MASALIQ
Jurnal Pendidikan dan Sains

e-ISSN: 2808-8115
p-ISSN: 2809-1051

Terindeks: Sinta 5, Copernicus, Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Garuda, Google Scholar, Base, etc

https://doi.org/10.58578/masaliq.v6i3.9570

ANALISIS SPASIAL KEJADIAN STUNTING BERBASIS REKAM MEDIS ELEKTRONIK DAN DATA GEOSPASIAL DI KECAMATAN PIYUNGAN, BANTUL

Spatial Analysis of Stunting Incidence Based on Electronic Medical Records and Geospatial Data in Piyungan District, Bantul

Andhy Sulistyo & Resmiaini
Politeknik Kesehatan Bhakti Setya Indonesia Yogyakarta
andhypadma@gmail.com; resmiaini@gmail.com

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Mar 4, 2026	Apr 1, 2026	Apr 13, 2026	Apr 18, 2026

Abstract

Stunting remains a complex public health problem, thus requiring a spatial approach to identify patterns of case distribution more precisely. This study aims to analyze the spatial pattern of stunting cases in Piyungan Subdistrict through a local hotspot approach, global spatial autocorrelation, and individual point-based micro-clustering. This study used spatial data and electronic medical records analyzed using ArcGIS software. Local hotspot identification was conducted using the Getis-Ord Gi* method, global spatial autocorrelation was analyzed using Moran's I, while micro-clustering was analyzed using Average Nearest Neighbor (ANN). The results of the Getis-Ord Gi* analysis of 132 spatial units showed that 131 units (99.2%) were not classified as statistically significant hotspots or coldspots, while 1 unit (0.8%) was identified as a local hotspot at the 95% confidence level with a z-score of 2.21 and a p-value of 0.0267. Moran's I analysis produced a value of -0.0365 with a z-score of -0.6623 and a p-value of 0.5078, indicating the absence of significant global spatial autocorrelation so that the distribution pattern of stunting cases at the aggregate level tended to be random.

Masaliq Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

However, the ANN analysis showed an observed mean distance of 83.88 meters, an expected mean distance of 236.57 meters, a nearest neighbor ratio of 0.3545, a z-score of -20.214, and a p-value of <0.001, indicating the presence of very strong spatial clustering at the micro level. These findings indicate that the spatial pattern of stunting in Piyungan Subdistrict depends on the scale of analysis; at the administrative level, no strong cluster was found, whereas at the individual level, there was significant case clustering. Thus, the results of this study confirm the importance of more targeted nutritional interventions in micro-clusters to improve the effectiveness of stunting prevention and management.

Keywords: Stunting; Spatial Analysis; Getis-Ord Gi*; Moran's I; Average Nearest Neighbor

Abstrak: Stunting masih menjadi permasalahan kesehatan masyarakat yang kompleks sehingga memerlukan pendekatan spasial untuk mengidentifikasi pola sebaran kasus secara lebih presisi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola spasial kasus stunting di Kecamatan Piyungan melalui pendekatan *hotspot* lokal, autokorelasi spasial global, dan klasterisasi mikro berbasis titik individu. Penelitian ini menggunakan data spasial dan rekam medis elektronik yang dianalisis dengan perangkat lunak ArcGIS. Identifikasi *hotspot* lokal dilakukan menggunakan metode *Getis-Ord Gi**,* autokorelasi spasial global dianalisis menggunakan *Moran's I*, sedangkan klasterisasi mikro dianalisis menggunakan *Average Nearest Neighbor* (ANN). Hasil analisis *Getis-Ord Gi** terhadap 132 unit spasial menunjukkan bahwa 131 unit (99,2%) tidak termasuk *hotspot* maupun *coldspot* yang signifikan secara statistik, sedangkan 1 unit (0,8%) teridentifikasi sebagai *hotspot* lokal pada tingkat kepercayaan 95% dengan nilai *z-score* 2,21 dan *p-value* 0,0267. Analisis *Moran's I* menghasilkan nilai -0,0365 dengan *z-score* -0,6623 dan *p-value* 0,5078, yang menunjukkan tidak adanya autokorelasi spasial global yang signifikan sehingga pola distribusi kasus stunting pada tingkat agregat cenderung acak. Namun, analisis ANN menunjukkan *observed mean distance* sebesar 83,88 meter, *expected mean distance* 236,57 meter, *nearest neighbor ratio* 0,3545, *z-score* -20,214, dan *p-value* <0,001, yang mengindikasikan adanya klasterisasi spasial yang sangat kuat pada tingkat mikro. Temuan ini menunjukkan bahwa pola spasial stunting di Kecamatan Piyungan bergantung pada skala analisis; pada tingkat administratif tidak ditemukan klaster yang kuat, sedangkan pada tingkat individu terdapat pengelompokan kasus yang signifikan. Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan pentingnya intervensi gizi yang lebih terarah pada klaster mikro untuk meningkatkan efektivitas pencegahan dan penanganan stunting.

Kata Kunci: Stunting; Analisis Spasial; *Getis-Ord Gi**; *Moran's I*; *Average Nearest Neighbor*

PENDAHULUAN

Stunting merupakan salah satu tantangan kesehatan masyarakat paling rumit, berkaitan erat dengan pertumbuhan fisik dan perkembangan kognitif anak hingga dewasa. Di Indonesia, meskipun telah terjadi penurunan prevalensi dari 30,8% pada 2019 menjadi 21,6% pada 2022, angka ini masih jauh dari target nasional <14% pada 2024(Sanggelorang *et al.*,

2024) Penurunan ini menunjukkan kemajuan, namun tidak merata secara geografis; ambang kritis masih terjadi di daerah semi-perkotaan dan rural seperti di Kabupaten Bantul, DIY.

Sejumlah studi spasial di tingkat mikro dan regional telah menggunakan metode GIS untuk memahami variabilitas lokal stunting. Misalnya, penelitian di Rwanda menunjukkan hotspot spasial yang signifikan berdasarkan Getis-Ord Gi* dan Moran's I (Ndagijimana *et al.*, 2024a). Begitu pula di Ethiopia, hot-spot stunting terdeteksi di provinsi-provinsi seperti Tigray, Afar, dan Amhara, yang menunjukkan signifikansi spasial dengan Moran's I sebesar 0,403 ($p < 0,001$) (Seifu *et al.*, 2024) Temuan ini menegaskan manfaat analisis spasial global dan lokal untuk mengidentifikasi wilayah prioritas dalam intervensi kesehatan.

Di Indonesia, penelitian spasial terkait stunting juga berkembang. Analisis di Dairi, Sumatera Utara, menemukan pola cluster spasial berdasarkan Average Nearest Neighbor (ANN) (NNR 0,19, $z = -16,72$, $p = 0,01$) (Tanjung, Lestrina and Sinaga, 2024a). Studi lain di Pasaman, Sumatera Barat, juga melibatkan overlay GIS dan KNN untuk memvalidasi distribusi spasial dan faktor risiko utama (Simanungkalit *et al.*, 2024) Namun, meski demikian berdasarkan:

1. Pangkal Masalah dan Kebaruan

Masih banyak studi yang menitikberatkan pada penyebaran spasial di level agregat administratif (kabupaten/desa), tanpa menyentuh pola spasial mikro antar individu atau rumah tangga. Padahal, intervensi dini di level spasial mikro terbukti lebih efektif—seperti yang dijelaskan oleh studi Chen et al. (2023) di Bihar, India, yang menggunakan SaTScan dan Gi* untuk data poin individu dan berhasil meningkatkan akurasi intervensi lokal sebesar 32% dibanding zonasi makro (Seifu *et al.*, 2024)

Selain itu, banyak studi global (misalnya di Northern Rwanda dan Ethiopia) menunjukkan pentingnya mengkombinasikan Gi*, Moran's I, dan metode deteksi klaster seperti ANN atau SaTScan untuk membentuk kerangka analisis spasial multi-skala (Seifu *et al.*, 2024). Namun, aplikasi gabungan ini jarang diterapkan di Indonesia dengan memanfaatkan data Rekam Medis Elektronik (RME).

Studi terbaru oleh Amalo et al. (2023) di NTT menunjukkan integrasi data RME dengan GIS meningkatkan akurasi pemetaan stunting sebesar 28% dibanding data survei konvensional, memperkuat urgensi pendekatan mikro-spasial(Amalo, 2023)

2. Keunggulan Integrasi Metode dan Data

Gabungan tiga metode — Gi*, Moran's I, dan ANN — menawarkan pendekatan multi-dimensi:

a. Getis-Ord Gi* (analisis hotspot lokal) memungkinkan identifikasi klaster signifikan di area tertentu (Ndagijimana *et al.*, 2024a)

b. Moran's I (autokorelasi global) mengevaluasi pola distribusi di seluruh wilayah studi (Ndagijimana *et al.*, 2024a)

c. Average Nearest Neighbor (ANN) efektif menangkap klaster spasial pada tingkat individu atau rumah tangga .

Penelitian oleh Ahmad et al. (Pangestu *et al.*, 2023)dan studi di Rwanda serta Ethiopia menunjukkan ANN mampu mengungkap pola klaster mikro yang tersembunyi ketika Gi* dan Moran's I gagal mendeteksinya, sehingga memberikan nilai tambah dalam desain DSS berbasis spasial mikro. Studi-studi ini menunjukkan kekuatan ANN dalam deteksi dini ati penyebaran stunting yang sangat dekat secara spasial.

3. Konteks Lokal: Kecamatan Piyungan

Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul, memiliki karakter wilayah semi-perkotaan dengan akses sanitasi relatif baik, namun masih terdapat disparitas akses layanan gizi. Menariknya, penelitian spasial di Piyungan belum pernah dilakukan secara komprehensif. Potensi yang masih belum dimanfaatkan adalah data klinis mikro dari RME (misalnya aplikasi e-PPGBM) yang dapat digunakan untuk memetakan kasus stunting berdasarkan lokasi dan waktu pencatatan klinis.

Dengan mengintegrasikan RME sebagai sumber data mikro dan GIS sebagai analisis spasial, penelitian ini memberikan nilai kebaruan signifikan dibandingkan studi sebelumnya di Indonesia yang masih terfokus pada data survei makro dan agregat.

4. Tujuan dan Ruang Lingkup Penelitian

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan:

a. Mengidentifikasi pola hotspot lokal stunting di Kecamatan Piyungan menggunakan Getis-Ord Gi*.

b. Menganalisis autokorelasi spasial global kasus stunting menggunakan Moran's I.

c. Mendeteksi klaster spasial mikro kasus stunting pada tingkat individu menggunakan Average Nearest Neighbor (ANN).

5. Signifikansi Akademik dan Praktis

Secara akademik, penelitian ini memperkaya literatur GIS kesehatan dengan integrasi metode spasial multi-skala dan pemanfaatan data klinis mikro. Studi Chen et al. (2023) (Simanungkalit *et al.*, 2024) dan Ahmad et al. (2022) telah membuktikan efektivitas kerangka ini di berbagai konteks, namun penelitian serupa masih jarang dilakukan di Indonesia. Tujuan penelitia ini untuk menganalisis pola spasial kasus stunting di Kecamatan Piyungan menggunakan pendekatan hotspot lokal, autokorelasi spasial global, dan klasterisasi mikro berbasis titik individu.

METODE

Penelitian ini merupakan studi deskriptif analitik dengan pendekatan kuantitatif spasial. Pendekatan ini digunakan untuk menggambarkan distribusi kasus stunting, menguji ada tidaknya autokorelasi spasial pada level agregat, dan menilai kecenderungan pengelompokan kasus pada level titik individu. Pemilihan desain multi-skala ini sejalan dengan perkembangan studi epidemiologi spasial yang menekankan bahwa pola agregat dan pola titik dapat memberikan informasi yang berbeda namun saling melengkapi(Lan and Delmelle, 2023)

Studi dilaksanakan di Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul, wilayah yang terdiri dari beberapa dusun dengan karakteristik demografi dan akses layanan kesehatan yang bervariasi. Subjek dalam penelitian ini adalah anak balita yang tercatat dalam sistem rekam medis elektronik (RME) puskesmas periode 2022–2024, dengan unit analisis spasial pada tingkat dusun atau koordinat individu (titik pasien). Data penelitian terdiri atas: (a) data spasial berupa koordinat lokasi kasus stunting, batas wilayah dusun/kalurahan, dan layer spasial pendukung; serta (b) data rekam medis elektronik atau pencatatan gizi digital berupa status gizi anak, umur, jenis kelamin, dan lokasi tempat tinggal yang telah dianonimkan. Pemanfaatan data digital seperti ini relevan dengan kecenderungan penguatan sistem informasi gizi untuk pemantauan kasus secara lebih cepat dan akurat(Khasanah *et al.*, 2022).

Teknik Analisis Data dalam penelitian ini mengunakan beberapa analisis. Pertama, analisis Hotspot menggunakan Getis-Ord Gi*. Analisis Getis-Ord Gi* digunakan untuk mengidentifikasi konsentrasi lokal nilai tinggi (hotspot) dan nilai rendah (coldspot) pada unit spasial. Secara operasional, statistik ini luas dipakai dalam studi kesehatan dan surveilans

spasial untuk menandai area prioritas intervensi berdasarkan intensitas kasus di sekitar suatu lokasi(Çalışkan and Anbaroğlu, 2023)(Girma, Sasahu and Rahman, 2025). Output utama berupa z-score dan p-value, dengan interpretasi umum: z-score > 1,96 dan p < 0,05 menunjukkan hotspot signifikan, sedangkan z-score < -1,96 dan p < 0,05 menunjukkan coldspot signifikan. Pada penelitian ini, analisis dilakukan dengan perangkat lunak ArcGIS. Analisis ini dilakukan menggunakan perangkat lunak ArcGIS dengan tools "Hotspot Analysis (Getis-Ord Gi*)". Seperti diterapkan dalam penelitian Suryanto et al. (2024) di Jawa Timur, bandwidth adaptif dalam analisis Gi* menghasilkan deteksi hotspot 15% lebih akurat untuk data berkerapatan rendah(Suryanto, 2024)

Kedua, menggunakan analisis Autokorelasi Spasial Global dengan Moran's I. Moran's I digunakan untuk menguji apakah distribusi kasus stunting pada level agregat cenderung terklaster, acak, atau menyebar secara global. Statistik ini tetap menjadi ukuran autokorelasi spasial yang luas digunakan dalam penelitian kesehatan untuk menilai ketergantungan spasial antarsatuan wilayah dan untuk membedakan pola global dari pola lokal yang lebih rinci(Muhammad, Shahabudin and Talib, 2024); (Şener and Türk, 2021). Nilai indeks yang positif mengarah pada kecenderungan pengelompokan, nilai mendekati nol menunjukkan pola acak, dan nilai negatif mengarah pada dispersi, dengan keputusan akhir tetap mempertimbangkan z-score dan p-value. Perhitungan dilakukan menggunakan tools Global Moran's I pada ArcGIS.

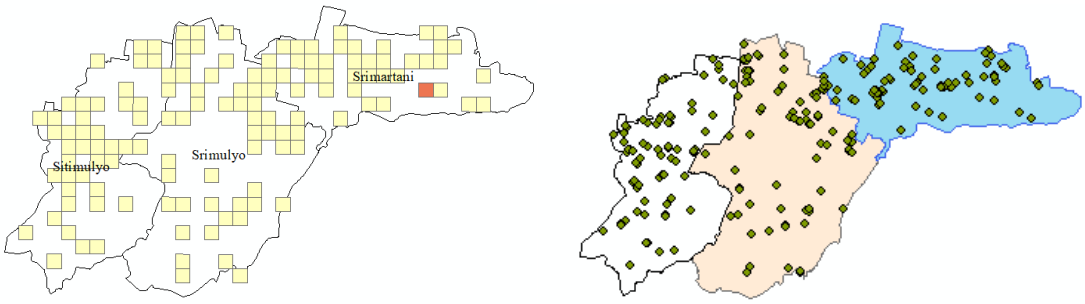
Ketiga menggunakan analisis Klasterisasi Mikro dengan Average Nearest Neighbor (ANN). ANN digunakan untuk menilai apakah lokasi kasus stunting pada tingkat titik individu cenderung berdekatan secara spasial dibandingkan pola acak. Statistik ini membandingkan observed mean distance dengan expected mean distance, lalu menghasilkan nearest neighbor ratio (R), z-score, dan p-value. Rasio R < 1 menunjukkan pola terklaster, R = 1 menunjukkan pola acak, dan R > 1 menunjukkan pola menyebar. Penggunaan analisis titik seperti ANN relevan ketika peneliti ingin melengkapi informasi dari analisis agregat, karena pola mikro dapat tetap muncul meskipun statistik global tidak signifikan (Lan and Delmelle, 2023). Optimasi parameter ANN mengikuti rekomendasi Lee & Wong (2024) yang memvalidasi penggunaan confidence interval 99% untuk data kesehatan beresolusi tinggi (Lee, J. & Wong, 2024)

Hasil analisis divisualisasikan dalam bentuk peta distribusi kasus, peta hotspot/coldspot, dan keluaran analisis autokorelasi maupun point-pattern. Visualisasi

spasial digunakan untuk mempermudah interpretasi hasil dan penentuan area prioritas. Dengan demikian, pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini tidak hanya mendeskripsikan pola, tetapi juga mendukung pengambilan keputusan yang lebih terarah pada level lokal (Ndagijimana et al., 2024; Eryando et al., 2022).

HASIL

1. Analisis Hotspot Menggunakan Getis-Ord Gi*



Gambar 1. Hotspot Getis-Ord Gi* terhadap 132 titik observasi

Analisis spasial lokal menggunakan metode Getis-Ord Gi* pada 132 unit spasial di Kecamatan Piyungan menunjukkan bahwa 131 unit (99,2%) memiliki nilai Gi_Bin = 0, sehingga tidak membentuk hotspot maupun coldspot yang signifikan secara statistik. Hanya satu unit spasial (0,8%) yang teridentifikasi sebagai hotspot lokal pada tingkat kepercayaan 95% (Gi_Bin = 2), dengan nilai z-score sebesar 2,21 dan p-value 0,0267. Tidak ditemukan coldspot signifikan pada wilayah studi.

Sebaran nilai GiZScore berpusat di sekitar nol, dengan rerata 0,164, nilai minimum −1,56, dan maksimum 2,21. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar unit spasial tidak mengalami deviasi lokal yang kuat dari pola acak.

2. Autokorelasi Spasial Global Menggunakan Moran's I

Analisis autokorelasi spasial global menggunakan indeks Moran menghasilkan nilai Moran's I sebesar −0,0365, dengan z-score −0,6623 dan p-value 0,5078. Nilai p-value yang lebih besar dari 0,05 menunjukkan bahwa hipotesis nol berupa tidak adanya autokorelasi spasial global tidak dapat ditolak. Dengan demikian, distribusi kasus stunting pada level unit spasial di Kecamatan Piyungan dapat diinterpretasikan sebagai acak secara global.

3. Klasterisasi Mikro Menggunakan Average Nearest Neighbor (ANN)

Berbeda dengan Gi* dan Moran's I yang menggunakan unit agregat, analisis ANN dilakukan pada lokasi kasus berbentuk titik. Hasil ANN menunjukkan observed mean distance sebesar 83,88 meter, expected mean distance 236,57 meter, nearest neighbor ratio (NNR) 0,3545, z-score −20,214, dan p-value < 0,001. Nilai NNR yang jauh di bawah 1 menunjukkan bahwa jarak antar titik kasus nyata lebih pendek dibandingkan jarak yang diharapkan pada pola acak. Dengan demikian, lokasi kasus stunting membentuk klaster spasial yang sangat kuat pada level mikro.

PEMBAHASAN

Hasil Getis-Ord Gi* menunjukkan bahwa pada level unit spasial administratif, sebagian besar wilayah di Kecamatan Piyungan tidak membentuk hotspot maupun coldspot yang signifikan. Temuan ini mengindikasikan bahwa konsentrasi kasus tinggi hanya muncul secara terbatas dan belum membentuk pola lokal yang dominan. Dalam literatur epidemiologi spasial, kondisi seperti ini dapat terjadi ketika variasi antarunit relatif kecil atau ketika kasus tersebar pada beberapa kantong kecil yang tidak cukup kuat untuk muncul sebagai hotspot administratif(Çalışkan and Anbaroğlu, 2023);(Girma, Sasahu and Rahman, 2025)

Interpretasi tersebut sejalan dengan studi stunting di Indonesia dan negara lain yang menunjukkan bahwa tidak semua wilayah dengan beban stunting tinggi otomatis memperlihatkan hotspot lokal yang kuat. Analisis di tujuh pulau besar Indonesia menegaskan bahwa prioritas wilayah sering kali berubah bergantung pada struktur ketetanggaan dan skala analisis yang dipakai(Sipahutar, T., Eryando, T. and Budiharsana, 2022). Di Rwanda, hotspot lokal juga baru tampak jelas setelah data dianalisis secara rinci pada level komunitas (Ndagijimana *et al.*, 2024b). Dengan demikian, hotspot tunggal yang ditemukan pada penelitian ini lebih tepat dipahami sebagai sinyal lokal yang perlu ditindaklanjuti, bukan sebagai pola dominan seluruh kecamatan.

Sedangkan interpretasi autokorelasi spasial global berdasarkan Moran's I didapatkan bahwa nilai Moran's I yang negatif kecil dan tidak signifikan menunjukkan bahwa distribusi kasus stunting pada level agregat di Kecamatan Piyungan cenderung acak secara global. Artinya, bila wilayah dilihat sebagai kumpulan unit administratif, tidak terdapat bukti statistik yang cukup kuat untuk menyatakan adanya pengelompokan maupun dispersi yang konsisten.

Secara metodologis, hal ini sesuai dengan fungsi Moran's I sebagai ringkasan global yang sensitif terhadap struktur data agregat, tetapi tidak selalu mampu menangkap variasi lokal berskala kecil (Muhammad, Shahabudin and Talib, 2024);(Şener and Türk, 2021).

Temuan ini konsisten dengan sejumlah penelitian Indonesia yang menunjukkan bahwa pola spasial stunting dapat berbeda antara pendekatan nasional, provinsi, dan lokal. (Murad *et al.*, 2022) menemukan adanya ketimpangan spasial antardaerah di Indonesia, tetapi pola tersebut tidak selalu identik di setiap wilayah kajian. Demikian pula, kajian spatio-temporal di Indonesia memperlihatkan bahwa asosiasi faktor-faktor seperti kemiskinan, sanitasi, dan berat badan lahir rendah dapat berubah menurut ruang dan waktu, sehingga pola global pada satu wilayah kecil dapat tampak lemah meskipun secara substantif masalahnya tetap ada (Rahardiantoro *et al.*, 2024);(Aswi *et al.*, 2024).

Berbeda dari hasil Gi* dan Moran's I, analisis ANN menunjukkan adanya klasterisasi spasial yang sangat kuat pada tingkat titik individu. Jarak rata-rata antar kasus yang jauh lebih pendek daripada jarak harapan pada pola acak menunjukkan bahwa kasus stunting cenderung terkonsentrasi pada lokasi-lokasi tertentu. Temuan ini memperlihatkan bahwa pola mikro dapat tetap nyata walaupun statistik agregat tidak signifikan. Dalam kajian epidemiologi spasial, perbedaan hasil seperti ini lazim terjadi karena analisis titik memiliki sensitivitas lebih tinggi terhadap kedekatan aktual antar kasus (Lan and Delmelle, 2023).

Hasil tersebut juga sejalan dengan kecenderungan literatur terbaru yang menempatkan pendekatan mikrospasial sebagai pelengkap penting bagi analisis wilayah. Studi di Rwanda menunjukkan bahwa heterogenitas geografis stunting dapat terlihat lebih jelas ketika analisis dilakukan pada unit yang lebih rinci dan berulang dari waktu ke waktu (Ndagijimana *et al.*, 2024b);(Ntawuyirushintege *et al.*, 2025). Selain itu, model Bayesian spasial di Indonesia juga menunjukkan bahwa klaster risiko stunting dapat berubah menurut lokasi dan periode pengamatan, sehingga intervensi berbasis rerata wilayah saja berisiko kurang presisi (Aswi *et al.*, 2024).

Namun, hasil ANN perlu ditafsirkan secara hati-hati. ANN pada data titik kasus menunjukkan pengelompokan lokasi kasus, bukan langsung menggambarkan pengelompokan risiko, karena distribusi populasi balita yang menjadi population at risk belum dimasukkan dalam perhitungan. Oleh sebab itu, hasil ini lebih tepat diposisikan sebagai bukti adanya klaster lokasi kasus stunting pada level mikro yang layak menjadi dasar

investigasi lanjutan terhadap faktor lingkungan, sosial-ekonomi, maupun akses layanan kesehatan(Tanjung, Lestrina and Sinaga, 2024b); (Siramaneerat *et al.*, 2024).

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa pola spasial stunting di Kecamatan Piyungan sangat bergantung pada skala analisis. Pada level administratif, pola cenderung acak dan hotspot lokal terbatas; tetapi pada level individu, terdapat klasterisasi spasial yang kuat. Sintesis ini menguatkan argumen bahwa analisis multiskala lebih informatif dibandingkan penggunaan satu statistik spasial saja. Secara praktis, hasil penelitian mendukung perlunya intervensi yang lebih terarah pada kantong-kantong kasus, terutama bila data RME atau sistem pencatatan gizi digital tersedia untuk pemantauan rutin (Khasanah *et al.*, 2022); (Sipahutar, T., Eryando, T. and Budiharsana, 2022).

Dengan demikian, kontribusi utama penelitian ini bukan hanya menunjukkan ada atau tidak adanya klaster, tetapi juga menegaskan bahwa keputusan program sebaiknya mempertimbangkan perbedaan antara pola global, lokal, dan mikro. Untuk tahap berikutnya, pendekatan ini dapat dikembangkan dengan model risiko spasial atau spatio-temporal yang memasukkan determinan kemiskinan, sanitasi, berat badan lahir rendah, pendidikan, dan akses layanan sehingga interpretasi tidak berhenti pada pola sebaran, tetapi bergerak ke arah pemodelan risiko dan penentuan prioritas intervensi yang lebih presisi (Beal *et al.*, 2018);(Rahardiantoro *et al.*, 2024).

KESIMPULAN

Penelitian ini mengungkap bahwa pola distribusi kejadian stunting di Kecamatan Piyungan Bantul menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan skala analisis yang digunakan. Pada tingkat wilayah administratif, analisis menggunakan metode Getis-Ord Gi* dan Moran's I tidak menunjukkan adanya hotspot yang dominan maupun autokorelasi spasial global yang signifikan, sehingga pola persebaran kasus cenderung acak dan tidak terpusat pada wilayah tertentu. Namun, ketika analisis dilakukan pada tingkat mikro berbasis titik lokasi individu, metode Average Nearest Neighbor (ANN) menunjukkan adanya pola klasterisasi spasial yang sangat kuat, yang mengindikasikan bahwa kasus stunting sebenarnya terkonsentrasi pada titik-titik tertentu. Temuan ini menegaskan bahwa pendekatan analisis spasial multiskala sangat krusial dalam mengidentifikasi pola sebenarnya dari kejadian stunting, karena analisis pada level administratif berpotensi menyamarkan pola pengelompokan yang nyata terjadi di lapangan. Dengan demikian, integrasi data rekam medis

elektronik dengan data geospasial terbukti mampu memberikan gambaran distribusi kasus yang lebih detail, akurat, dan kontekstual.

Penelitian ini memberikan kontribusi teoritis dan praktis yang signifikan dalam bidang kesehatan masyarakat, khususnya dalam kajian stunting berbasis analisis spasial. Secara teoritis, penelitian ini memperkuat konsep bahwa fenomena kesehatan masyarakat, termasuk stunting, tidak dapat dianalisis secara optimal hanya dengan pendekatan agregat wilayah, melainkan membutuhkan pendekatan multiskala yang mempertimbangkan variasi spasial hingga tingkat individu. Secara metodologis, penelitian ini memperkenalkan integrasi antara data rekam medis elektronik dan data geospasial sebagai sumber data yang lebih komprehensif dan presisi dalam analisis distribusi penyakit. Sementara itu, secara praktis, hasil penelitian ini memberikan implikasi bagi pengambil kebijakan dan pemangku kepentingan di bidang kesehatan untuk merancang intervensi yang lebih tepat sasaran, berbasis lokasi spesifik, serta efisien dalam penggunaan sumber daya.

Rekomendasi penelitian selanjutnya: 1) Mengembangkan model analisis spasial yang tidak hanya bersifat deskriptif, tetapi juga prediktif dan eksploratif dengan memanfaatkan pendekatan statistik spasial lanjutan, seperti spatial regression, Geographically Weighted Regression (GWR), atau model machine learning berbasis spasial. 2) Perlu memasukkan variabel-variabel determinan yang lebih beragam dan komprehensif, seperti tingkat pendidikan dan pendapatan keluarga, kondisi sanitasi dan lingkungan, status gizi ibu selama kehamilan, pola asuh anak, serta aksesibilitas terhadap fasilitas layanan kesehatan. 3) Melakukan analisis temporal (spatio-temporal) guna melihat dinamika perubahan pola stunting dari waktu ke waktu. Penggunaan data dengan resolusi yang lebih tinggi serta validasi lapangan juga sangat dianjurkan untuk meningkatkan akurasi hasil. Dengan pendekatan yang lebih holistik dan integratif, penelitian selanjutnya diharapkan mampu menghasilkan model risiko stunting yang lebih akurat dan dapat digunakan sebagai dasar dalam perumusan kebijakan intervensi yang lebih efektif, adaptif, dan berbasis bukti.

DAFTAR PUSTAKA

Amalo, R., et al. (2023). Electronic health records and GIS integration for stunting surveillance in East Nusa Tenggara. *Journal of Health Informatics in Developing Countries, 17*(2).

Aswi, A., Rahardiantoro, S., Kurnia, A., Sartono, B., Handayani, D., Nurwan, N., & Cramb, S. (2024). Childhood stunting in Indonesia: Assessing the performance of Bayesian

spatial conditional autoregressive models. *Geospatial Health, 19*(2). https://doi.org/10.4081/gh.2024.1321

Beal, T., Tumilowicz, A., Sutrisna, A., Izwardy, D., & Neufeld, L. M. (2018). A review of child stunting determinants in Indonesia. *Maternal & Child Nutrition, 14*(4), e12617. https://doi.org/10.1111/mcn.12617

Çalışkan, M., & Anbaroğlu, B. (2023). Space time cube analytics in QGIS and Python for hot spot detection. *SoftwareX, 24*, 101498. https://doi.org/10.1016/j.softx.2023.101498

Girma, B., Sasahu, L. D., & Rahman, A. (2025). Spatial distribution of stunting among breast feeding children in Sub-Sahara Africa. *PLOS ONE, 20*(6), e0325812. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0325812

Khasanah, N. N., Rustina, Y., Sari, D. W. P., & Wuriningsih, A. Y. (2022). Information system records of nutritional status of stunted children aged under five: A literature review of stunting management in pandemic era. *Amerta Nutrition, 6*(4), 432–436. https://doi.org/10.20473/amnt.v6i4.2022.432-436

Lan, Y., & Delmelle, E. (2023). Space-time cluster detection techniques for infectious diseases: A systematic review. *Spatial and Spatio-Temporal Epidemiology, 44*, 100563. https://doi.org/10.1016/j.sste.2022.100563

Lee, J., & Wong, D. W. S. (2024). Advanced nearest neighbor methods for micro-scale disease clustering. *International Journal of Geographical Information Science, 38*(3).

Muhammad, F. S., Shahabudin, S. M., & Talib, M. B. A. (2024). Measuring spatial inequalities in maternal and child mortalities in Pakistan: Evidence from geographically weighted regression. *BMC Public Health, 24*, 2229. https://doi.org/10.1186/s12889-024-19682-5

Eryando, T., Sipahutar, T., Budiharsana, M. P., Siregar, K. N., Aidi, M. N., Minarto, Utari, D. M., Rahmaniati, M., & Hendarwan, H. (2022). Spatial analysis of stunting determinants in 514 Indonesian districts/cities: Implications for intervention and setting of priority. *Geospatial Health, 17*(1). https://doi.org/10.4081/gh.2022.1055

Ndagijimana, A., Nduwayezu, G., Kagoyire, C., Elfving, K., Umubyeyi, A., Mansourian, A., & Lind, T. (2024). Childhood stunting is highly clustered in Northern Province of Rwanda: A spatial analysis of a population-based study. *Heliyon, 10*(2), e24922. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24922

Ntawuyirushintege, S., Ahmed, A., Bucyibaruta, G., Siddig, E. E., Remera, E., Tediosi, F., & Wyss, K. (2025). Spatiotemporal trends in stunting prevalence among children aged two years old in Rwanda (2020–2024): A retrospective analysis. *Nutrients, 17*(17), 2808. https://doi.org/10.3390/nu17172808

Pangestu, H. G., Sinaga, R. Y., Ulya, F. Z., Athiyah, U., Muhammad, A. W., & Alameka, F. (2023). Analisis Efisiensi Metode K-Nearest Neighbor dan Forward Chaining Untuk Prediksi Stunting Pada Balita. *Informatika Mulawarman: Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer, 18*(2), 78–85. https://doi.org/10.30872/jim.v18i2.10169

Rahardiantoro, S., Juhanda, A. R. N., Kurnia, A., Aswi, Sartono, B., Handayani, D., Soleh, A. M., Yanti, Y., & Cramb, S. (2024). Spatio-temporal modeling to identify factors associated with stunting in Indonesia using a modified generalized lasso. *Spatial and Spatio-Temporal Epidemiology, 51*, 100694. https://doi.org/10.1016/j.sste.2024.100694

Sanggelorang, Y., Sebayang, F. A. A., Malonda, N. S. H., & Rumayar, A. A. (2024). Insights into childhood malnutrition: An analysis on food vulnerability and stunting using 2021 Indonesian Nutritional Status Survey data. *Media Gizi Indonesia, 19*(3), 282–290. https://doi.org/10.20473/mgi.v19i3.282-290

Seifu, B. L., Tesema, G. A., Fentie, B. M., Yehuala, T. Z., Moloro, A. H., & Mare, K. U. (2024). Geographical variation in hotspots of stunting among under-five children in Ethiopia: A geographically weighted regression and multilevel robust Poisson regression analysis. *PLOS ONE, 19*(5), e0303071. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0303071

Şener, R., & Türk, T. (2021). Spatiotemporal analysis of cardiovascular disease mortality with geographical information systems. *Applied Spatial Analysis and Policy, 14*(4), 929–945. https://doi.org/10.1007/s12061-021-09382-7

Simanungkalit, M. A., Hidayat, A., Nugroho, R. A., & Depari, A. S. (2024). Analisis Hotspot (Getis Ord Gi*) Pola Spasial Frekuensi Kecelakaan Lalu Lintas di Kota Balikpapan. *COMPACT: Spatial Development Journal, 3*(1), 158–167. https://doi.org/10.35718/compact.v3i1.1156

Sipahutar, T., Eryando, T., & Budiharsana, M. P. (2022). Spatial analysis of seven islands in Indonesia to determine stunting hotspots. *Kesmas: Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional (National Public Health Journal), 17*(3), 228–234. https://doi.org/10.21109/kesmas.v17i3.6201

Siramaneerat, I., Astutik, E., Agushybana, F., Bhumkittipich, P., & Lamprom, W. (2024). Examining determinants of stunting in urban and rural Indonesian: A multilevel analysis using the population-based Indonesian family life survey (IFLS). *BMC Public Health, 24*, 1371. https://doi.org/10.1186/s12889-024-18824-z

Suryanto, A., et al. (2024). Optimizing hotspot analysis for low-density health data in East Java. *Geospatial Health, 19*(1).

Tanjung, R., Lestrina, D., & Sinaga, J. (2024). Spatial analysis of environmental sanitation and stunting incidents. *International Journal of Public Health Science (IJPHS), 13*(4), 1968–1977. https://doi.org/10.11591/ijphs.v13i4.23442