

Hotspots Penyebaran Diare Berbasis Analisis Autokorelasi Spasial di Kabupaten Bogor

Lukman Perdana Sofyan

Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia; lukman.p.sofyan@gmail.com (koresponden 1)

Tris Eryando

Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia; tris.eryando@gmail.com

Tri Johan Agus Yuswanto

Jurusan Keperawatan, Poltekkes Kemenkes Malang, Indonesia; tri_johan@poltekkes-malang.ac.id (koresponden 2)

ABSTRACT

Diarrhea is a significant health problem in many countries, including Indonesia. This disease has serious implications for public health, especially in vulnerable groups such as children and the elderly. In Bogor Regency, 57,942 cases of diarrhea were recorded in 2022. This research aimed to determine the hotspots for diarrhea incidents in Bogor Regency based on spatial autocorrelation. This research was an ecological study that uses aggregate data on the number of diarrhea cases from data on the achievements of the Infectious Disease Prevention and Control Section program, Bogor District Health Service in 2022. The unit of analysis used in this study was 40 sub-districts in the Bogor Regency area. After the data was collected, analysis was then carried out using the Moran index test in order to identify the presence of autocorrelation. In addition, the Moran scatter plot test was used to identify the locations of diarrhea cases. The results of the analysis showed that autocorrelation was found in three regions, namely Gunung Putri District, Cibinong District, and Sukaraja District. Furthermore, it was concluded that the hotspots for the spread of diarrhea in Bogor Regency were Gunung Putri District, Cibinong District and Sukaraja District.

Keywords: diarrhea; hotspots of spread; spatial autocorrelation

ABSTRAK

Diare merupakan masalah kesehatan yang signifikan di banyak negara, termasuk Indonesia. Penyakit ini mempunyai implikasi serius terhadap kesehatan masyarakat, terutama pada kelompok rentan seperti anak-anak dan lansia. Di Kabupaten Bogor tercatat penyakit diare sebanyak 57.942 kasus pada tahun 2022. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan *hotspots* kejadian diare di Kabupaten Bogor berdasarkan autokorelasi spasial. Penelitian ini merupakan kajian ekologi yang menggunakan data agregat jumlah kasus diare dari data capaian program Seksi Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Menular, Dinas Kesehatan Kabupaten Bogor tahun 2022. Unit analisis yang digunakan dalam studi ini adalah 40 kecamatan yang berada di wilayah Kabupaten Bogor. Setelah data terkumpul, selanjutnya dilakukan analisis dengan uji indeks Moran dalam rangka mengidentifikasi adanya autokorelasi. Selain itu, uji Moran *scatter plot* digunakan untuk mengidentifikasi titik-titik lokasi kasus diare. Hasil analisis menunjukkan bahwa ditemukan autokorelasi pada tiga wilayah yaitu Kecamatan Gunung Putri, Kecamatan Cibinong, dan Kecamatan Sukaraja. Selanjutnya disimpulkan bahwa *hotspots* penyebaran diare di Kabupaten Bogor yaitu Kecamatan Gunung Putri, Kecamatan Cibinong dan Kecamatan Sukaraja.

Kata kunci: diare; *hotspots* penyebaran; autokorelasi spasial

PENDAHULUAN

Diare merupakan salah satu masalah kesehatan yang signifikan di banyak negara, termasuk Indonesia. Penyakit ini menimbulkan dampak yang serius terhadap kesehatan masyarakat, terutama pada kelompok rentan seperti anak-anak dan orang tua. Diare umumnya disebabkan oleh infeksi virus, bakteri, atau parasit yang menjangkiti saluran pencernaan, dan dapat tersebar dengan cepat dan berpotensi menimbulkan kejadian luar biasa (KLB) dalam suatu wilayah. Infeksi menyebar melalui makanan atau air minum yang terkontaminasi, atau dari orang ke orang karena kebersihan yang buruk. Diare dapat berlangsung selama beberapa hari, dan dapat menyebabkan tubuh kekurangan air dan garam yang diperlukan untuk kelangsungan hidup.⁽¹⁾

Diare merupakan penyebab kematian nomor delapan diantara semua usia (1.655.944 kematian) dan penyebab kematian terbesar kelima pada anak di bawah usia 5 tahun (446.000 kematian) pada tahun 2016.⁽²⁾ Menurut data Profil Kesehatan Indonesia tahun 2020, diare menjadi kasus utama yang menyebabkan 14,5% kematian, dengan prevalensi diare pada angka 9,8% menurut hasil Survei Status Gizi Indonesia tahun 2020.⁽³⁾

Kabupaten Bogor ada di bagian selatan Jawa Barat dengan koordinat antara 6°25'-7°22' Lintang Selatan dan 106°13'-107°08' Bujur Timur. Kabupaten Bogor terdiri atas 40 kecamatan, dengan jumlah penduduk terbanyak di Indonesia yakni 5.473.476 jiwa⁽⁴⁾ dan tingkat kepadatan penduduk sebesar 1.830 jiwa/km².⁽⁵⁾ Kejadian diare di Kabupaten Bogor berdasarkan data capaian program Seksi Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Menular (P2PM) Dinas Kesehatan Kabupaten Bogor tahun 2022 adalah 57.942 kasus. Kasus diare tertinggi adalah di Kecamatan Citeureup (4365 kasus) dan terendah adalah Kecamatan Tajurhalang (191 kasus).

Analisis spasial telah menjadi pendekatan yang penting dalam pemahaman pola distribusi geografis penyakit infeksi, didasarkan pada hukum geografi pertama Tobler bahwa "segala sesuatu berkaitan dengan segala sesuatu yang lain, tetapi benda-benda yang dekat lebih berkaitan daripada benda-benda yang jauh."⁽⁶⁾ Penggunaan metode analisis spasial seperti autokorelasi spasial memungkinkan pemetaan pola spasial kejadian diare di suatu wilayah yang sering bergantung pada wilayah lain yang berdekatan (*neighbouring*).

Beberapa faktor lingkungan seperti buruknya sanitasi, keterbatasan air bersih, kepadatan penduduk, dan infrastruktur kesehatan yang kurang memadai berperan dalam penyebaran diare. Analisis spasial memberikan kesempatan untuk mengidentifikasi kluster atau kumpulan kasus diare yang terkonsentrasi di suatu wilayah tertentu, yang dapat menjadi indikasi adanya pola-pola tertentu yang perlu diteliti lebih lanjut.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kejadian diare tidak merata di berbagai wilayah,⁽⁷⁾ namun belum banyak penelitian yang secara khusus menganalisis pola spasial kejadian diare menggunakan teknik analisis spasial seperti autokorelasi spasial, khususnya di Indonesia.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat autokorelasi spasial berdasarkan jumlah kasus diare dan menentukan suatu wilayah yang menjadi *hotspot* kejadian diare di Kabupaten Bogor tahun 2022.

METODE

Penelitian ini merupakan studi ekologi menggunakan data agregat jumlah kasus diare per kecamatan di Kabupaten Bogor tahun 2022, unit analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah 40 kecamatan yang berada di wilayah Kabupaten Bogor. Klasifikasi jumlah kasus diare ditentukan menggunakan metode *natural breaks (jenks)* dalam tiga kelas yaitu rendah, sedang dan tinggi. Matriks pembobot spasial yang digunakan adalah *queen contiguity* untuk menentukan area pengamatan berdasarkan sisi yang saling berkaitan dan memperhitungkan sudut (*edge-corner*).⁽⁸⁾ Untuk mengetahui autokorelasi antar wilayah kecamatan di Kabupaten Bogor digunakan uji indeks Moran's (I) dengan tingkat signifikansi 0,05. Autokorelasi terjadi ketika variabel atribut dari *dataset* spasial, berkorelasi dengan atributnya sendiri pada jarak tertentu, yang disebut dengan *lag*.⁽⁹⁾

Hipotesis nol untuk autokorelasi adalah tidak adanya autokorelasi antar wilayah ($I = 0$), H_0 ditolak apabila nilai p lebih kecil dari nilai α . Nilai Moran's I berada antara $+1$ dan -1 . Persamaan autokorelasi didapat dengan membandingkan nilai indeks Moran [I] dan nilai ekspektasinya ($E[I]$).⁽⁹⁾ Nilai 1 menunjukkan autokorelasi spasial positif sempurna, 0 menunjukkan pola acak, dan -1 menunjukkan autokorelasi negatif sempurna.⁽¹⁰⁾

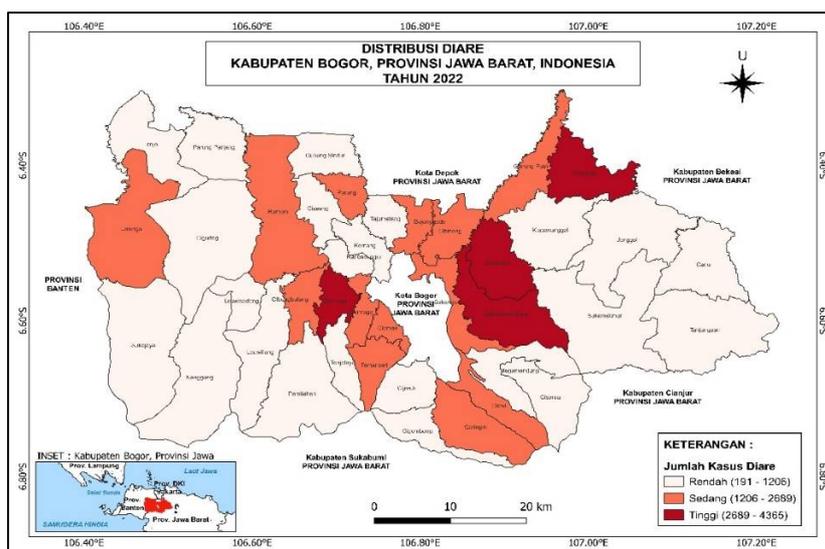
Local Indicator of Spatial Autocorrelation (LISA) dilakukan dalam uji autokorelasi lokal untuk mengetahui hubungan spasial antar wilayah berdasarkan variabel penelitian yang akan menghasilkan Moran's *scatterplot*, *cluster map* dan *significance map*. Hubungan spasial antara suatu area dengan area tetangganya digambarkan melalui kuadran dalam Moran's *scatterplot*.⁽⁹⁾ Terdapat empat kuadran yaitu kuadran I (H-H) merupakan kluster nilai tinggi yang dikenal sebagai titik panas (*hotspot*), menggambarkan wilayah dengan jumlah kasus diare tinggi dan dikelilingi oleh wilayah dengan jumlah kasus diare tinggi. Kuadran II (L-H) menggambarkan wilayah dengan jumlah kasus diare rendah dikelilingi oleh wilayah dengan jumlah kasus diare tinggi. Kuadran III (L-L) merupakan kluster nilai rendah yang dikenal sebagai titik dingin (*cold spot*), menggambarkan wilayah dengan jumlah kasus diare rendah diantara wilayah dengan jumlah kasus diare rendah. Kuadran IV (H-L) menggambarkan wilayah dengan jumlah kasus diare tinggi dikelilingi oleh wilayah dengan jumlah kasus diare rendah.⁽¹¹⁾ Secara singkat kuadran I dan III menunjukkan hubungan autokorelasi spasial positif, sedangkan kuadran II dan IV menunjukkan hubungan autokorelasi spasial negatif.

Hot spot diare ditetapkan pada wilayah yang berada pada kuadran *high-high (H-H)*, artinya suatu wilayah dengan jumlah kasus diare tinggi dikelilingi oleh wilayah dengan jumlah kasus diare tinggi. Aplikasi Geoda versi 1.22.0.2 digunakan untuk analisis autokorelasi spasial melalui Indeks Moran, baik global maupun lokal,⁽¹²⁾ dan aplikasi Quantum GIS (QGIS) versi 3.22.15 digunakan untuk pembuatan peta. Penelitian ini menggunakan data sekunder dari data capaian program seksi P2PM Dinas Kesehatan Kabupaten Bogor tahun 2022 sehingga tidak memerlukan izin etis karena tidak ada individu atau anggota masyarakat yang terlibat dalam penelitian.

Penelitian ini tidak memerlukan sertifikat kelayakan etik karena menggunakan data sekunder dari Dinas Kesehatan Kabupaten Bogor.

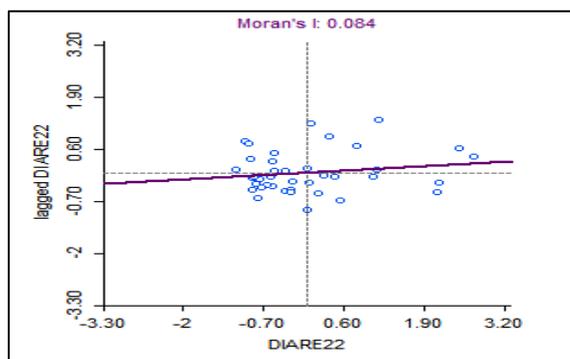
HASIL

Pada tahun 2022 terdapat 57.942 kasus diare, tertinggi di Kecamatan Citeureup (4365 kasus) dan terendah di Kecamatan Tajurhalang (191 kasus), dengan peta sebaran ditampilkan pada Gambar 1.

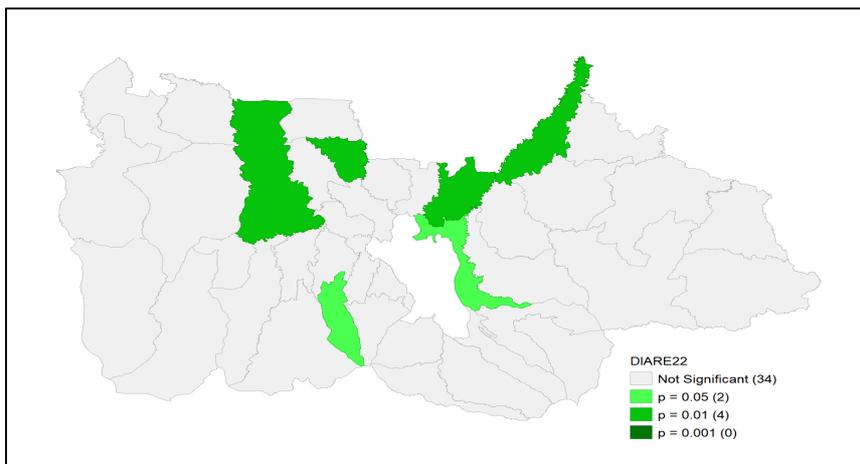


Gambar 1. Peta sebaran kasus diare di Kabupaten Bogor tahun 2022

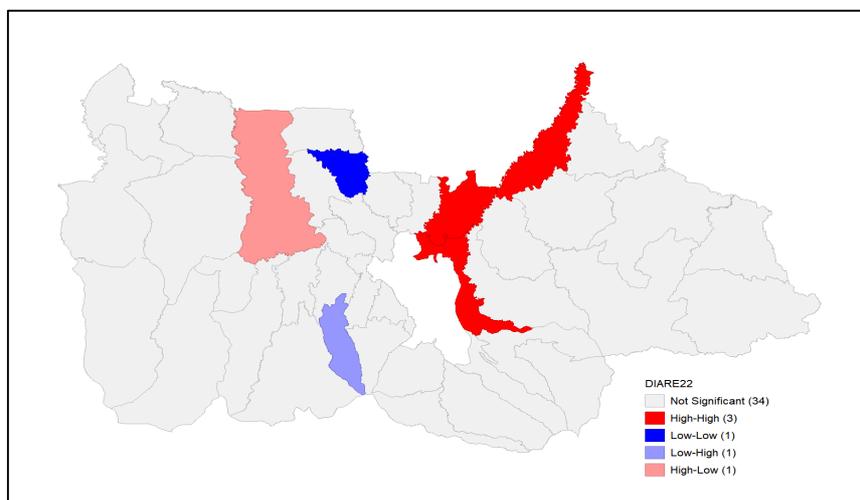
Selanjutnya dilakukan uji autokorelasi spasial kasus diare di Kabupaten Bogor tahun 2022 menggunakan indeks Moran. Menggunakan matriks *queen contiguity* untuk pembobotan terstandar, pengujian ini dilakukan terhadap variabel dependen yaitu jumlah kasus diare. Didapat hasil seperti pada gambar 2, dimana nilai indeks Moran (I) jumlah kasus diare yaitu 0,0845 lebih besar dari nilai ekspektasinya $E(I) -0,0256$ atau $I > E(I)$. Artinya terdapat autokorelasi positif atau membentuk pola mengelompok (*clustered*).



Gambar 2. Moran's scatterplot jumlah kasus diare di Kabupaten Bogor tahun 2022



Gambar 3. Moran's significant map jumlah kasus diare di Kabupaten Bogor tahun 2022



Gambar 4. Moran's cluster map jumlah kasus diare di Kabupaten Bogor tahun 2022

Selanjutnya untuk melihat wilayah mana yang terdapat korelasi dengan signifikansi yang kuat antar wilayah kecamatan berdasarkan jumlah kasus diare di Kabupaten Bogor tahun 2022, digunakan Moran's significant map. Hasilnya seperti pada gambar 3, dimana terdapat 4 kecamatan dengan $p = 0,01$ ($p < 0,05$) yaitu Kecamatan Gunung Putri, Kecamatan Cibinong, Kecamatan Parung dan Kecamatan Rumpin. Terdapat 2 kecamatan dengan $p = 0,05$ yang mengindikasikan adanya korelasi spasial namun kurang kuat yaitu Kecamatan Sukaraja dan Kecamatan Tenjolaya. Sisanya sebanyak 34 kecamatan tidak signifikan atau tidak terdapat korelasi spasial berdasarkan jumlah kasus diare di Kabupaten Bogor tahun 2022.

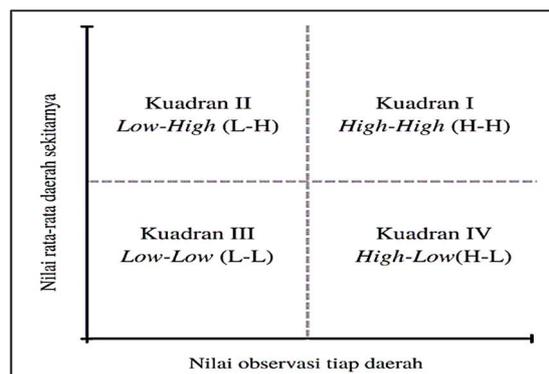
Untuk melihat wilayah kecamatan mana saja yang berada di kuadran high-high dan menjadi wilayah hotspot diare di Kabupaten Bogor tahun 2022 digunakan Moran's cluster map. Hasil seperti pada gambar 4 menunjukkan wilayah kecamatan dengan jumlah kasus diare tinggi dikelilingi oleh kecamatan yang dengan jumlah kasus diare yang juga tinggi ada pada tiga kecamatan, yaitu Kecamatan Gunung Putri (1508 kasus), Kecamatan Cibinong (2689 kasus) dan Kecamatan Sukaraja (1835 kasus).

PEMBAHASAN

Pengujian autokorelasi spasial dengan menggunakan indeks Moran menunjukkan adanya autokorelasi positif, dapat diketahui bahwa kasus diare di Kabupaten Bogor membentuk pola mengelompok (*clustered*). Hasil ini menunjukkan bahwa kejadian diare baik tinggi maupun rendah, dalam satu wilayah kecamatan tidak terjadi secara acak; namun lebih terkait dengan kejadian di kecamatan sekitarnya. Uji signifikansi yang dilakukan juga menguatkan korelasi spasial antar wilayah kecamatan berdasarkan jumlah kasus diare.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Plate *et al.* (2023) terkait analisis spasial kejadian diare pada balita di Provinsi Sumatera Utara tahun 2020, juga menemukan bahwa daerah-daerah dengan nilai yang tinggi untuk insiden kumulatif diare pada balita terletak saling berdekatan.⁽¹³⁾ Daerah yang memiliki jumlah penyakit diare terbanyak mengindikasikan bahwa daerah tersebut memiliki hubungan dengan jumlah penyakit diare di daerah sekitarnya.^(14,15) Hal ini mengasumsikan bahwa kejadian diare muncul dalam bentuk kluster.

Berdasarkan Moran's *scatterplot* autokorelasi digambarkan berdasarkan kuadran (Gambar 5) yang menunjukkan bagaimana pola hubungan pola spasial pada Moran's *scatterplot*.⁽⁹⁾



Gambar 5. Kuadran hubungan spasial pada Moran's *scatterplot*.

Posisi kuadran kanan bawah atau kuadran *high-low* menunjukkan wilayah dengan nilai tinggi dikelilingi oleh wilayah dengan nilai rendah. Pada penelitian ini terdapat tujuh wilayah kecamatan yang berada di kuadran *high-low* yaitu Kecamatan Ciampea, Kecamatan Cileungsi, Kecamatan Bojonggede, Kecamatan Rumpin, Kecamatan Ciawi, Kecamatan Tamansari dan Kecamatan Jasinga.

Posisi kuadran kanan atas atau kuadran *high-high* menunjukkan wilayah dengan nilai tinggi dikelilingi oleh wilayah dengan nilai tinggi juga. Pada penelitian ini terdapat tujuh wilayah kecamatan yang berada di kuadran *high-high* yaitu Kecamatan Gunung Putri, Kecamatan Sukaraja, Kecamatan Ciomas, Kecamatan Dramaga, Kecamatan Cibinong, Kecamatan Babakan Madang, dan Kecamatan Citeureup. Pada kuadran ini terdapat 2 kecamatan dengan jumlah kasus tertinggi di Kabupaten Bogor yaitu Kecamatan Citeureup (4365 kasus) dan Kecamatan Babakan Madang (4108) kasus.

Wilayah yang menjadi *hotspot* berada di kuadran *high-high*, berdasarkan hasil Moran's *cluster map* menunjukkan tiga wilayah kecamatan yang menjadi *hotspot* diare di Kabupaten Bogor tahun 2022 yaitu, Kecamatan Gunung Putri, Kecamatan Cibinong, dan Kecamatan Sukaraja. Bila dilihat secara geografis tiga wilayah kecamatan yang menjadi *hotspot* memiliki kedekatan dan bersinggungan langsung dengan 2 wilayah kecamatan yang memiliki jumlah kasus diare tertinggi di Kabupaten Bogor tahun 2022 yaitu Kecamatan Citeureup dan Kecamatan Babakan Madang.

Diare adalah gejala infeksi yang disebabkan oleh sejumlah organisme bakteri, virus, dan parasit, yang sebagian besar disebabkan melalui air yang terkontaminasi tinja.⁽¹⁶⁾ Dalam lingkungan dengan kepadatan penduduk tinggi, risiko penularan penyakit melalui air yang terkontaminasi akan meningkat, karena kontak antar individu lebih sering terjadi. Kondisi air tanah yang buruk pada daerah dengan pemukiman penduduk yang padat, diakibatkan oleh letak atau pembangunan *septic tank* yang saling berhimpitan/dekat dengan sumur/sumber air minum.⁽¹⁷⁾ Risiko kontaminasi bakteri *Escherichia coli* pada air tanah meningkat karena jarak antara sumur dan septiktank kurang dari 10 meter. Hal ini dapat menyebabkan penduduk meminum air tanah yang terkontaminasi *E. coli* dan meningkatkan potensi penularan diare dengan cepat.⁽¹⁸⁾

Wilayah kecamatan yang termasuk kuadran *high-high* memiliki kepadatan penduduk yang jauh di atas kepadatan penduduk Kabupaten Bogor (1838 jiwa/km²), dimana tiga wilayah kecamatan yang menjadi *hotspot* diare memiliki kepadatan penduduk sebesar 4951 jiwa/km² untuk Kecamatan Gunung Putri, 7859 jiwa/km² untuk Kecamatan Cibinong, dan 3354 jiwa/km² untuk Kecamatan Sukaraja,⁽¹⁹⁾ mengindikasikan adanya resiko tinggi jumlah kejadian diare dalam suatu wilayah dengan kepadatan penduduk yang tinggi, sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Fajriyah (2023) bahwa kepadatan penduduk yang tinggi dapat menyebabkan sanitasi lingkungan menjadi buruk sehingga lebih besar kemungkinan terjadi penyakit diare.⁽²⁰⁾

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa kasus diare di Kabupaten Bogor pada tahun 2022 secara kumulatif tidak terjadi secara acak dan membentuk pola berkelompok (*clustered*) berdasarkan wilayah kecamatan yang berdekatan. Wilayah kecamatan yang termasuk dalam kuadran *high-low* dan *high-high* dapat menjadi prioritas utama dalam pencegahan dan penanggulangan penyakit diare yang diintegrasikan dalam konsep pengembangan wilayah berdasarkan rencana tata ruang Kabupaten Bogor tahun 2016-2036.

Berdasarkan pemetaan kuadran *high-low* dan *high-high*, kemudian mengacu pada Peraturan Daerah Kab. Bogor No. 11 Tahun 2016 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bogor 2016-2036 pola mengelompok kasus diare secara geografis sebagian besar terletak di wilayah pengembangan (WP) tengah, yaitu pada

Kecamatan Citeureup, Kecamatan Babakan Madang, Kecamatan Cibinong, Kecamatan Ciomas, Kecamatan Sukaraja, Kecamatan Bojonggede, Kecamatan Ciawi dan Kecamatan Tamansari. Empat kecamatan pada WP Barat yaitu Kecamatan Dramaga, Kecamatan Ciampea, Kecamatan Rumpin, dan Kecamatan Jasinga. Dua kecamatan pada WP timur yaitu Kecamatan Gunung Putri dan Kecamatan Cileungsi. Wilayah-wilayah tersebut masuk dalam pengembangan kawasan peruntukan pemukiman perkotaan kepadatan tinggi dan sedang.

Tujuan pembangunan ekonomi yang ingin dicapai oleh Pemerintah Kabupaten Bogor ini tentunya diiringi oleh pertumbuhan penduduk yang berkorelasi positif dengan volume kepadatan penduduk. Permasalahan yang ditimbulkan kepadatan penduduk yang tidak merata adalah munculnya berbagai dampak sistemik terhadap aspek kehidupan salah satunya adalah permasalahan kesehatan.⁽²¹⁾ Menerapkan intervensi di lokasi yang sesuai akan meningkatkan efektivitas dan efisiensi kebijakan atau program kesehatan.

Hasil penelitian ini dapat menjadi masukan penting dalam memahami kompleksnya aspek geografis diare pada anak balita di Bogor. Wilayah *hotspot* diare dapat direkomendasikan menjadi wilayah lokus prioritas penanganan diare, melalui kebijakan pemerintah Kabupaten Bogor yang mengedepankan penanggulangan dari aspek spasial analisis. Penelitian ini belum dapat maksimal menjawab faktor penyebab diare di Kabupaten Bogor, penulis berharap hasil penelitian ini juga perlu dilanjutkan dengan melakukan penelitian mendalam mengenai faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian diare pada balita dengan menggunakan regresi spasial untuk lebih memahami penyebab terjadinya pengelompokan wilayah kejadian diare.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis disimpulkan bahwa kasus diare di Kabupaten Bogor tahun 2022 memiliki hubungan secara spasial antar wilayah dengan membentuk pola mengelompok (*clustered*). Terdapat 3 wilayah kecamatan yang menjadi *hotspot* diare di Kabupaten Bogor yaitu Kecamatan Gunung Putri, Kecamatan Cibinong dan Kecamatan Sukaraja, sehingga ditetapkan menjadi prioritas. Penggunaan analisis spasial dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih komprehensif tentang distribusi geografis penyakit diare di Kabupaten Bogor, memungkinkan pihak terkait untuk mengambil langkah-langkah yang tepat dalam upaya pencegahan dan pengendalian penyakit ini di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kiani AK, Dhuli K, Donato K, Aquilanti B, Velluti V, Matera G, Iaconelli A, Connelly ST, Bellinato F, Gisondi P, Bertelli M. Main nutritional deficiencies. *J Prev Med Hyg.* 2022 Oct 17;63(2 Suppl 3):E93-E101.
2. Troeger C, Blacker BF, Khalil IA, Rao PC, Cao S, Zimsen SR, et al. Estimates of the global, regional, and national morbidity, mortality, and aetiologies of diarrhoea in 195 countries: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet Infectious Diseases.* 2018 Nov;18(11):1211–28.
3. Direktorat P2M Kemenkes RI. Laporan kinerja 2022. Jakarta: Kemenkes RI; 2023.
4. Service JD. Open data Jabar. 2023 [cited 2023 Dec 20]. Jumlah penduduk berdasarkan jenis kelamin dan kabupaten/kota di Jawa Barat. Available from: <https://opendata.jabarprov.go.id/id/dataset/jumlah-penduduk-berdasarkan-jenis-kelamin-dan-kabupatenkota-di-jawa-barat>
5. Service JD. Open data Jabar. 2023 [cited 2023 Dec 20]. Kepadatan penduduk berdasarkan kabupaten/kota di Jawa Barat. Available from: <https://opendata.jabarprov.go.id/id/dataset/kepadatan-penduduk-berdasarkan-kabupatenkota-di-jawa-barat>
6. Bjorholm S, Svenning JC, Skov F, Balslev H. To what extent does Tobler's 1st law of geography apply to macroecology? A case study using American palms (Arecaceae). *BMC Ecol.* 2008 Dec;8(1):11.
7. Riyanto B. Penerapan Algoritma K-Medoids Clustering untuk pengelompokan penyebaran diare di Kota Medan (Studi kasus: Kantor Dinas Kesehatan Kota Medan). *KOMIK.* 2019;3(1).
8. Akolo IR. Perbandingan matriks pembobot rook dan queen contiguity dalam analisis spatial autoregressive model (SAR) dan spatial error model (SEM). *Jambura J Probab Stat.* 2022 May 29;3(1):11–8.
9. Riznawati A, Yudhistira D, Rahmaniati M, Sipahutar T, Eryando T. Autokorelasi spasial prevalensi stunting di Jawa Barat tahun 2021. *Jurnal Biostatistik, Kependudukan, dan Informatika Kesehatan.* 2023;3(1):14.
10. Nepal S, Pickell P. Spatial estimation: geomatics for environmental management. *Students and Practitioners.* 1950:1(1).
11. Sutarga IK. Analisis pola spasial sebaran COVID-19 Kota Bogor berdasarkan indek Moran. *Media Komunikasi Geografi.* 2022 Dec 31;23(2):265–76.
12. Anselin L. Global spatial autocorrelation. *Geoda Center.* 2020;8(2).
13. Plate RP, Herdayati M. Analisis spasial kejadian diare pada balita di Provinsi Sumatera Utara tahun 2020. *MPPKI.* 2020;2(3).
14. Meliyana RSM, Ahmar AS. Analysis of the distribution of diarrhea patients in Bogor Regency month using the ordinary Kriging method. *ARRUS J Soc Sci Hum.* 2023 May 13;3(2):156–62.
15. Wolde D, Tilahun GA, Kotiso KS, Medhin G, Eguale T. The burden of diarrheal diseases and its associated factors among under-five children in Welkite Town: A community based cross-sectional study. *Int J Public Health.* 2022 Oct 12;67:1604960.
16. Drancourt M. Acute diarrhea. *Infectious Diseases.* 2017:335–340.e2.
17. Margarethy I, Suryaningtyas NH, Yahya Y. Kejadian diare ditinjau dari aspek jumlah penduduk dan sanitasi lingkungan (analisis kasus diare di Kota Palembang tahun 2017). *Medica Arteriana.* 2020;2(1):10.
18. Mohan G, Lyons S. The association between E. coli exceedances in drinking water supplies and healthcare utilisation of older people. *PLoS One.* 2022 Sep 1;17(9):e0273870.
19. BPS Kota Bogor. Kepadatan penduduk dan rasio jenis kelamin 2020-2021. Bogor: BPS Kota Bogor; 2021.
20. Fajriyah I. Sistem informasi geografis faktor yang mempengaruhi jumlah kasus diare di Kabupaten Sidoarjo tahun 2019. *Preventif: Jurnal Kesehatan Masyarakat.* 2023;14(1):38–46.
21. Lee H, Kim D, Lee S, Fawcett J. The concepts of health inequality, disparities and equity in the era of population health. *Appl Nurs Res.* 2020 Dec;56:151367.