



ARTIKEL RISETURL Artikel : <http://ejournal.helvetia.ac.id/index.php/jkg>**ANALISIS SPASIAL KEJADIAN ISPA PADA BALITA DI KOTA MEDAN***Spatial Analysis of Acute Respiratory Tract Infection Incidence among Toddlers in Medan City***Fiqih Inayah^K, Wahyudi, Syafran Arrazy, Putra Apriadi Siregar**

Departemen Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Email Penulis Korespondensi (^K) : fiqihinayah05@gmail.com

Abstrak

Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) merupakan salah satu penyebab utama morbiditas dan mortalitas pada balita. Kejadian ISPA di Kota Medan bervariasi antarwilayah sehingga perlu dianalisis berdasarkan pola spasial. Penelitian ini bertujuan menganalisis kejadian ISPA pada balita di Kota Medan tahun 2024 berdasarkan distribusi spasial, autokorelasi global dan lokal, serta keterkaitannya dengan variabel *host* dan *environment*. Penelitian ini menggunakan observasional analitik dengan pendekatan kuantitatif dan desain ekologi. Data sekunder diperoleh dari Dinas Kesehatan dan Badan Pusat Statistik Kota Medan. Populasi terdiri atas 248.632 balita di 21 kecamatan, dengan 88.741 laporan kasus ISPA atau rasio kasus terhadap populasi sebesar 35,7%; angka ini bukan prevalensi individu unik karena satu balita dapat mengalami beberapa episode. Seluruh kecamatan menjadi sampel dengan teknik total sampling. Analisis spasial menggunakan QGIS 3.44 dan GeoDa melalui pemetaan, Global Moran's I, *Local Indicators of Spatial Association* (LISA), dan *Bivariate Moran's*. Hasil menunjukkan *Incidence Rate* tertinggi terdapat di Medan Maimun sebesar 1.851,25 per 1.000 balita. Global Moran's I menunjukkan pola acak. LISA tidak menemukan *hotspot* atau *coldspot* signifikan, tetapi terdapat *spatial outlier Low-High* dan *High-Low*. Analisis bivariat menunjukkan hubungan spasial signifikan antara usia dan jenis kelamin dengan kejadian ISPA ($p=0,040$). Kejadian ISPA tidak menunjukkan autokorelasi spasial global yang signifikan, tetapi terdapat heterogenitas lokal. Pemetaan spasial secara rutin disarankan untuk mendukung pemantauan ISPA pada balita.

Kata kunci: ISPA, Balita, Analisis Spasial, QGIS, GeoDa**Abstract**

Acute Respiratory Infection (ARI) is one of the leading causes of morbidity and mortality among children under five. The incidence of ARI in Medan varies across areas, necessitating analysis based on spatial patterns. This study aimed to analyze the incidence of ARI among children under five in Medan in 2024 based on spatial distribution, global and local spatial autocorrelation, and its spatial association with host and environmental variables. This analytical observational study employed a quantitative approach with an ecological design. Secondary data were obtained from the Medan City Health Office and the Central Statistics Agency of Medan. The population comprised 248,632 children under five across 21 subdistricts, with 88,741 reported ARI cases, representing a case-to-population ratio of 35.7%; this figure does not represent the prevalence of unique individuals because a child may experience multiple episodes. All 21 subdistricts were included using total sampling. Spatial analysis was conducted using QGIS 3.44 and GeoDa through mapping, Global Moran's I, Local Indicators of Spatial Association (LISA), and Bivariate Moran's analysis. The results showed that the highest incidence rate was observed in Medan Maimun at 1,851.25 per 1,000

children under five. *Global Moran's I* indicated a random spatial pattern. *LISA* identified no significant hotspots or coldspots, but revealed Low-High and High-Low spatial outliers. Bivariate analysis showed a significant spatial association between age and sex and ARI incidence ($p=0.040$). In conclusion, ARI incidence did not demonstrate significant global spatial autocorrelation but showed local spatial heterogeneity. Routine spatial mapping is recommended to support ARI surveillance among children under five in Medan.

Keywords: ARI, Toddlers, Spatial Analysis, QGIS, GeoDa

PENDAHULUAN

Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) masih menjadi tantangan utama kesehatan anak-anak di bawah usia lima tahun secara global maupun nasional dengan kontribusi besar terhadap morbiditas dan mortalitas (1). Anak-anak di bawah usia lima tahun memiliki risiko yang lebih tinggi untuk terkena infeksi karena kekebalan yang terbentuk oleh tubuh belum cukup kuat (2). Menurut data *World Health Organization* tahun 2020, infeksi pernapasan akut merupakan salah satu penyumbang kematian terbesar dari kategori penyakit menular termasuk pneumonia dan terdapat kurang lebih 960.000 balita yang meninggal dunia dan hal tersebut disebabkan oleh ISPA (3). Studi *Global Burden of Disease* menyebutkan lebih dari 344 juta kasus dan lebih dari 2,18 juta kematian di seluruh dunia akibat infeksi saluran pernapasan bawah, dengan lebih dari 75% kematian terjadi di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah (4).

Pada tahun 2021, Profil Kesehatan Indonesia mencatat angka kejadian ISPA pada balita mencapai 20-30% dari total kasus di puskesmas, dan peningkatan tajam menjadi 38.629 kasus pada 2022 di wilayah Sulawesi Tenggara dengan prevalensi 8,89% (5). Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023 mencatat sebaran kasus ISPA di tingkat nasional mencapai 34,2% dengan konsentrasi kasus tertinggi pada balita. Kelompok usia 1-4 tahun (35,7%) dan bayi berusia ≤ 1 tahun (26,6%) merupakan kelompok yang paling berisiko (6).

Menurut Dinas Kesehatan Kota Medan, terdapat 124.972 kasus ISPA pada usia ≤ 5 tahun pada tahun 2021 (7). Kota Medan termasuk dalam 10 besar daerah di Sumatera Utara dengan angka kejadian ISPA yang tinggi, khususnya pada balita. Estimasi kasus ISPA balita di Medan mencapai 14,16% dan Kota Medan menempati posisi kedua tertinggi di Provinsi Sumatera Utara dengan 865 kasus ISPA balita dari total provinsi 6.668 kasus (8). Data Puskesmas Helvetia Medan juga melaporkan ribuan kasus tahunan dengan 6.436 kasus pada 2023 saja, menjadikan ISPA sebagai penyakit dominan di layanan rawat jalan yang menyumbang hingga 40% kunjungan (9). Berdasarkan hasil survei Puskesmas Mandala, Medan. Dalam 3 tahun terakhir, angka kejadian ISPA tetap berada di urutan pertama dalam 10 deretan penyakit teratas pada tahun 2021 dengan jumlah kasus sebanyak 3.141 kasus sedangkan pada balita rentang umur 0-5 tahun sebanyak 343 kasus. (10).

Menurut teori determinan kesehatan Hendrik L. Blum, derajat kesehatan masyarakat dipengaruhi oleh empat faktor utama, yaitu lingkungan, perilaku, pelayanan kesehatan, dan keturunan (11). Berbagai faktor yang dapat memengaruhi kejadian ISPA pada balita antara lain kepadatan rumah atau kepadatan penduduk, berat badan lahir rendah, usia, jenis kelamin, kebiasaan merokok (9), imunisasi (12), serta pengelolaan sampah rumah tangga (13). Dalam penelitian ini, pemilihan variabel *host* dan *environment* didasarkan pada ketersediaan data sekunder. Variabel tersebut disebut sebagai variabel yang diduga berkaitan dengan kejadian ISPA, bukan sebagai faktor penyebab yang dibuktikan secara kausal.

Perkembangan teknologi informasi membawa perubahan dalam cara mengelola dan menganalisis data (14). Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan kerangka teknologi yang memproses informasi berreferensi lokasi untuk analisis spasial canggih, termasuk pengembangan model algoritma yang meningkatkan efisiensi keputusan (15). Penelitian ini menggunakan QGIS 3.44 dan GeoDa untuk mengidentifikasi pola persebaran spasial kejadian ISPA, autokorelasi spasial,

hubungan bivariat serta sebaran titik panas yang dipengaruhi oleh faktor *host* dan *environment*. Pendekatan ini juga menggunakan *Tobler's First Law of Geography* yang menyatakan bahwa segala sesuatu saling berhubungan, namun hal-hal yang berdekatan memiliki hubungan yang lebih kuat dibandingkan dengan yang berjauhan (16).

Berdasarkan tingginya kejadian ISPA pada balita dan adanya variasi variabel *host* dan *environment* antarwilayah, diperlukanlah analisis spasial untuk mengetahui apakah variasi kejadian ISPA antar 21 kecamatan membentuk pola tertentu atau hanya merupakan variasi lokal. Data agregat per kecamatan dapat menunjukkan jumlah kasus, tetapi tidak langsung memperlihatkan apakah kecamatan dengan nilai tinggi cenderung berdekatan dengan kecamatan bernilai tinggi lainnya. Analisis spasial dalam penelitian ini melengkapi pemantauan berbasis tabel dengan informasi mengenai pola ketetanggaan dan wilayah yang berbeda dari sekitarnya. Oleh karena itu, analisis spasial diperlukan sebagai dasar untuk menggambarkan distribusi kejadian ISPA pada balita di Kota Medan tahun 2024.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui analisis spasial variabel *host* (usia, jenis kelamin, BBLR, status imunisasi) dan variabel *environment* (kepadatan penduduk, pengelolaan sampah rumah tangga) yang diduga berkaitan dengan kejadian ISPA pada balita di tingkat kecamatan Kota Medan tahun 2024.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian observasional analitik dengan pendekatan kuantitatif dan desain studi ekologi. Desain ekologi digunakan karena unit analisis dalam penelitian ini adalah wilayah administratif kecamatan di Kota Medan dengan menggunakan data agregat kejadian ISPA dan karakteristik balita pada tingkat wilayah. Penelitian dilakukan di Kota Medan yang terdiri dari 21 kecamatan pada Januari hingga Maret 2026. Pendekatan analisis yang digunakan adalah analisis spasial untuk menggambarkan distribusi kejadian ISPA serta faktor risiko *host* dan *environment* secara geografis pada setiap kecamatan. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Kota Medan dan Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Medan. Populasi penelitian adalah seluruh balita yang bertempat tinggal di 21 kecamatan Kota Medan tahun 2024 sebanyak 248.632 jiwa, dengan 88.741 balita yang terdiagnosis mengalami ISPA. Sampel adalah seluruh 21 kecamatan dan teknik pengambilan sampel menggunakan total sampling karena seluruh wilayah memiliki data yang lengkap.

Variabel dependen adalah kejadian ISPA pada balita, sedangkan variabel independen adalah kelompok usia (<1 tahun dan 1-<5 tahun), jenis kelamin, BBLR, status imunisasi dasar lengkap, kepadatan penduduk dan pengelolaan sampah rumah tangga terlayani. Data kejadian ISPA dihitung dalam bentuk *Incidence Rate* (IR) per 1.000 balita pada masing-masing kecamatan. Data karakteristik individu seperti jenis kelamin dan kelompok usia yang pada awalnya berbentuk data kategorik diintegrasikan berdasarkan wilayah kecamatan dan dikonversi menjadi bentuk rasio agar dapat digunakan dalam analisis spasial. Sebelum dilakukan analisis, seluruh data melalui proses pengecekan dan verifikasi untuk memastikan kesesuaian periode tahun 2024, keseragaman penamaan wilayah, serta kesesuaian kode kecamatan antara data Dinas Kesehatan dan BPS. Data tersebut kemudian diintegrasikan dengan *shapefile* batas administrasi 21 kecamatan Kota Medan menggunakan proses *attribute join* pada QGIS 3.44 sehingga terbentuk basis data spasial yang memuat data kejadian ISPA, faktor risiko *host*, dan faktor risiko *environment* pada setiap wilayah kecamatan.

Analisis spasial dilakukan menggunakan QGIS 3.44 dan GeoDa. QGIS 3.44 digunakan untuk mengintegrasikan data atribut dengan peta administrasi, melakukan pemetaan tematik (*choropleth map*), serta menggambarkan distribusi kejadian ISPA dan faktor risiko pada setiap kecamatan. Klasifikasi data pada peta tematik dapat menggunakan metode *Natural Breaks/Jenks*. Selanjutnya, analisis autokorelasi spasial dilakukan menggunakan GeoDa dengan matriks bobot spasial *Queen*

Contiguity pada 21 kecamatan di Kota Medan. Matriks bobot spasial dibentuk berdasarkan hubungan ketetanggaan antarwilayah, dengan suatu kecamatan dianggap bertetangga apabila memiliki sisi atau titik sudut yang bersinggungan. Berdasarkan matriks yang digunakan, seluruh 21 kecamatan memiliki konektivitas spasial dan tidak terdapat wilayah tanpa tetangga, dengan jumlah tetangga berkisar antara 2 hingga 7 kecamatan. *Global Moran's I* digunakan untuk mengidentifikasi apakah pola distribusi kejadian ISPA dan variabel *host* dan *environment* yang diduga berkaitan dengan ISPA bersifat mengelompok (*clustered*), menyebar (*dispersed*), atau acak (*random*) secara keseluruhan di Kota Medan. Analisis LISA (*Local Indicators of Spatial Association*) digunakan untuk mengidentifikasi pola spasial lokal berupa *High-High (hotspot)*, *Low-Low (coldspot)*, serta *High-Low* dan *Low-High* sebagai *spatial outlier*. Selain itu, *Bivariate Moran's I* dan *Bivariate Local Moran's I* digunakan untuk mengidentifikasi keterkaitan spasial antara variabel *host* dan *environment* dengan kejadian ISPA antarwilayah, sehingga dapat diketahui apakah tingginya suatu variabel *host* dan *environment* yang diduga berkaitan dengan ISPA pada suatu kecamatan berkaitan dengan tingginya atau rendahnya kejadian ISPA pada wilayah tersebut maupun wilayah di sekitarnya.

HASIL

Gambaran Kejadian ISPA pada Balita

Kota Medan terdiri dari 21 kecamatan. Pada tahun 2024 terdapat 248.632 balita dan 88.741 laporan kasus ISPA. Secara matematis, jumlah laporan kasus tersebut setara 35,7% dari populasi balita, tetapi angka ini bukan prevalensi dan tidak menunjukkan proporsi individu unik karena satu balita dapat menyumbang lebih dari satu episode atau *multiple episodes*. Tabel 1. menyajikan angka tersebut sebagai jumlah kasus, bukan secara eksplisit jumlah individu unik. Hal ini sangat penting karena terdapat Kecamatan Medan Maimun dengan jumlah balita sebanyak 4.995 dan kasus ISPA tercatat sebanyak 9.247, maka dari itu diperoleh IR sebesar 1.851,25/1.000 balita. Artinya jumlah kasus melebihi jumlah balita. Sedangkan kecamatan dengan angka IR terendah adalah Kecamatan Medan Marelan, dengan IR sebesar 123,06 (2.343 kasus).

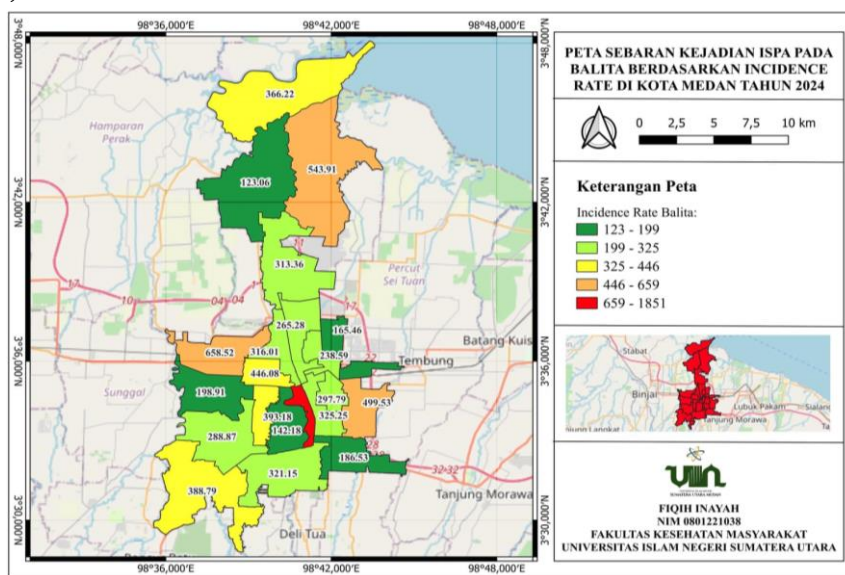
Tabel 1.

Distribusi Kejadian ISPA pada Balita Per Kecamatan di Kota Medan Tahun 2024

Kecamatan	Jumlah Balita	Kasus	Incidence Rate per 1.000 Balita
Medan Maimun	4.995	9.247	1.851,25
Medan Helvetia	16.912	11.137	658,52
Medan Labuhan	13.629	7.413	543,91
Medan Denai	17.274	8.629	499,53
Medan Petisah	7.279	3.247	446,08
Medan Baru	3.637	1.430	393,18
Medan Tuntungan	10.062	3.912	388,79
Medan Belawan	11.078	4.057	366,22
Medan Kota	8.520	2.772	325,25
Medan Johor	15.563	4.998	321,15
Medan Barat	8.968	2.834	316,01
Medan Deli	19.268	6.038	313,36
Medan Area	11.864	3.533	297,79
Medan Selayang	10.465	3.023	288,87
Medan Timur	11.761	3.120	265,28
Medan Perjuangan	10.583	2.525	238,59
Medan Sunggal	13.393	2.664	198,91

Kecamatan	Jumlah Balita	Kasus	Incidence Rate per 1.000 Balita
Medan Amplas	13.242	2.470	186,53
Medan Tembung	15.001	2.482	165,46
Medan Polonia	6.098	867	142,18
Medan Marelان	19.040	2.343	123,06

Gambar 1. menunjukkan bahwa terdapat 1 kecamatan dengan tingkat *Incidence Rate* (IR) sangat tinggi (kategori 659 – 1851), yaitu Kecamatan Medan Maimun. Adapun kategori sangat rendah (123 – 199) meliputi 5 kecamatan sisanya, yaitu Medan Sunggal, Medan Amplas, Medan Tembung, Medan Polonia, dan Medan Marelان.



Gambar 1.

Peta Sebaran Kejadian ISPA pada Balita Berdasarkan *Incidence Rate* (IR) per Kecamatan di Kota Medan Tahun 2024

Analisis Global Moran's I

Tabel 2. menunjukkan bahwa pada variabel kepadatan penduduk dan pengelolaan sampah rumah tangga terlayani memiliki nilai indeks moran's > 0 , berarti terdapat autokorelasi positif variabel tersebut antar kecamatan. Sementara itu, pada variabel usia, jenis kelamin, IR ISPA, status imunisasi dasar lengkap, dan BBLR memiliki nilai indeks moran's < 0 , berarti terdapat autokorelasi negatif variabel tersebut antar kecamatan.

Tabel 2.

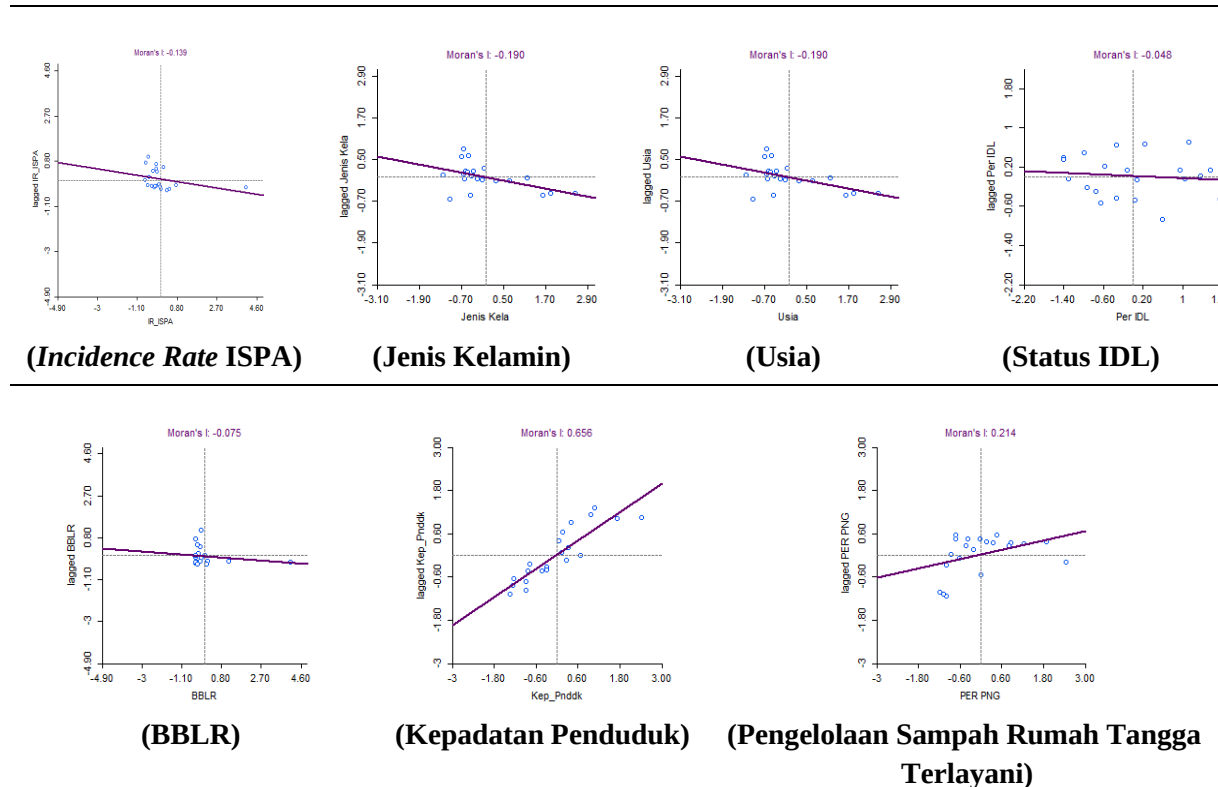
Hasil Analisis Autokorelasi Spasial Global Moran's I Kejadian ISPA dan Variabel *Host* serta *Environment* di Kota Medan Tahun 2024

Variabel	Indeks Moran	E[I]	SD	P-Value	Z-Value
IR ISPA	-0,139	-0,050	0,077	0,124	-1,1154
Jenis Kelamin	-0,190	-0,050	0,128	0,131	-1,0805
Usia	-0,190	-0,050	0,128	0,131	-1,0805
Imunisasi Dasar Lengkap	-0,048	-0,050	0,138	0,444	0,0187
BBLR	-0,086	-0,050	0,081	0,408	-0,4229
Kepadatan Penduduk	0,656	-0,050	0,134	0,001*	5,2583

Variabel	Indeks Moran	E[I]	SD	P-Value	Z-Value
Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Terlayani	0,214	-0,050	0,133	0,038*	1,9724

*Signifikan pada α 5% (0,05)

Nilai moran's I pada variabel kepadatan penduduk dan pengelolaan sampah rumah tangga terlayani memiliki nilai $I >$ dari $E[I]$ yang bernilai -0.050 , berarti menunjukkan pola persebaran yang mengelompok (*clustered*), serta memiliki kesamaan karakteristik pada lokasi kecamatan yang berdekatan. Sebaliknya, Nilai moran's I pada variabel usia, jenis kelamin, IR ISPA, status imunisasi dasar lengkap, dan BBLR memiliki nilai $I <$ $E[I]$ yang bernilai -0.100 , berarti menunjukkan pola persebaran yang menyebar (*dispersed*), serta memiliki karakteristik yang berbeda pada lokasi kecamatan yang berdekatan. Moran's scatterplot dan nilai I dapat dilihat pada gambar 2.

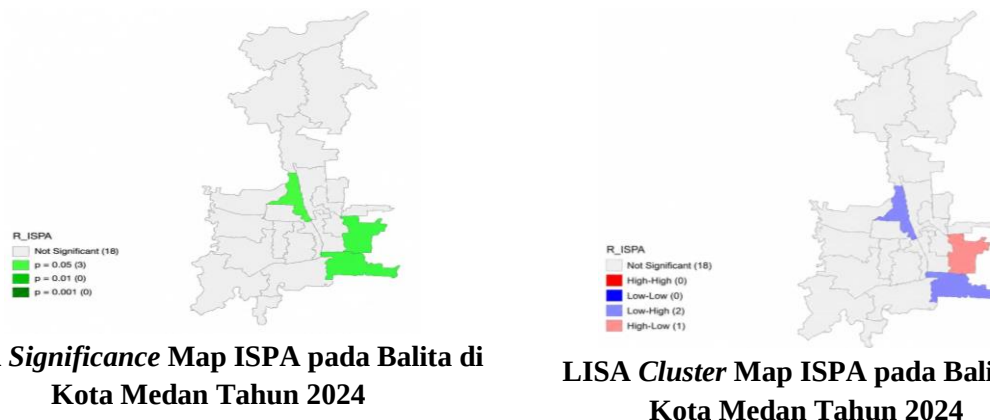


Gambar 2.

Moran's I Scatterplot Kejadian ISPA, Faktor *Host* dan Faktor *Environment* pada Balita di Kota Medan Tahun 2024

Analisis Local Indicators of Spatial Association (LISA)

Gambar 2. *Local Indicators of Spatial Association* (LISA) mengidentifikasi tiga kecamatan dengan hubungan spasial lokal yang signifikan secara statistik pada $p\text{-value} = 0,05$ yaitu Medan Barat, Medan Denai, dan Medan Amplas. Sebagian besar wilayah lainnya, sebanyak 18 kecamatan, tidak menunjukkan hubungan spasial yang signifikan. Tidak ditemukan *hotspot* atau *coldspot* yang signifikan, tetapi terdapat *spatial outlier* dengan pola *Low-High* di Kecamatan Medan Amplas dan Medan Barat serta *High-Low* di Kecamatan Medan Denai.



Gambar 2.

Hasil Autokorelasi Spasial LISA Significance Map dan Cluster Map Berdasarkan Incidence Rate ISPA pada Balita di Kota Medan Tahun 2024

Analisis Bivariat Moran's

Tabel 3. menunjukkan nilai indeks Moran's status imunisasi lengkap (-0,005), BBLR (0,016), kepadatan penduduk (-0,025), dan pengelolaan sampah rumah tangga terlayani (0,008) $> E[I] = -0,050$, yang berarti pola hubungan spasialnya dengan kejadian ISPA antar kecamatan cenderung mengelompok (*clustered*). Sedangkan nilai indeks Moran's jenis kelamin (-0,194) dan usia (-0,194) $< E[I] = -0,050$, yang berarti pola hubungan spasialnya dengan kejadian ISPA antar kecamatan cenderung menyebar (*dispersed*).

Hasil uji bivariat juga menunjukkan nilai signifikansi $< \alpha$ (0,05) ditemukan pada 2 variabel (0,040) yaitu jenis kelamin dan usia, berarti terdapat autokorelasi spasial yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa data jenis kelamin dan usia pada lokasi kecamatan yang berdekatan memiliki hubungan spasial dengan kejadian ISPA. Pada variabel status imunisasi lengkap (0,487), BBLR (0,362), kepadatan penduduk (0,446), dan pengelolaan sampah rumah tangga terlayani (0,431) menunjukkan nilai signifikansi $> \alpha$ (0,05), berarti tidak terdapat autokorelasi spasial yang signifikan antara variabel tersebut dengan kejadian ISPA pada balita dan antarwilayah kecamatan yang berdekatan tidak menunjukkan hubungan spasial yang signifikan.

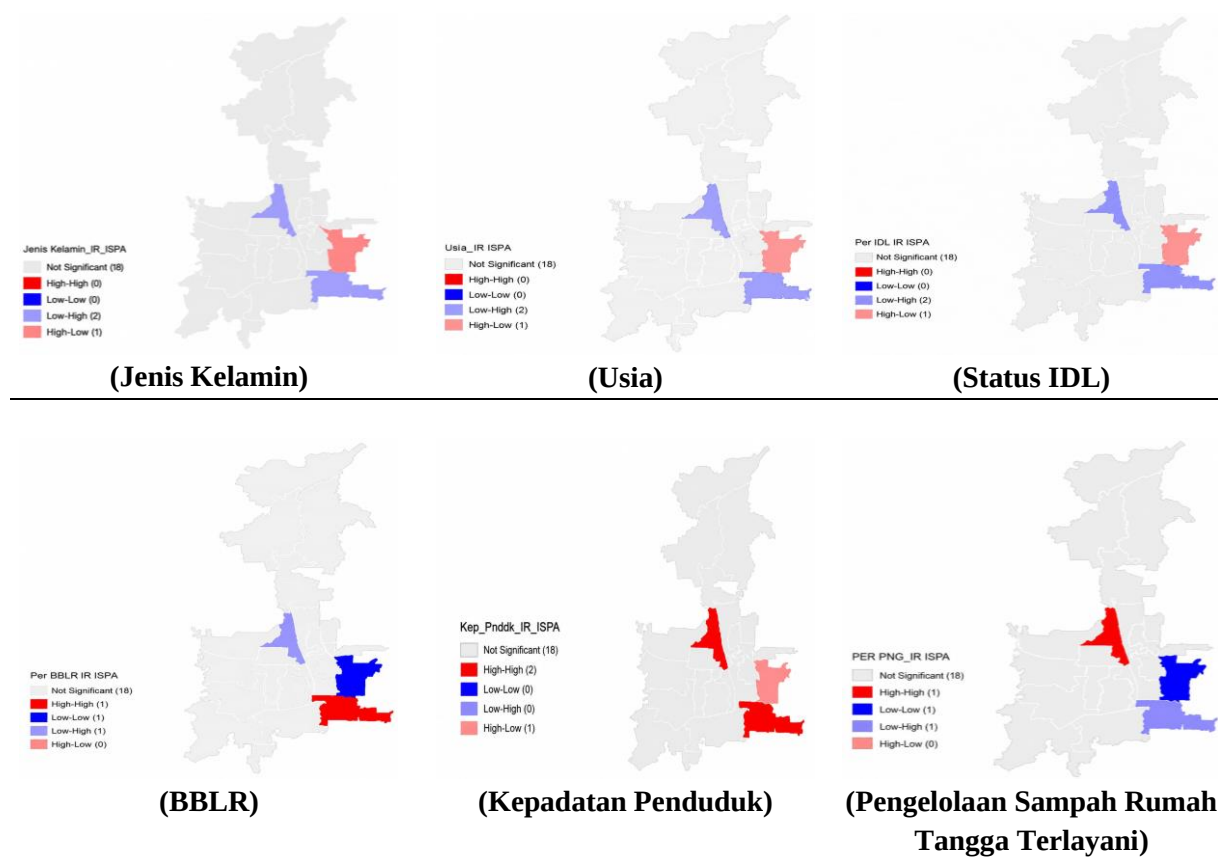
Tabel 3.

Hasil Analisis Autokorelasi Spasial Bivariat Moran's I antara Kejadian ISPA dengan Variabel Host dan Environment pada Balita di Kota Medan Tahun 2024

Variabel	Indeks Moran	E[I]	SD	P-Value	Z-Value
Jenis Kelamin	-0,194	-0,050	0,107	0,040*	-1,4646
Usia	-0,194	-0,050	0,107	0,040*	-1,4646
Status Imunisasi Lengkap	-0,005	-0,050	0,095	0,487	0,0559
BBLR	0,016	-0,050	0,105	0,362	0,0653
Kepadatan Penduduk	-0,025	-0,050	0,098	0,446	-0,1982
Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Terlayani	0,008	-0,050	0,101	0,431	0,1400

*Signifikan pada α 5% (0,05)

Gambar 3. menampilkan hasil analisis Bivariate LISA yang menunjukkan adanya pola kluster spasial antara variabel *host* dan *environment* dengan kejadian ISPA pada balita di Kota Medan tahun 2024. Pada variabel jenis kelamin, terdapat 3 kecamatan yang menunjukkan hubungan spasial, yaitu Medan Barat, Medan Amplas, dan Medan Denai. Variabel usia juga menunjukkan 3 kecamatan yang signifikan, yaitu Medan Amplas, Medan Barat, dan Medan Denai. Pada variabel status imunisasi dasar lengkap, terdapat 3 kecamatan yang menunjukkan hubungan spasial, yaitu Medan Amplas, Medan Barat, dan Medan Denai. Variabel BBLR menunjukkan 3 kecamatan yang signifikan, yaitu Medan Amplas, Medan Barat, dan Medan Denai. Pada variabel kepadatan penduduk, terdapat 3 kecamatan yang menunjukkan hubungan spasial, yaitu Medan Amplas, Medan Barat, dan Medan Denai. Sementara itu, variabel pengelolaan sampah rumah tangga terlayani juga menunjukkan 3 kecamatan yang memiliki hubungan spasial, yaitu Medan Barat, Medan Amplas, dan Medan Denai. Adapun 18 kecamatan lainnya pada masing-masing variabel menunjukkan hasil yang tidak signifikan.



Gambar 3.

Peta Cluster Bivariat LISA antara Kejadian ISPA dengan Variabel *Host* dan *Environment* pada Balita di Kota Medan Tahun 2024

PEMBAHASAN

Pembahasan penelitian ini mencakup gambaran kejadian ISPA pada balita serta analisis hubungan antara faktor risiko *host* dan *environment* terhadap kejadian ISPA di Kota Medan tahun 2024. Pembahasan disajikan berdasarkan hasil analisis spasial yang diperoleh dan dikaitkan dengan teori serta penelitian sebelumnya.

Gambaran Kejadian ISPA pada Balita

Hasil gambaran kejadian ISPA berdasarkan *Incidence Rate* (IR) pada 21 kecamatan di Kota Medan tahun 2024 menunjukkan adanya variasi kejadian yang cukup besar, dengan beban kasus

tertinggi berada di Kecamatan Medan Maimun sebesar 1.851,25/1.000 balita. Angka IR yang melebihi 1.000 menunjukkan adanya kemungkinan fenomena *multiple episodes*, yaitu kondisi ketika anak mengalami minimal empat episode infeksi saluran pernapasan atas yang masing-masing berlangsung empat hari atau lebih dalam periode enam bulan (17). Hasil penelitian diatas menunjukkan tingginya kejadian berulang tersebut dapat dipengaruhi oleh berbagai kondisi yang berkaitan dengan kerentanan balita dan lingkungan tempat tinggal seperti usia, jenis kelamin, status imunisasi, riwayat BBLR, kepadatan penduduk, pengelolaan sampah rumah tangga, serta kepadatan hunian. Tingginya IR di Kecamatan Medan Maimun perlu dipahami sebagai gambaran beban laporan kasus dan tidak dapat secara langsung diartikan sebagai proporsi balita yang mengalami ISPA, karena satu balita dapat tercatat lebih dari satu kali apabila mengalami episode ISPA berulang. Hal ini diperkuat oleh uraian Kemenkes RI (2023) yang menjelaskan bahwa kejadian ISPA pada anak dapat berkaitan dengan kondisi sanitasi dan kualitas rumah yang tidak memenuhi persyaratan kesehatan. Kondisi tersebut antara lain dapat dilihat dari luas lantai, jenis dinding, jenis atap, sumber penerangan, sumber air minum, dan jamban yang dimiliki rumah tangga. Selain kondisi rumah, paparan polutan dari emisi kendaraan bermotor dan kualitas udara di dalam ruangan juga dapat meningkatkan risiko terjadinya ISPA (18). Kepadatan hunian juga dapat berperan dalam penularan mikroorganisme di lingkungan rumah, khususnya kamar, karena dapat meningkatkan tingkat pencemaran udara di dalam rumah (19).

Sebaliknya, rendahnya IR di Kecamatan Medan Marelan sebesar 123,06/1.000 balita menunjukkan bahwa jumlah kejadian ISPA yang tercatat relatif lebih rendah dibandingkan kecamatan lainnya. Namun, rendahnya angka tersebut tidak secara langsung dapat diartikan bahwa risiko ISPA di Kecamatan Medan Marelan juga lebih rendah. Perbedaan IR antarkecamatan dapat dipengaruhi oleh berbagai kondisi, termasuk pelaksanaan program preventif serta kelengkapan pencatatan dan pelaporan kasus. Hal ini sesuai dengan konsep *under-reporting*, yaitu kondisi ketika data yang tercatat dalam sistem surveilans belum sepenuhnya menggambarkan beban penyakit yang sebenarnya di lapangan (20). Variasi IR yang ditemukan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa kejadian ISPA pada balita di Kota Medan memiliki pola beban yang berbeda antarwilayah, sehingga perbedaan tersebut penting untuk menjadi dasar dalam melihat wilayah yang memiliki beban kejadian lebih tinggi dan memerlukan perhatian lebih lanjut.

Autokorelasi Spasial Global Moran's I Kejadian ISPA dan Variabel Host Environment

Hasil analisis *Global Moran's I* menunjukkan bahwa kejadian ISPA pada balita di Kota Medan tahun 2024 tidak memiliki autokorelasi spasial yang signifikan. Kondisi ini menunjukkan bahwa kecamatan yang memiliki kejadian ISPA tinggi tidak secara konsisten berdekatan dengan kecamatan yang juga memiliki kejadian ISPA tinggi, demikian pula sebaliknya. Secara konseptual, autokorelasi global digunakan untuk menentukan apakah atribut-atribut yang disediakan di seluruh rentang studi menunjukkan autokorelasi namun tanpa mengungkapkan di mana atribut-atribut tersebut dikelompokkan (21). Hasil yang tidak signifikan dalam penelitian ini mengindikasikan bahwa distribusi kejadian ISPA pada balita belum menunjukkan ketergantungan spasial pada tingkat wilayah Kota Medan.

Penemuan dalam penelitian ini sejalan dengan penelitian Rifaldi et al. (2024) yang menunjukkan bahwa kejadian ISPA lebih dipengaruhi faktor non-spasial atau faktor lokal seperti kondisi rumah tangga, perilaku keluarga, dan paparan lingkungan mikro (22). Penelitian Rita et al. (2024) juga menunjukkan tidak terdapat perbedaan kejadian ISPA antara balita laki-laki dan Perempuan (23). Hasil penelitian ini memperkuat dugaan bahwa karakteristik *host*, seperti jenis kelamin, tidak selalu membentuk pola spasial antarkecamatan karena karakteristik tersebut melekat pada individu. Faktor yang berada pada tingkat rumah tangga atau individu kemungkinan lebih berperan dalam membentuk variasi kejadian ISPA, sehingga hasil ini perlu dipahami sebagai

gambaran pola spasial wilayah dan bukan sebagai bukti bahwa faktor lokal tertentu secara langsung menyebabkan ISPA.

Pada variabel usia balita, hasil *Global Moran's I* menunjukkan pola spasial yang tidak signifikan ditampilkan dalam nilai indeks moran's < 0 yaitu -0,190. Artinya, distribusi kelompok usia balita yang menjadi bagian dari penelitian tidak menunjukkan keterkaitan spasial antarkecamatan. Keadaan ini sejalan dengan studi tren epidemiologi ISPA balita di Kota Kendari (2021-2023) yang menunjukkan bahwa distribusi umur balita relatif seragam antar puskesmas perkotaan dan tidak membentuk pola spasial yang berbeda akibat kondisi demografi perkotaan yang relatif stabil (24). Variabel status imunisasi dasar lengkap juga menunjukkan tidak adanya autokorelasi spasial yang signifikan dimana nilai indeks moran's < 0 yaitu -0,048. Hasil tersebut menunjukkan bahwa wilayah dengan cakupan imunisasi tinggi maupun rendah tidak membentuk pengelompokan spasial tertentu secara statistik. Temuan ini sejalan dengan penelitian Susilawati et al. (2025) yang menunjukkan pola acak pada imunisasi *zero-dose* di Kota Medan (25).

Pada variabel BBLR, hasil analisis juga menunjukkan tidak adanya autokorelasi spasial yang signifikan dengan *p-value* 0,408. Temuan tersebut dapat dibandingkan dengan penelitian Rahmadani dan Nasriyah (2022) yang menunjukkan bahwa kondisi lingkungan tempat tinggal dapat berkaitan dengan risiko pneumonia pada balita dengan riwayat BBLR. Kondisi hunian yang tidak padat serta memenuhi standar kesehatan fisik rumah terbukti mampu meminimalisasi risiko balita dengan riwayat BBLR untuk terpapar pneumonia (26).

Berbeda dengan variabel *host*, variabel *environment* menunjukkan pola spasial yang lebih jelas. Kepadatan penduduk memiliki nilai *Global Moran's I* sebesar 0,656 dengan *p*=0,001, yang menunjukkan adanya pengelompokan spasial yang signifikan antar kecamatan. Pola tersebut dapat terjadi karena karakteristik lingkungan perkotaan tidak tersebar secara acak, tetapi cenderung mengikuti struktur ruang dan perkembangan wilayah. Kecamatan dengan kepadatan penduduk yang tinggi dapat berdekatan dengan kecamatan lain yang juga memiliki kepadatan tinggi akibat konsentrasi permukiman, aktivitas penduduk, dan perkembangan kawasan perkotaan pada lokasi yang berdekatan. Hasil ini sejalan dengan penelitian Febrina et al. (2025) yang menemukan adanya autokorelasi spasial yang signifikan pada kepadatan penduduk (27).

Kondisi serupa dapat terjadi pada pengelolaan sampah rumah tangga terlayani karena cakupan pelayanan persampahan berkaitan dengan karakteristik permukiman dan sistem pelayanan wilayah yang berada dalam kawasan yang saling berdekatan. Hasil pada variabel pengelolaan sampah rumah tangga terlayani menunjukkan pola autokorelasi spasial mengelompok yang signifikan dengan *p-value* 0,038. Temuan ini sejalan dengan penelitian Tsui et al. (2022) yang menyatakan bahwa lokasi penghasil sampah cenderung mengelompok dengan nilai *Global Moran's I* 0,056 dan *p*=0,009 (28). Kesamaan pola tersebut menunjukkan bahwa karakteristik lingkungan perkotaan, baik kepadatan penduduk maupun pengelolaan sampah, tidak tersebar secara acak, tetapi cenderung memiliki kemiripan pada wilayah yang berdekatan. Meskipun demikian, pengelompokan spasial pada kedua variabel tersebut tidak secara langsung menunjukkan adanya hubungan sebab-akibat dengan kejadian ISPA, melainkan menggambarkan adanya pola kewilayahan yang perlu dipertimbangkan dalam memahami distribusi ISPA pada balita di Kota Medan.

Autokorelasi Spasial LISA Berdasarkan Incidence Rate ISPA pada Balita

Hasil analisis autokorelasi spasial lokal menggunakan *Local Indicators of Spatial Association* berdasarkan *incidence rate* ISPA pada balita di Kota Medan tahun 2024 menunjukkan bahwa tidak ditemukan wilayah yang membentuk pola *High-High (hotspot)* maupun *Low-Low (coldspot)* yang signifikan secara statistik. Namun, analisis LISA menemukan adanya *spatial outlier* pada tiga kecamatan, yaitu pola *Low-High* di Kecamatan Medan Amplas dan Medan Barat serta pola *High-Low* di Kecamatan Medan Denai. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa meskipun tidak terbentuk kluster

wilayah dengan kejadian ISPA tinggi maupun rendah secara signifikan, terdapat beberapa wilayah yang memiliki karakteristik kejadian ISPA berbeda dengan wilayah di sekitarnya. Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Rifaldi et al. (2024) yang tidak menemukan adanya *hotspot* maupun *coldspot* kejadian ISPA pada balita (22). Selain itu, penelitian Rifaldi et al. (2024) menunjukkan bahwa pola *Low-High* dan *High-Low* merupakan bentuk *spatial outlier* yang dapat menghasilkan autokorelasi spasial negatif, yaitu kondisi ketika suatu wilayah memiliki nilai yang berbeda dengan wilayah di sekitarnya dan merupakan wilayah yang saling menyebarkan penyakit (22).

Keberadaan *spatial outlier* pada tiga kecamatan tersebut menunjukkan adanya heterogenitas lokal dalam kejadian ISPA pada balita di Kota Medan tahun 2024. Pola *Low-High* di Medan Amplas dan Medan Barat dapat menggambarkan kondisi wilayah dengan kejadian ISPA yang lebih rendah dibandingkan wilayah tetangganya, sedangkan pola *High-Low* di Medan Denai menunjukkan kondisi sebaliknya. Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Yasin et al. (2021) yang menyatakan fenomena di mana Global Moran's I tidak signifikan sementara LISA menunjukkan adanya kluster signifikan di wilayah tertentu adalah hal yang lumrah dalam analisis spasial, yang dikenal sebagai heterogenitas spasial lokal. Heterogenitas spasial terjadi akibat adanya efek lokasi random, yaitu perbedaan antara satu lokasi dengan lokasi lainnya (29). Oleh karena itu, hasil analisis LISA lebih tepat dipandang sebagai informasi untuk mengidentifikasi wilayah yang memiliki pola kejadian berbeda dari wilayah sekitarnya dan dapat menjadi dasar untuk melihat kondisi lokal yang perlu dikaji lebih lanjut.

Autokorelasi Spasial Bivariat Moran's antara Kejadian ISPA dengan Variabel Host dan Environment pada Balita

Analisis bivariat Moran's menunjukkan bahwa terdapat autokorelasi spasial yang signifikan antara variabel *host* berupa jenis kelamin dan usia dengan kejadian ISPA pada balita di Kota Medan tahun 2024, dengan *p-value* sebesar 0,040 ($p < 0,05$). Sementara itu, variabel *host* lainnya, yaitu status imunisasi dasar lengkap dan BBLR, serta variabel *environment* berupa kepadatan penduduk dan pengelolaan sampah rumah tangga terlayani tidak menunjukkan autokorelasi spasial yang signifikan karena memiliki *p-value* $> 0,05$. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa keterkaitan antara karakteristik balita maupun kondisi lingkungan dengan kejadian ISPA tidak terbentuk secara seragam pada seluruh wilayah Kota Medan. Perbedaan pola tersebut dapat terjadi karena karakteristik balita dan kondisi lingkungan pada suatu kecamatan tidak selalu memiliki distribusi yang sama dengan kecamatan di sekitarnya.

Tidak ditemukannya hubungan spasial yang signifikan pada kepadatan penduduk juga menunjukkan bahwa kepadatan suatu wilayah tidak selalu diikuti oleh pola kejadian penyakit yang sama pada wilayah di sekitarnya. Kondisi ini memiliki kesesuaian dengan penelitian Jasmine (2025) yang menggunakan analisis bivariat Global Moran's I menunjukkan bahwa variabel jumlah penduduk ($p=0,088$) dan kepadatan penduduk ($p=0,162$) memiliki nilai $p > 0,05$. Hal ini mengindikasikan tidak adanya hubungan spasial yang signifikan antara kedua variabel tersebut dengan persebaran kasus DBD (30). Sebaliknya, penelitian Yusdiana et al. (2025) mengenai pemodelan spasial pneumonia pada balita di Kabupaten Rokan Hilir menemukan bahwa kepadatan penduduk merupakan faktor signifikan dengan koefisien $\beta=0,004$ dan $Z\text{-score}=6,118$, serta *hotspot* ditemukan pada wilayah perkotaan yang padat (31). Perbedaan tersebut dapat berkaitan dengan karakteristik wilayah, jenis penyakit, struktur permukiman, serta pola distribusi variabel yang berbeda pada masing-masing daerah. Dengan demikian, kepadatan penduduk tidak dapat dipandang sebagai karakteristik yang secara otomatis menghasilkan pola kejadian ISPA yang seragam, karena pengaruhnya dapat dipengaruhi oleh kondisi wilayah dan keberadaan faktor lain yang menyertai.

Pada tingkat lokal, analisis Bivariate LISA memberikan gambaran yang lebih spesifik mengenai adanya variasi hubungan spasial antarwilayah. Kecamatan Medan Amplas, Medan Barat, dan Medan

Denai merupakan wilayah yang memperlihatkan dependensi spasial signifikan pada beberapa variabel, sedangkan 18 kecamatan lainnya tidak menunjukkan hubungan spasial yang signifikan. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun secara global sebagian besar faktor risiko tidak memiliki autokorelasi spasial yang signifikan, terdapat wilayah tertentu yang memperlihatkan keterkaitan spasial secara lokal. Fenomena ketika Global Moran's I tidak menunjukkan signifikansi, sedangkan LISA menemukan klaster signifikan pada wilayah tertentu merupakan kondisi yang dapat terjadi dalam analisis spasial dan berkaitan dengan heterogenitas spasial lokal. Heterogenitas spasial terjadi akibat adanya efek lokasi random, yaitu perbedaan antara satu lokasi dengan lokasi lainnya (29). Penelitian Simatauw et al. (2019) mengenai pola penutupan lahan di kawasan lindung Ambon juga menunjukkan bahwa nilai Moran's I global dapat melemah menjadi negatif (-0,0425) akibat adanya variasi lokal yang ekstrem, meskipun pola *High-High* masih dapat terdeteksi secara lokal (32).

Perbedaan karakteristik antarwilayah tersebut semakin terlihat dari posisi Kecamatan Medan Amplas dan Medan Barat pada Kuadran II (*Low-High*) serta Kecamatan Medan Denai pada Kuadran IV (*High-Low*) pada beberapa variabel *host*. Pola *Low-High* menunjukkan bahwa nilai suatu variabel pada wilayah tersebut relatif lebih rendah dibandingkan wilayah di sekitarnya, sedangkan pola *High-Low* menunjukkan kondisi sebaliknya. Dengan demikian, ketiga kecamatan tersebut menjadi penting dalam interpretasi spasial karena memperlihatkan adanya perbedaan karakteristik antara suatu kecamatan dengan wilayah yang berdekatan. Pola *Low-High* dan *High-Low* juga ditemukan dalam penelitian Rahmadani dan Nasriyah (2022) mengenai hubungan spasial BBLR dan pneumonia, yang menunjukkan adanya wilayah *outlier* dengan karakteristik berbeda dari wilayah di sekitarnya (26). Sementara itu, penelitian Achmadin et al. (2024) mengenai distribusi tenaga kesehatan juga menunjukkan bahwa kondisi geografis dan urbanisasi dapat berperan dalam membentuk pola spasial yang serupa pada wilayah yang berdekatan (33). Oleh karena itu, karakteristik wilayah menjadi pertimbangan penting dalam memahami distribusi ISPA karena kecamatan yang saling berdekatan belum tentu memiliki kondisi dan pola kejadian yang sama.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa autokorelasi spasial bivariat yang signifikan secara global hanya ditemukan pada variabel *host* berupa jenis kelamin dan usia, sedangkan variabel status imunisasi dasar lengkap, BBLR, kepadatan penduduk, dan pengelolaan sampah rumah tangga terlayani tidak menunjukkan autokorelasi spasial yang signifikan. Pada tingkat lokal, Kecamatan Medan Amplas, Medan Barat, dan Medan Denai menjadi wilayah yang menunjukkan dependensi spasial signifikan. Temuan ini memperlihatkan bahwa pola spasial variabel *host* dan *environment* terhadap kejadian ISPA pada balita di Kota Medan bersifat heterogen. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Rifaldi et al. (2024) yang menyatakan bahwa ISPA pada balita merupakan penyakit multifaktorial yang melibatkan faktor *host*, lingkungan, dan perilaku, sehingga pola spasialnya dapat tidak terlihat kuat secara global apabila distribusi variabel relatif homogen pada sebagian besar wilayah (22).

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa karakteristik wilayah perlu menjadi pertimbangan dalam memahami persebaran ISPA, karena hubungan spasial tidak selalu terbentuk secara seragam pada seluruh kecamatan di Kota Medan. Hal ini terlihat pada hasil Bivariate LISA yang mengidentifikasi Kecamatan Medan Amplas dan Medan Barat sebagai wilayah dengan pola *Low-High*, sedangkan Kecamatan Medan Denai menunjukkan pola *High-Low*. Dengan demikian, ketiga kecamatan tersebut menjadi penting untuk dipertimbangkan karena menunjukkan adanya perbedaan karakteristik antara suatu wilayah dengan kecamatan yang berbatasan langsung dengannya. Kondisi tersebut dapat menyebabkan hubungan spasial yang bersifat lokal tetap teridentifikasi meskipun secara global hubungan antarvariabel tidak menunjukkan signifikansi. Oleh karena itu, interpretasi kejadian ISPA tidak cukup hanya didasarkan pada pola global, tetapi juga perlu memperhatikan variasi karakteristik dan kondisi antarwilayah pada tingkat kecamatan.

KESIMPULAN

Sebaran spasial kejadian ISPA pada balita di Kota Medan tahun 2024 menunjukkan distribusi yang tidak merata antarwilayah, dengan *Incidence Rate* tertinggi di Kecamatan Medan Maimun sebesar 1.851,25 per 1.000 balita. Kondisi ini menunjukkan bahwa beban kejadian ISPA antarwilayah berbeda, sehingga kebutuhan pemantauan dan penanganan tidak dapat dilakukan secara seragam pada seluruh kecamatan. Kecamatan dengan *Incidence Rate* yang lebih tinggi, seperti Medan Maimun, dapat menjadi wilayah yang perlu memperoleh perhatian lebih dalam pemantauan kejadian ISPA, evaluasi kondisi setempat, dan penguatan upaya pencegahan. Secara spasial, kejadian ISPA tidak membentuk pola global yang signifikan, namun terdapat variasi lokal dan keterkaitan spasial pada usia serta jenis kelamin. Temuan ini menunjukkan bahwa kejadian ISPA pada balita di Kota Medan memiliki variasi dan heterogenitas kewilayahan, sehingga hasil pemetaan dan analisis spasial dapat dimanfaatkan sebagai dasar pemantauan untuk mengenali wilayah dengan beban kejadian dan karakteristik yang berbeda serta membantu mengarahkan upaya pencegahan dan pengendalian ISPA sesuai kondisi masing-masing kecamatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada seluruh jajaran Dinas Kesehatan Kota Medan, khususnya staf Bidang Pencegahan dan Pengendalian Penyakit (P2P), serta Badan Riset dan Inovasi Daerah Kota Medan yang telah memberikan izin, bantuan dan kemudahan dalam proses pengumpulan data penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Swasti NK, Natalia O. Edukasi Pencegahan dan Penanganan ISPA pada Balita untuk Meningkatkan Kesehatan Keluarga. SAMBARA J Pengabdian Kpd Masy. 2024;3(1):22–30.
2. Aisyah N, Mutthalib NU, Amelia AR. Studi Epidemiologi dengan Pendekatan Analisis Spasial terhadap Kejadian ISPA Pada Anak Balita. Wind Public Heal J. 2021;2(2):223–31.
3. Riris I. M. Sogara, Indriati A.T. Hinga, Soleman Landi. Gambaran Perilaku Hidup Bersih dan Sehat dengan Kejadian ISPA pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Malata Kecamatan Tana Righu Kabupaten Sumba Barat Tahun 2024. SEHATMAS J Ilm Kesehat Masy. 2024 Jul;3(3):581–94.
4. Wang Y, Han R, Ding X, Chen J, Feng W, Wang C, et al. A 32-Year Trend Analysis Of Lower Respiratory Infections In Children Under 5: Insights From The Global Burden Of Disease Study 2021. Front Public Heal. 2025;13(January).
5. Nurnaningsih, Aidil Shafwan, Darmin. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) Pada Balita di Wilayah Kerja BLUD UPTD Puskesmas Nambo Tahun 2024. J Penelit Sains dan Kesehat Avicenna. 2025 Jan;4(1):29–36.
6. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Survei Kesehatan Indonesia (SKI) Dalam Angka: Data Akurat Kebijakan Tepat. Jakarta: Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI; 2023. 1–802 p.
7. Nanda M, Nasution DA, Azzahra F, Audina S, Lestari N, Muharani A. Hubungan Kondisi Lingkungan Fisik Rumah Terhadap Kejadian ISPA di Lingkungan Puskesmas Rengas Pulau Medan Marelau. J Kesehat Tambusai. 2024;5(1):1128–36.
8. Rahmadhani M. Hubungan Kebiasaan Merokok Pada Anggota Keluarga dengan Kejadian ISPA Pada Balita di Klinik Pratama Sehati Husada Kecamatan Sibiru-Biru. Prim (Prima Med Journal). 2021;6(1).
9. Wahyuni S, Ilawati S, Herawati L, Nur Rahma Nasution S. Relationship Between Mother's Knowledge And The Incidence Of Ari In Toddlers At The Helvetia Medan Community Health Center. Klin Sains J Anal Kesehat. 2025 Jun;13(1):316–26.
10. Sibagariang EE, Ginting JB, Simanullang A, Irawan DSK, Hutasoit HN, Sibagariang A, et al.

- Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian ISPA pada Balita di Puskesmas Mandala Kecamatan Medan Tembung. *J Healthc Technol Med.* 2023;9(1):15.
11. Blum, H.L. *Planning for Health: Generics for The Eighties.* New York: Human Sciences Press; 1981.
 12. Fitriasih D, Ichwansyah F, Ali Amin F. Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) Pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Batoh Kota Banda Aceh. *J Promot Prev.* 2024;7(6):1297–303.
 13. Ompusunggu ARI, Safinatunnaja EN, Ridwan RM, Khaerina Ramdani TC, Ana A, Achdiani Y. Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Dampaknya Terhadap Kesehatan Keluarga. *Heal Med Sci.* 2025 Jun;2(3):10.
 14. Sumanti, Sari SA, Putri DW, Anas R, Wahyuni T, Pratiwi R. Menjelajah Ruang Sosial: Metode dan Teknik Analisis Spasial Berbasis GIS Dalam Kajian Sosial. *Didakt J Ilm PGSD FKIP Univ Mandiri.* 2026;12(1):105–12.
 15. Lailia Rahmawati, Wenny Desty Febrian, Fachruzzaki, Sri Mardiyati, Rino Lengam, I Putu Dody Suarnatha. Pengembangan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk Analisis Spasial dalam Pengambilan Keputusan. *J Rev Pendidik dan Pengajaran.* 2024;7(2):4058–68.
 16. Tobler WR. A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region. *Econ Geogr.* 1970;46(sup1):234–240.
 17. Corsello A, Milani GP, Picca M, Buzzetti R, Carrozzo R, Gambino M, et al. Recurrent Upper Respiratory Tract Infections In Early Childhood : A Newly Defined Clinical Condition. *Ital J Pediatr.* 2024;50(30):1–5.
 18. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. *Profil Kesehatan Indonesia 2023.* Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2023. 318 p.
 19. Aristatia N, Yulyani V. Analisis Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) Pada Balita di Puskesmas Panjang Kota Bandar Lampung Tahun 2021. *Indones J Heal Med.* 2020;1(4):508–35.
 20. Sukardin, Linda Andirani D. *Pengelolaan dan Pemanfaatan Data Kesehatan.* Banten: Sada Kurnia Pustaka; 2025. 179 p.
 21. Baoyi Zhang, Zhengwen Jiang, Yiru Chen, Nanwei Cheng UK and JD. Geochemical Association Rules of Elements Mined Using Clustered Events of Spatial Autocorrelation: A Case Study in the Chahanwusu River Area, Qinghai Province, China. *Appl Sci.* 2022;12(4):2247.
 22. Rifaldi, Cahyani LI, Rahmah R, Chairunnisa AR, Khuzaimah. Autokorelasi Spasial ISPA pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Mentaya Seberang Kabupaten Kotawaringin Timur. *Afiasi J Kesehat Masy.* 2024;9(1):43–55.
 23. Rita N, Yundelfa M, Novianti A. Hubungan Karakteristik Balita 7 – 59 Bulan dengan Kejadian ISPA. *Menara Ilmu J Penelit dan Kaji Ilm.* 2024;19(2):209–16.
 24. Ferisya A, Tosepu R. Tren Distribusi Epidemiologi Kasus ISPA pada Balita di Kota Kendari Tahun 2021-2023. *Miracle J Public Heal.* 2024;7(1):20–9.
 25. Susilawati, Saragih TR, Putri YW, Khairani RM, Istiqomah, Fauziah N, et al. Analisis Spasial dan Faktor Penyebab Imunisasi Zero-Dose Pada Anak di Kota Medan Tahun 2024. *JUKEJ J Kesehat Jompa.* 2025;4(4):953–62.
 26. Rahmadani P, Nasriyah SF. Analisis Autokorelasi Spasial Global dan Lokal Kasus Penumonia di Kota Depok Tahun 2020. *MPPKI Media Publ Promosi Kesehat Indones.* 2022;5(12):1590–8.
 27. Febrina D, Susanti N, Dzakhirah J, Diwanta F, Salsabila A. Analisis Spasial Kasus Pneumonia dengan Kepadatan Penduduk dan Potensi Banjir di RSI Malahayati Medan Tahun 2023.

- JUKEJ J Kesehat Jompa. 2025;4(4):283–96.
28. Tsui T, Derumigny A, Peck D, Timmeren A van, Wandl A. Spatial Clustering Of Waste Reuse In A Circular Economy: A Spatial Autocorrelation Analysis On Locations Of Waste Reuse In The Netherlands Using Global And Local Moran's I. *Front Built Environ*. 2022;8(954642).
 29. Yasin H, Warsito B, Hakim AR. *Modifikasi Model Regresi Spasial*. Jawa Barat: BuatBuku.com; 2021. 146 p.
 30. Jasmine ST. Autokorelasi Spasial Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kota Medan Tahun 2023. *J Ilm Multidisiplin Ilmu*. 2025;2(3):46–53.
 31. YUSDIANA Y, Sukendi S, Ikhwan SY, Dedi A. Spatial Modeling Of Risk Factors For Under-Five Pneumonia In Rokan Hilir District, Indonesia. *African J Infect Dis*. 2025;19(2):15–32.
 32. Simatauw A, Sedyono E, Prasetyo SYJ. Autokorelasi Spasial Untuk Analisis Pola Pengawasan Kawasan Lindung di Kota Ambon Maluku. *TEKNIKA*. 2019;8(1):36–43.
 33. Achmadin WN, Mashitasari D, Wulandari V, Fatimah F. Autokorelasi Spasial pada Sebaran Tenaga Kesehatan Perawat dan Tenaga Farmasi di Jawa Timur. *Estim J Appl Stat Math Data Sci*. 2024;2(II):10–7.