



**LITERATURE REVIEW: PERAN ANALISIS SPASIAL DALAM PENGENDALIAN INFEKSI STH (*SOIL TRANSMITTED HELMINTH*)**

**Dea Afrilia<sup>1\*</sup>, Hesti Yuningrum<sup>2</sup>, Betta Kurniawan<sup>3</sup>, Jhons Fatriyasi Suwandi<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung, Jalan Prof. Dr Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No.1, Bandar Lampung, Lampung 35141, Indonesia

<sup>2</sup>Bagian Kedokteran Komunitas, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung, Jalan Prof. Dr Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No.1, Bandar Lampung, Lampung 35141, Indonesia

<sup>3</sup>Bagian Mikrobiologi dan Parasitologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung, Jalan Prof. Dr Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No.1, Bandar Lampung, Lampung 35141, Indonesia

[\\*deaa9947@gmail.com](mailto:deaa9947@gmail.com)

**ABSTRAK**

Infeksi Soil-Transmitted Helminths (STH) masih menjadi masalah kesehatan masyarakat, terutama di wilayah dengan sanitasi buruk dan kepadatan penduduk tinggi. Kajian ini bertujuan untuk meninjau peran analisis spasial dalam pengendalian infeksi STH melalui telaah pustaka sistematis. Artikel diperoleh dari lima database utama: PubMed, ScienceDirect, SpringerLink, PLOS, dan Google Scholar, menggunakan kata kunci “soil-transmitted helminths,” “spatial analysis,” “geostatistics,” “disease mapping,” dan “GIS for public health.” Seleksi dilakukan terhadap artikel berbahasa Indonesia dan Inggris yang dipublikasikan antara tahun 2011 hingga 2024. Dari 47 artikel yang ditemukan, 15 artikel dipilih untuk dianalisis lebih lanjut berdasarkan kesesuaian topik dan kelengkapan data. Hasil telaah menunjukkan bahwa metode analisis spasial seperti pemodelan geostatistik, autokorelasi spasial, dan pemetaan spasial-temporal digunakan untuk mengidentifikasi pola penyebaran, memetakan wilayah berisiko tinggi, dan mengevaluasi program pengendalian berbasis wilayah. Analisis spasial juga mampu menggabungkan data lingkungan dan sosial-ekonomi dalam pemetaan risiko. Kesimpulannya, pendekatan analisis spasial berperan penting dalam mendukung strategi pengendalian infeksi STH secara lebih efisien dan tepat sasaran.

Kata kunci: disease control; geostatistics; mapping; public health; soil-transmitted helminths; spatial analysis

**LITERATURE REVIEW: THE ROLE OF SPATIAL ANALYSIS IN CONTROLLING SOIL-TRANSMITTED HELMINTH INFECTIONS**

**ABSTRACT**

*Soil-Transmitted Helminth (STH) infections remain a significant public health issue, particularly in areas with poor sanitation and high population density. This study aims to review the role of spatial analysis in controlling STH infections through a systematic literature review. Articles were retrieved from five major databases: PubMed, ScienceDirect, SpringerLink, PLOS, and Google Scholar using keywords such as “soil-transmitted helminths,” “spatial analysis,” “geostatistics,” “disease mapping,” and “GIS for public health.” The inclusion criteria were original research articles published between 2011 and 2024 in English or Indonesian, focusing on STH and spatial analysis. Out of 47 articles initially identified, 15 were selected for in-depth analysis based on relevance and data completeness. The findings show that spatial methods such as geostatistical modeling, spatial autocorrelation, and spatiotemporal mapping are commonly used to detect infection patterns, map high-risk areas, and evaluate area-based control programs. Spatial analysis also integrates environmental and socio-economic data to produce more accurate risk maps. In conclusion, spatial analysis plays a critical role in supporting more targeted and effective strategies for the control of STH infections.*

*Keywords: disease control; geostatistics; mapping; public health; soil-transmitted helminths; spatial analysis*

## PENDAHULUAN

Infeksi cacing yang ditularkan melalui tanah (*Soil Transmitted Helminth/STH*) masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang signifikan di banyak negara berkembang, terutama di daerah tropis dan subtropis. STH, yang meliputi *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, dan cacing tambang (*Necator americanus* dan *Ancylostoma duodenale*), mempengaruhi ratusan juta orang di seluruh dunia, dengan dampak negatif yang besar pada kesehatan, nutrisi, dan perkembangan kognitif, terutama pada anak-anak (Pullan *et.al*, 2011). Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) telah menetapkan target untuk mengurangi morbiditas terkait STH dan mencapai eliminasi sebagai masalah kesehatan masyarakat pada tahun 2030 (WHO, 2023). Untuk mencapai tujuan ini, pemahaman yang akurat tentang distribusi geografis dari infeksi STH sangat penting dalam perencanaan dan implementasi program pengendalian yang efektif, salah satu metode yang dapat dilakukan untuk mengetahui distribusi geografis adalah dengan analisis spasial.

Analisis spasial telah muncul sebagai salah satu alat yang dapat digunakan dalam konteks pengendalian STH, memungkinkan visualisasi pola spasial infeksi, identifikasi *hotspot* transmisi, dan pemodelan faktor risiko lingkungan (Hamylton, 2017). Teknik seperti pemodelan geostatistik, analisis auto korelasi spasial, analisis pola sebaran, dan pemetaan risiko kini semakin sering digunakan dalam penelitian infeksi cacing (STH). Teknik-teknik ini membantu para peneliti memahami bagaimana penyakit menyebar dan merencanakan tindakan pencegahan yang lebih tepat sasaran. Misalnya, pemodelan geostatistik bisa memperkirakan tingkat infeksi di daerah yang belum disurvei, dengan menggunakan data dari daerah sekitar dan informasi lingkungan, sehingga bisa dibuat peta risiko yang lebih akurat (Pullan *et.al*, 2011).

Analisis autokorelasi spasial, seperti indeks Moran's I dan Getis-Ord G, sering digunakan untuk melihat apakah ada pola pengelompokan kasus infeksi cacing (STH) di suatu wilayah. Dengan kata lain, analisis ini membantu mencari tahu apakah daerah-daerah tertentu memiliki tingkat infeksi yang tinggi dan berdekatan satu sama lain. Teknik ini pernah digunakan untuk memetakan penyebaran infeksi cacing di Brasil. Hasilnya teknik ini membantu mereka menemukan *hotspot* atau titik-titik rawan penularan yang bisa diprioritaskan untuk tindakan pencegahan. Teknik ini berguna untuk memahami bagaimana infeksi menyebar di suatu wilayah dan membuat strategi pengendalian yang lebih tepat (Scholte *et.al*, 2013).

Pemetaan risiko, yang menggabungkan data prevalensi dengan faktor risiko lingkungan dan sosio-ekonomi, telah menjadi alat yang sangat berharga dalam penelitian STH. Pendekatan geostatistik untuk menganalisis distribusi spasial-temporal infeksi STH yang dilakukan di Provinsi Guangdong, Cina, mengintegrasikan data dari tiga survei parasit nasional. Studi ini tidak hanya memetakan prevalensi STH, tetapi juga mengidentifikasi faktor-faktor lingkungan yang berkontribusi terhadap risiko infeksi, seperti suhu, curah hujan, dan karakteristik tanah. Hasil dari analisis semacam ini dapat membantu dalam memprediksi area berisiko tinggi dan memandu alokasi sumber daya untuk intervensi yang ditargetkan (Huang *et.al*, 2022).

Kemajuan dalam teknologi penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (GIS) telah lebih jauh meningkatkan kapasitas analisis spasial dalam penelitian STH. Data satelit tentang tutupan lahan, suhu permukaan, dan indeks vegetasi dapat diintegrasikan ke dalam model spasial untuk meningkatkan akurasi prediksi. Penelitian yang menggabungkan data survei lapangan dengan variabel lingkungan yang diperoleh dari penginderaan jauh dalam pemodelan geostatistik mereka tentang prevalensi STH di Sri Lanka, menghasilkan peta risiko resolusi tinggi yang dapat digunakan untuk menargetkan program pengendalian (Ediriweera *et.al*, 2019).

Walaupun analisis spasial sangat membantu dalam penelitian dan pengendalian infeksi cacing (STH), ada beberapa tantangan yang perlu diperhatikan. Salah satunya adalah keterbatasan data spasial di negara-negara yang terkena dampak besar dan memiliki sumber daya terbatas, data yang lengkap dan akurat sering sulit didapat. Selain itu, hasil dari analisis spasial bisa sulit dipahami, terutama karena adanya perbedaan skala peta atau detail wilayah yang diteliti. Infeksi cacing juga dipengaruhi oleh banyak hal, seperti kondisi lingkungan dan kebiasaan masyarakat setempat, sehingga hasil analisis tidak selalu bisa diterapkan secara umum ke semua tempat (WHO,2023). Tujuan dari tinjauan literatur ini adalah untuk mengetahui peran analisis spasial dalam upaya pengendalian infeksi STH di masyarakat.

## **METODE**

Tinjauan ini menggunakan pendekatan literature review deskriptif kualitatif. Artikel dikumpulkan dari database ilmiah internasional: PubMed, ScienceDirect, SpringerLink, PLOS, dan Google Scholar. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian adalah "*soil-transmitted helminths*," "*spatial analysis*," "*geostatistics*," "*disease mapping*," dan "*GIS for public health*". Kriteria inklusi mencakup: artikel asli berbasis penelitian empiris (bukan review), tahun publikasi 2011 hingga 2024, fokus pada infeksi STH dan analisis spasial, berbahasa Inggris atau Indonesia. Prosedur seleksi dilakukan dalam tiga tahap: (1) penyaringan berdasarkan judul dan abstrak, (2) pembacaan menyeluruh terhadap isi artikel, dan (3) pemilihan akhir artikel yang memenuhi kriteria untuk dianalisis lebih lanjut. Sebanyak 47 artikel awal ditemukan, dan 15 artikel dipilih untuk dianalisis. Artikel yang dipilih dianalisis secara tematik berdasarkan metode spasial yang digunakan, wilayah studi, integrasi data lingkungan dan sosial-ekonomi, serta aplikasinya dalam strategi pengendalian penyakit.

## **HASIL**

Dari 15 artikel yang dianalisis, ditemukan bahwa pendekatan spasial yang paling umum digunakan meliputi:

- Pemodelan geostatistik, yang digunakan untuk memperkirakan prevalensi di wilayah yang tidak terjangkau oleh survei langsung (misalnya studi di Kenya oleh Pullan et al., 2011).
- Analisis autokorelasi spasial seperti Moran's I dan Getis-Ord Gi untuk mendeteksi pola clustering infeksi, seperti yang dilakukan oleh Scholte et al. (2013) di Brasil.
- Pemetaan spasial-temporal digunakan untuk melacak perubahan risiko dari waktu ke waktu, seperti dalam studi Huang et al. (2022) di Tiongkok.
- Integrasi data spasial dengan data lingkungan dan sosial ekonomi, seperti tutupan lahan, kelembaban tanah, dan kepadatan penduduk yang diterapkan dalam studi di Bangladesh dan Sri Lanka (Gerber et al., 2023; Ediriweera et al., 2019).

Selain itu, aplikasi teknologi machine learning dan platform R-Shiny juga mulai diadopsi untuk membuat dashboard spasial yang interaktif dan prediktif.

## **PEMBAHASAN**

Analisis spasial memiliki peran penting dalam pengendalian infeksi cacing (STH), mulai dari tahap perencanaan hingga mengevaluasi hasil program. Salah satu kegunaannya adalah untuk menentukan wilayah mana yang paling berisiko dan perlu segera mendapat penanganan. Dengan menggunakan peta risiko yang dihasilkan dari analisis spasial, program pengendalian bisa lebih mudah memprioritaskan daerah untuk pemberian obat massal atau intervensi lain. Hal ini telah diterapkan dalam penelitian dengan model spasial diberbagai daerah di Kenya untuk memperkirakan berapa banyak anak-anak yang mengalami infeksi STH dan membutuhkan pengobatan.. Hasil ini sangat membantu dalam mengatur logistik dan membagi sumber daya secara lebih tepat dan efisien (Pullan *et.al*, 2011).

Analisis spasial juga membantu kita memahami lebih dalam bagaimana infeksi cacing (STH) menyebar dan faktor-faktor apa saja yang memengaruhinya. Pada penelitian yang menggunakan metode pemodelan Bayesian untuk melihat hubungan antara tingkat infeksi cacing dan berbagai kondisi lingkungan serta sosial-ekonomi di Brasil. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa kemiskinan, buruknya sanitasi, dan kondisi iklim tertentu seperti suhu dan curah hujan memainkan peran besar dalam penyebaran infeksi ini. Temuan ini memberikan wawasan penting untuk pengembangan strategi pencegahan yang lebih komprehensif (Scholte *et.al*, 2013).

Dalam konteks pemantauan dan evaluasi, analisis spasial memungkinkan penilaian yang lebih akurat terhadap dampak program pengendalian STH dari waktu ke waktu. Analisis spasial-temporal dapat digunakan untuk melacak perubahan dalam distribusi STH, seperti yang dilakukan di Provinsi Guangdong, Cina, selama beberapa dekade terakhir. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi area di mana intervensi telah berhasil mengurangi prevalensi, serta area di mana transmisi terjadi terus-menerus, membantu dalam penyesuaian strategi program (Huang *et.al*, 2022).

Analisis spasial juga telah digunakan untuk mengoptimalkan desain survei dan strategi pengambilan sampel dalam penelitian STH. Pada penelitian yang menggunakan pemodelan geostatistik untuk menganalisis data survei nasional di Bangladesh, tidak hanya untuk memetakan distribusi STH tetapi juga untuk menginformasikan strategi surveilans yang lebih efisien di masa depan. Pendekatan ini dapat membantu dalam mengidentifikasi lokasi-lokasi penting yang representatif untuk pemantauan jangka panjang, mengurangi biaya dan kompleksitas survei epidemiologis (Gerber *et al.* 2023).

Analisis spasial telah membantu meningkatkan pemahaman tentang penyebaran infeksi cacing (STH) yang sering terjadi bersamaan dengan penyakit tropis terabaikan lainnya, seperti *schistosomiasis*. Dalam tinjauan sistematis yang dilakukan oleh Araujo Navas *et.al* (2016), mereka membahas bagaimana peta hasil analisis spasial dapat digunakan untuk mengidentifikasi wilayah yang terdampak kedua penyakit tersebut secara bersamaan. Dengan mengetahui area tumpang tindih ini, program pengendalian bisa dilakukan secara terpadu, sehingga lebih efisien dan hemat biaya dibandingkan jika masing-masing penyakit ditangani secara terpisah.

Namun, masih terdapat berbagai tantangan yang perlu dihadapi. Ketersediaan data resolusi tinggi menjadi hambatan utama, terutama di negara berkembang. Selain itu, kapasitas teknis dalam mengelola dan menganalisis data spasial masih terbatas. Tantangan-tantangan ini membuka peluang untuk kolaborasi internasional dan pelatihan kapasitas lokal.

Kemajuan teknologi, seperti pemanfaatan aplikasi spasial berbasis web dan integrasi machine learning, telah membawa pendekatan ini ke arah yang lebih prediktif dan real-time. Inovasi seperti aplikasi R-Shiny (Orozco *et al.*, 2022) menunjukkan bagaimana visualisasi spasial dapat menjadi alat yang mudah diakses oleh pembuat kebijakan dan tenaga kesehatan masyarakat.

Meskipun masih ada tantangan, analisis spasial memiliki peluang besar untuk terus dikembangkan dan dimanfaatkan lebih luas dalam pengendalian infeksi cacing (STH). Dengan menggabungkan berbagai jenis data seperti hasil survei kesehatan, informasi lingkungan, dan kondisi sosial-ekonomi model spasial bisa menjadi lebih akurat dan bermanfaat. Selain itu, teknologi baru seperti pembelajaran mesin (*machine learning*) dan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) juga memberikan peluang besar untuk meningkatkan kemampuan model dalam memprediksi risiko dan mengenali pola tersembunyi yang sulit dideteksi dengan metode tradisional (Roy *et.al*, 2024).

Pengembangan platform dan alat analisis spasial yang lebih interaktif dan mudah digunakan dapat membuat teknik ini lebih mudah diakses oleh pembuat kebijakan dan pengelola program di lapangan. Dengan alat yang lebih praktis, pengambilan keputusan bisa dilakukan lebih cepat dan responsif, terutama dalam pengendalian infeksi cacing (STH). Selain itu, meningkatkan kerja sama antarnegara dan berbagi data juga sangat penting. Hal ini dapat memperluas jangkauan penerapan analisis spasial dan memberikan pemahaman yang lebih menyeluruh tentang penyebaran dan dinamika STH di tingkat global (WHO,2023).

Menggabungkan analisis spasial dengan pemodelan matematika dan analisis ekonomi kesehatan juga membuka peluang yang menarik. Pendekatan ini dapat membantu mengevaluasi seberapa efektif dan efisien biaya dari berbagai strategi pengendalian, serta membantu dalam mengatur pembagian sumber daya agar lebih optimal (Turner et.al, 2015). Selain itu, penggunaan teknologi mobile dan crowdsourcing (seperti pelaporan dari masyarakat melalui aplikasi) juga bisa membantu mengumpulkan data secara lebih cepat dan detail. Hal ini akan meningkatkan akurasi waktu dan lokasi dari data infeksi cacing (STH), sehingga analisis bisa dilakukan secara lebih dinamis dan cepat menyesuaikan dengan perubahan pola penyebaran (Minnery *et.al*, 2024).

## SIMPULAN

Analisis spasial memiliki peran penting dalam pengendalian infeksi cacing usus (STH). Melalui berbagai metode seperti pemetaan risiko, pemodelan geostatistik, dan analisis pola sebaran, analisis spasial dapat membantu mengetahui lokasi penyebaran penyakit, menentukan wilayah prioritas untuk intervensi, serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat sasaran. Analisis spasial juga memungkinkan penggabungan data dari berbagai sumber, seperti survei kesehatan, kondisi lingkungan, dan informasi sosial ekonomi, untuk membuat peta risiko yang lebih akurat. Hal ini sangat membantu dalam perencanaan program pengendalian dan pembagian sumber daya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Araujo Navas, A. L., Hamm, N. A. S., Soares Magalhães, R. J., & Stein, A. (2016). Mapping soil transmitted helminths and schistosomiasis under uncertainty: A systematic review and critical appraisal of evidence. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *10*(12), e0005208. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005208>
- Ediriweera, D. S., Gunawardena, S., Gunawardena, N. K., Iddawela, D., & Kannathasan, S. (2019). Reassessment of the prevalence of soil-transmitted helminth infections in Sri Lanka to enable a more focused control programme: A cross-sectional national school survey. *The Lancet Global Health*. [https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X\(19\)30253-0/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X(19)30253-0/fulltext)
- Gerber, D. J. F., Dhakal, S., Islam, M. N., Al Kawsar, A., Khair, M. A., Rahman, M. M., & Karim, M. J. (2023). Distribution and treatment needs of soil-transmitted helminthiasis in Bangladesh: A Bayesian geostatistical analysis of 2017–2020 national survey data. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *17*(11), e0011656. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011656>
- Gilmour, B., Wangdi, K., Restrepo, A. C., Tsheten, T., Kelly, M., Clements, A., Gray, D., & Lau, C. (2024). Protocol for spatial prediction of soil transmitted helminth prevalence in the Western Pacific region using a meta-analytical approach. *Systematic Reviews*, *13*(1), Article 24. <https://doi.org/10.1186/s13643-024-02469-5>
- Hamylton, S. M. (2017). *Spatial analysis of coastal environments*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781107707412>

- Huang, S., Lai, Y.-S., & Fang, Y.-Y. (2022). The spatial-temporal distribution of soil-transmitted helminth infections in Guangdong Province, China: A geostatistical analysis of data derived from the three national surveys. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *16*(7), e0010622. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010622>
- Minnery, M., Okoyo, C., Morgan, G., Wang, A., Johnson, O., Fronterre, C., Montresor, A., Campbell, S. J., Mwandawiro, C., & Diggle, P. (2024). Cost-effectiveness of comparative survey designs for helminth control programs: Post-hoc cost analysis and modelling of the Kenyan national school-based deworming program. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *18*(12), e0011583. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011583>
- Orozco-Acosta, E., Wakefield, J., & Quick, H. (2022). *sae4health: An R-Shiny application for small-area estimation of health indicators in low- and middle-income countries* [Preprint]. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2505.01467>
- Perfecto, I., Chaves, L. F., Fitch, G. M., & Vandermeer, J. (2023). Looking beyond land-use and land-cover change: Zoonoses emerge in the agricultural matrix. *One Earth*, *6*(9), 1131–1142. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.08.010>
- Pullan, R. L., Gething, P. W., Smith, J. L., Mwandawiro, C. S., Sturrock, H. J. W., Gitonga, C. W., Hay, S. I., & Brooker, S. J. (2011). Spatial modelling of soil-transmitted helminth infections in Kenya: A disease control planning tool. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *5*(2), e958. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000958>
- Roy, P. P., Abdullah, M. S., & Siddique, I. M. (2024). Machine learning empowered geographic information systems: Advancing spatial analysis and decision making. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, *22*(1), 1387–1397. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.22.1.1200>
- Scholte, R. G. C., Schur, N., Bavia, M. E., Carvalho, E. M., Chammartin, F., Utzinger, J., & Vounatsou, P. (2013). Spatial analysis and risk mapping of soil-transmitted helminth infections in Brazil, using Bayesian geostatistical models. *Geospatial Health*, *7*(1), 111–123. <https://repositoriohml.ufba.br/handle/ri/17652>
- Turner, H. C., Truscott, J. E., Hollingsworth, T. D., Bettis, A. A., Brooker, S. J., & Anderson, R. M. (2015). Cost and cost-effectiveness of soil-transmitted helminth treatment programmes: Systematic review and research needs. *Parasites & Vectors*, *8*, Article 355. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0885-3>
- World Health Organization. (2023). *Assessing schistosomiasis and soil-transmitted control and evaluation framework*. World Health Organization.