar individu (Aulia et al., 2024). Pola ini terlihat pada Gambar 1 yakni beberapa provinsi yang ada di Pulau Jawa dengan kepadatan penduduk tinggi juga melaporkan beban kasus TBC anak yang tinggi dan cenderung mengelompok yakni pada Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur.

Autokorelasi Spasial Global (Moran's I)

Hasil uji Moran's I menunjukkan adanya autokorelasi spasial positif pada distribusi kasus TBC anak antarprovinsi di Indonesia tahun 2024.



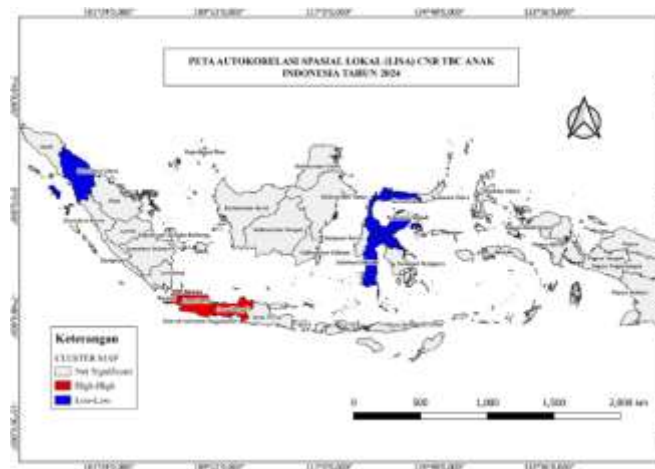
Gambar 2. *Moran Scatterplot Kasus TBC Anak di Indonesia Tahun 2024.*

Hasil uji Moran's I menunjukkan nilai 0,612, hal ini menunjukkan bahwa provinsi dengan kasus TBC anak tinggi cenderung berdekatan dengan provinsi dengan kasus tinggi lainnya dan begitu pula sebaliknya. Hal ini sejalan dengan penelitian (Tanjung et al., 2021) yang menyebutkan bahwa distribusi kasus TBC di Indonesia dipengaruhi kondisi sosial dan lingkungan wilayah sekitarnya sehingga pendekatan intervensi berbasis wilayah menjadi penting dalam program pengendalian penyakit.

Analisis LISA Kasus TBC Anak

Hasil analisis *Local Indicators of Spatial Association* (LISA) menunjukkan adanya pola kluster spasial pada distribusi kasus TBC anak di Indonesia tahun 2024. Provinsi DKI Jakarta, Jawa Tengah, Banten, dan Jawa Barat termasuk dalam kategori *high-high* atau *hospot* yang berarti pada provinsi-provinsi tersebut memiliki angka TBC anak tinggi dan dikelilingi oleh wilayah dengan kondisi serupa. Sebaliknya, Provinsi Gorontalo, Sulawesi Tengah, Sumatera

Utarad, dan Sulawesi Tengah termasuk kategori *low-low* atau *coldspot*. Pada analisis ini tidak ditemukan provinsi yang termasuk kategori *high-low* maupun *low-high*.

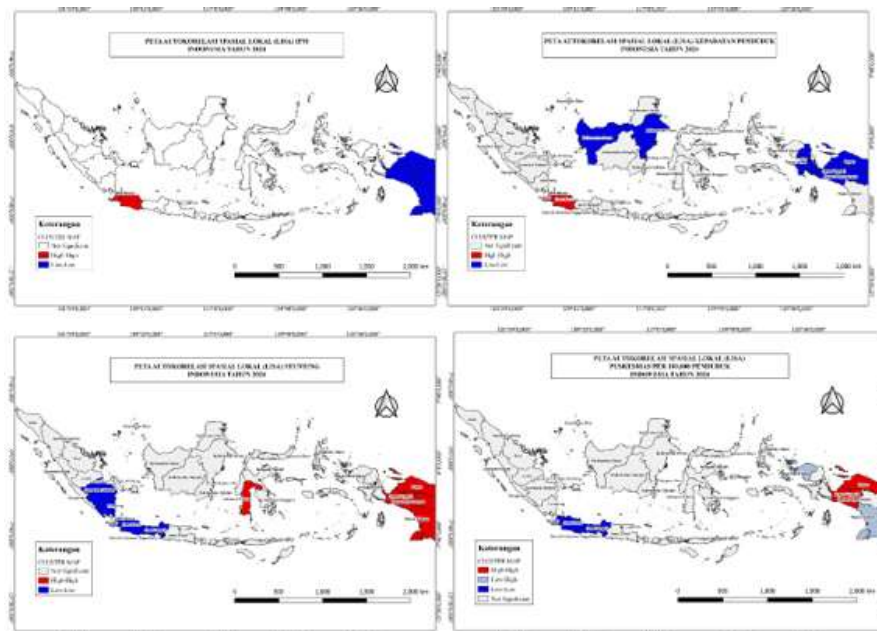


Gambar 3. Peta Klaster LISA Kasus TBC Anak di Indonesia Tahun 2024.

Terbentuknya provinsi berkelompok dengan kategori *high-high* di wilayah Pulau Jawa sejalan dengan kepadatan penduduk yang tinggi, yang mana dapat mempercepat penularan melalui kontak erat antarpenduduk (Fairuz et al., 2025). Notifikasi kasus yang tinggi pada suatu wilayah juga dapat mencerminkan kapasitas surveilans dan penemuan kasus yang baik (Iskandar et al., 2023). Sebaliknya, pada wilayah *coldspot* yakni pada Provinsi Sulawesi dan Sumatera Utara perlu ditafsirkan secara hati hatim karena angka kasus rendah secara spasial tidak selalu dapat mencerminkan risiko penularan yang sesungguhnya (Saputra et al., 2025). Rendahnya jumlah kasus TBC anak yang tercatat belum tentu menggambarkan kondisi sebenarnya di lapangan, karena terdapat kemungkinan *underreporting* akibat sistem penemuan dan pelaporan kasus di daerah yang belum optimal (Suryanti & Adewale, 2024).

Pola Klaster Spasial Determinan Sosial

Analisis *Local Indicators of Spatial Association* (LISA) pada variabel determinan sosial dilakukan untuk melihat pola pengelompokan spasial antarwilayah di Indonesia. Variabel yang dianalisis meliputi Indeks Pembangunan Manusia (IPM), kepadatan penduduk, prevalensi stunting, dan rasio puskesmas. Distribusi klaster spasial pada masing-masing variabel disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Klaster LISA Determinan Sosial di Indonesia Tahun 2024.

Pada variabel IPM, hasil LISA menunjukkan klaster *high-high* pada Provinsi Jawa Barat dan Banten, sementara Provinsi Papua Selatan, Papua, Papua Pegunungan, dan Papua Tengah masuk pada klaster *low-low*, pola ini menunjukkan bahwa wilayah dengan pembangunan manusia rendah masih terkonsentrasi di kawasan timur Indonesia. Dengan IPM yang tinggi, Provinsi Jawa Barat dan Banten juga muncul sebagai hotspot TBV anak, yang mengindikasikan bahwa tingginya IPM di wilayah ini tidak langsung diikuti dengan rendahnya beban TBC anak, khususnya pada daerah perkotaan yang padat penduduk yang tetap berisiko tinggi mengalami penularan (Astari & Chotib, 2024).

Klaster *high-high* kepadatan penduduk tampak pada Provinsi DKI Jakarta, Jawa Barat, dan Banten. Sedangkan, sebagian besar wilayah Kalimantan dan Papua termasuk kategori *low-low*. Pola ini selaras dengan klaster pada TBC anak, di mana ketiga provinsi pada Pulau Jawa tersebut juga menjadi hotspot kasus TBC anak. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa kepadatan penduduk meningkatkan risiko penularan TBC pada anak melalui peningkatan kontak erat (Farkhan et al., 2026). Beberapa penelitian menemukan hasil serupa, Sunengsih & Jaya (2021) bahwa kepadatan penduduk berhubungan signifikan dengan insiden TBC anak di Kota Bandung. Temuan serupa dijelaskan oleh Prameswari & Hendrati (2024) pada Provinsi Jawa Timur.

Pada variabel prevalensi stunting, klaster *high-high* terlihat pada Provinsi Sulawesi Selatan, Papua Selatan, Papua Pegunungan, Papua, dan Papua Tengah. Sebaliknya, klaster *low-low* ditemukan pada Provinsi Lampung, Sumatera Selatan, Jawa Tengah, Banten, dan Jawa Barat. Pola ini berbanding terbalik dengan distribusi hotspot TBC anak karena wilayah dengan

prevalensi stunting tinggi tidak semuanya muncul sebagai hotspot kasus TBC anak. Secara teori, stunting sebagai bentuk malnutrisi kronis yang mana melemahkan imunitas anak terbukti dapat meningkatkan kerentanan terhadap TBC (Deddy Herman & Delmi Sulastri, 2024). Ketidakhadiran beberapa provinsi di Pulau Papua sebagai hotspot TBC anak, meski memiliki prevalensi stunting yang tinggi, dapat mencerminkan terdapat indikasi *underreporting* akibat adanya keterbatasan diagnosis maupun pelaporan kasus (Makbul & Amir, 2024).

LISA rasio puskesmas menunjukkan Papua dan Papua Tengah membentuk klaster *high-high*, artinya kedua provinsi ini memiliki rasio puskesmas per penduduk yang relatif tinggi terhadap wilayah tetangganya. Sedangkan klas *low-low* terlihat pada Provinsi Jawa Barat, Banten, DKI Jakarta, dan Jawa Tengah. Klaster *low-high* terlihat pada Provinsi Papua Selatan dan Papua Barat Daya. Namun, tingginya rasio puskesmas pada Pulau Papua tidak selalu mencerminkan kemudahan akses layanan kesehatan karena kondisi geografis, keterbatasan infrastruktur, dan hambatan pelaporan kasus masih menjadi tantangan, yang terlihat dari belum optimalnya deteksi kasus di beberapa puskesmas dan kendala pelaporan TBC pada Indonesia bagian timur (Abimulyani et al., 2025). Sebaliknya, rendahnya rasio puskesmas di Pulau Jawa yang memiliki wilayah padat penduduk mencerminkan tingginya beban layanan di fasilitas primer. Hal ini berpotensi menyebabkan penurunan penemuan kasus dan tata laksana TBC, termasuk pada anak (Afifa et al., 2025).

Pola Spasial TBC Anak dan Determinan Sosial di Indonesia

Hasil analisis spasial menunjukkan bahwa pola klaster kasus TBC anak cenderung berdekatan dengan wilayah yang memiliki karakteristik sosial tertentu di Indonesia. Wilayah Pulau Jawa terutama pada Provinsi Jawa Barat, Banten, dan DKI Jakarta muncul secara konsisten sebagai klaster *high-high* pada kasus TBC anak dan kepadatan penduduk, serta *low-low* pada rasio puskesmas. Pola ini mencerminkan bahwa tingginya kepadatan penduduk yang tidak diiringi oleh ketersediaan layanan kesehatan primer dapat menciptakan kondisi yang mendukung penularan TBC anak secara berkelanjutan.

Berbeda dengan Pulau Jawa, Papua menunjukkan pola yang cukup kontras. Wilayah ini memiliki prevalensi stunting yang tinggi, namun tidak teridentifikasi sebagai wilayah dengan kategori *high-high* (hotspot) TBC anak. Dengan rasio puskesmas yang relatif lebih tinggi jika dibandingkan dengan wilayah lain, kondisi geografis dan keterbatasan akses layanan kesehatan di Papua tetap dapat memengaruhi penemuan dan pelaporan kasus. Kondisi ini mencerminkan adanya kemungkinan *underreporting* sehingga jumlah kasus yang tercatat belum mencerminkan situasi sebenarnya yang ada di lapangan. Temuan penelitian ini mendukung konsep *social determinants of health*, bahwa distribusi pada penyakit menular

dipengaruhi oleh *socio-economy* dan kondisi geografis suatu wilayah, sehingga dalam penanganannya tidak dapat berfokus pada faktor medis semata.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Distribusi kasus Tuberkulosis (TBC) pada anak di Indonesia tahun 2024 menunjukkan pola pengelompokan spasial dengan nilai Moran's I mencapai 0,612 yang berarti kasus tidak berdistribusi secara acak di antara provinsi. Kluster kasus TBC anak yang *high-high* (hotspot) terkonsentrasi di Pulau Jawa, yakni pada Provinsi DKI Jakarta, Jawa Tengah, Banten, dan Jawa Barat. Kluster kasus TBC anak *low-low* (coldspot) ditemukan pada Provinsi Gorontalo, Sulawesi Tengah, Sumatera Utara, serta Sulawesi Selatan. Analisis *Local Indicators of Spatial Association* (LISA) mengindikasikan bahwa area hotspot TBC anak cenderung tumpang tindih dengan kluster kepadatan penduduk yang tinggi dan rasio puskesmas yang rendah. Temuan penelitian ini menunjukkan signifikansi pendekatan pengendalian TBC anak berbasis wilayah melalui adanya penguatan surveilans, peningkatan penemuan kasus, dan pemerataan layanan kesehatan primer, terutama pada daerah hotspot.

Tingginya prevalensi stunting di Papua yang tidak berjalan beriringan dengan tingginya notifikasi TBC anak perlu diperhatikan, karena hal ini dapat menunjukkan adanya *underreporting* kasus. Keterbatasan penelitian ini karena menggunakan desain ekologi, sehingga hasil penelitian tidak dapat ditarik kesimpulan hubungan pada level individu dan memiliki potensi menyebabkan *ecological fallacy*. Variasi kualitas laporan antar wilayah dapat berdampak pada hasil analisis. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan data tingkat kabupaten/kota dan mempertimbangkan analisis regresi spasial guna mendapatkan gambaran hubungan antarvariabel yang lebih komprehensif.

DAFTAR REFERENSI

- Abimulyani, Y., Geddy, N. V., & Sulistiyowati, A. N. (2025). Peningkatan pengetahuan dalam pencegahan penularan TB paru pada anak. *Aksi Nyata: Jurnal Pengabdian Sosial dan Kemasyarakatan*, 2(3), 68–76. <https://doi.org/10.62383/aksinyata.v2i3.1606>
- Afifa, F., Sholihah, Q., & Kartikaningsih, H. (2025). Evaluation of the role of community health center policies in the handling and prevention of tuberculosis in Malang City. *Wacana Jurnal Sosial dan Humaniora*, 28(3). <https://doi.org/10.21776/ub.wacana.2025.028.03.01>
- Astari, S., & Chotib. (2024). Spatial analysis of the human development index in Indonesia before and during the COVID-19 pandemic. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1291(1), 012002. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1291/1/012002>

- Aulia, K. T., Yuniati, S. K., & Seto, A. A. B. (2024). The effect of population density on the risk of tuberculosis in densely populated environments. *Journal of Diverse Medical Research: Medicosphere*, 1(2), 7–12. <https://doi.org/10.33005/jdiversemedres.v1i2.96>
- Deddy Herman, & Delmi Sulastri. (2024). Beyond infection: The role of stunting in tuberculosis susceptibility and treatment outcomes. *Bioscientia Medicina: Journal of Biomedicine and Translational Research*, 9(2), 6425–6438. <https://doi.org/10.37275/bsm.v9i2.1202>
- Fairuz, F., Syukri, M., Devi, Y. P., & Halim, S. (2025). Geospatial analysis to identify the area with high-risk clusters of extrapulmonary tuberculosis in Jambi Municipality, Indonesia. *Indian Journal of Public Health*, 69(1), 136–138. https://doi.org/10.4103/ijph.ijph_1528_23
- Farkhan, A., Pakasi, T. T., Sulistyo, S., Salsabila, A., Maude, R. J., & Rotejanaprasert, C. (2026). Spatiotemporal epidemiology and associated risk factors of tuberculosis incidence and mortality in Indonesia 2017–2022: A nationwide space-time hierarchical analysis. *Population Health Metrics*, 24(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s12963-026-00458-5>
- Hengky, H. K., Maria, I. L., Safar, M., Khuzaimah, A., Amir, M. Y., Santoso, A., & Wahiduddin. (2025). Childhood tuberculosis: Epidemiology, etiology, pathophysiology, pathogenesis, risk factors, prevention and diagnosis: A narrative review. *International Journal of Statistics in Medical Research*, 14, 394–402. <https://doi.org/10.6000/1929-6029.2025.14.38>
- Iskandar, D., Suwantika, A. A., Pradipta, I. S., Postma, M. J., & van Boven, J. F. M. (2023). Clinical and economic burden of drug-susceptible tuberculosis in Indonesia: National trends 2017–19. *The Lancet Global Health*, 11(1), e117–e125. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(22\)00455-7](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(22)00455-7)
- Költringer, F. A., Annerstedt, K. S., Boccia, D., Carter, D. J., & Rudgard, W. E. (2023). The social determinants of national tuberculosis incidence rates in 116 countries: A longitudinal ecological study between 2005–2015. *BMC Public Health*, 23, 337. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-15213-w>
- Kussainova, A., Kassym, L., Kussainov, A., et al. (2026). Impact of social determinants of health on the incidence of tuberculosis in Central Asia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 23(1), 68. <https://doi.org/10.3390/ijerph23010068>
- Lestari, T., Kamaludin, Lowbridge, C., Kenangalem, E., Poespoprodjo, J. R., Graham, S. M., & Ralph, A. P. (2022). Impacts of tuberculosis services strengthening and the COVID-19 pandemic on case detection and treatment outcomes in Mimika District, Papua, Indonesia: 2014–2021. *PLOS Global Public Health*, 2(9), e0001114. <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0001114>
- Lestari, W., Brata, A. S., Anhar, A., & Rahmawati, S. (2023). Analisis autokorelasi spasial global dan lokal pada data kemiskinan Provinsi Bali. *Jambura Journal of Mathematics*, 5(1). <https://doi.org/10.34312/jjom.v5i1.18681>
- Liyew, A. M., Clements, A. C. A., Akalu, T. Y., Gilmour, B., & Alene, K. A. (2024). Ecological-level factors associated with tuberculosis incidence and mortality: A systematic review and meta-analysis. *PLOS Global Public Health*, 4(10), e0003425. <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0003425>

- Makbul, F., & Amir, D. (2024). Incidence of tuberculosis in primary health care during the COVID-19 pandemic: A longitudinal study and perspective from Eastern Indonesia. *Journal of Epidemiology and Public Health*, 9(1), 117–128. <https://doi.org/10.26911/jepublichealth.2024.09.01.11>
- Minawati, Trihandini, I., Sipahutar, T., & Salsabila, S. (2024). Spatial autocorrelation of stunting prevalence among children under five years in West Bandung Regency in 2022. *BKM Public Health and Community Medicine*. <https://doi.org/10.22146/bkm.v40i01.11645>
- Prameswari, A., & Hendrati, L. Y. (2024). Correlation between livable housing, BCG immunization coverage, and population density with child tuberculosis incidence in East Java Province 2020–2022. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 16(3), 213–221. <https://doi.org/10.20473/jkl.v16i3.2024.213-221>
- Saputra, A., Wichaidit, W., Kesuma, Z. M., & Chongsuvivatwong, V. (2025). Spatio-temporal distribution of COVID-19 cases and tuberculosis in four provinces of Sumatra Islands, Indonesia. *BMC Public Health*, 25, 529. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-21754-z>
- Setyoningrum, R. A., Maharani, R. A., Hapsari, R., & Chafid, A. P. P. (2024). Risk factors of tuberculosis in children with adult household tuberculosis contact. *Paediatrica Indonesiana*, 64(4), 287–292. <https://doi.org/10.14238/pi64.4.2024.287-92>
- Siddalingaiah, N., Chawla, K., Nagaraja, S. B., & Hazra, D. (2023). Risk factors for the development of tuberculosis among the pediatric population: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Pediatrics*, 182(7), 3007–3019. <https://doi.org/10.1007/s00431-023-04988-0>
- Sunengsih, N., & Jaya, I. G. N. M. (2021). A Bayesian spatiotemporal autoregressive model with constant and temporally varying coefficients: An application to hotspot detection of childhood tuberculosis in Bandung City, Indonesia. *Communications in Mathematical Biology and Neuroscience*. <https://doi.org/10.28919/cmbn/5960>
- Suryanti, & Adewale, A. I. (2024). A recent of tuberculosis's burden and under-notification in Indonesia: A scoping review. *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*, 26(20). <https://doi.org/10.62877/5-IJCBS-24-26-20-5>
- Tanjung, R., Mahyuni, E. L., Tanjung, N., Simarmata, O. S., Sinaga, J., & Nolia, H. R. (2021). The spatial distribution of pulmonary tuberculosis in Kabanjahe District, Karo Regency, Indonesia. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 9(E), 817–822. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2021.6808>
- World Health Organization. (2024). *Global tuberculosis report 2024*. <https://www.who.int/teams/global-tuberculosis-programme/tb-reports>
- Zumla, A., Nahid, P., & Cole, S. T. (2013). Advances in the development of new tuberculosis drugs and treatment regimens. *Nature Reviews Drug Discovery*, 12(5), 388–404. <https://doi.org/10.1038/nrd4014>