

Analisis Statistik Spasial Prevalensi Diabetes Melitus: Penerapan Indeks Moran dan LISA di Kapanewon Sleman Tahun 2020–2023

Zia Nur Madani¹, Muhammad Arif Fahrudin Alfana^{2*}, Ajeng Qonita Fadhilah³, Yasmine Amelia Rahmawatie⁴

^{1,2,3,4}Departemen Geografi Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 55281, Indonesia

*Corresponding Author: arif.fahrudin@ugm.ac.id



P-ISSN: 2986-4178
E-ISSN: 2988-4004

Riwayat Artikel

Dikirim: 22 Juli 2025
Direvisi: 07 Januari 2026
Diterima: 09 Januari 2026

ABSTRAK

Diabetes melitus merupakan penyakit tidak menular dengan prevalensi yang terus meningkat dan menunjukkan variasi antarwilayah, sehingga berpotensi menimbulkan ketimpangan spasial dalam beban penyakit dan pelayanan kesehatan. Penelitian ini bertujuan menganalisis perubahan temporal dan pola spasial prevalensi diabetes melitus di Kapanewon Sleman periode 2020–2023. Data yang digunakan meliputi jumlah kasus diabetes melitus rawat jalan yang diperoleh dari Puskesmas Sleman serta data jumlah penduduk per kelurahan untuk menghitung prevalensi tahunan. Analisis dilakukan secara deskriptif kuantitatif untuk mengkaji tren temporal, serta analisis statistik spasial menggunakan Indeks Moran global dan Local Indicators of Spatial Association (LISA). Hasil menunjukkan bahwa prevalensi diabetes melitus berfluktuasi, dengan tren meningkat pada 2020–2022 dan sedikit menurun pada 2023. Secara spasial, ditemukan autokorelasi spasial positif yang signifikan pada seluruh periode, yang mengindikasikan adanya pengelompokan wilayah berprevalensi tinggi. Pola ini diduga berkaitan dengan kesamaan karakteristik demografis dan akses layanan kesehatan antarwilayah yang berdekatan. Analisis LISA mengidentifikasi perubahan hotspot dan coldspot, terutama pada Kelurahan Trimulyo dan Tridadi.

Kata Kunci: analisis spasial, autokorelasi spasial, Indeks Moran, LISA, diabetes melitus

ABSTRACT

Diabetes mellitus is a non-communicable disease with increasing prevalence and spatial variation that may lead to disparities in disease burden and health services. This study examines temporal changes and spatial patterns of diabetes mellitus prevalence in Kapanewon Sleman during 2020–2023. The analysis uses outpatient diabetes mellitus case data from the Sleman Primary Health Center and population data by village to calculate annual prevalence rates. Temporal trends were analyzed descriptively, while spatial patterns were examined using Global Moran's I and Local Indicators of Spatial Association (LISA). The results show that diabetes mellitus prevalence fluctuated, increasing from 2020 to 2022 and slightly decreasing in 2023. Significant positive spatial autocorrelation was found in all years, indicating clustering of high-prevalence areas. This spatial pattern is likely related to similarities in demographic characteristics and access to health services across neighboring villages. LISA analysis identified changes in hotspot and coldspot patterns, particularly in Trimulyo and Tridadi villages.

Keywords:spatial analysis; spatial autocorrelation; Global Moran's, LISA; diabetes mellitus

1. Pendahuluan

Diabetes melitus merupakan gangguan metabolisme kronis yang ditandai oleh peningkatan kadar glukosa darah akibat gangguan fungsi insulin, dan telah menjadi tantangan kesehatan masyarakat global seiring dengan meningkatnya prevalensi penyakit tidak menular [1]. Pada tahun 2019, jumlah penderita diabetes di dunia diperkirakan mencapai 463 juta orang dan diproyeksikan meningkat sebesar 10,2% pada tahun 2030 menjadi sekitar 578 juta kasus [1]. Indonesia menempati peringkat kelima dunia dalam jumlah penderita diabetes, dengan sekitar 19,5 juta kasus, dan diperkirakan akan meningkat hingga 30 juta pada tahun 2030 apabila tidak terjadi perubahan gaya hidup masyarakat [2,3]. Di kawasan Asia Tenggara, Indonesia menjadi satu-satunya negara yang masuk dalam sepuluh besar dunia untuk prevalensi diabetes [2].

Pada tingkat nasional, Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) merupakan provinsi dengan prevalensi diabetes tertinggi kedua di Indonesia setelah DKI Jakarta [4]. Di dalam wilayah DIY, Kabupaten Sleman mencatat jumlah kasus diabetes tertinggi, yaitu sebesar 27.194 kasus pada tahun 2022 [5]. Pada skala yang lebih lokal, diabetes melitus di Kapanewon Sleman menempati peringkat keempat sebagai penyakit rawat jalan terbanyak, dengan jumlah kasus sebanyak 1.582 penderita pada tahun 2020. Namun demikian, hanya sekitar 37% penderita yang tercatat memperoleh layanan kesehatan sesuai standar [5]. Kondisi ini mengindikasikan masih adanya tantangan dalam penanganan diabetes melitus di tingkat lokal yang memerlukan perencanaan berbasis bukti dan wilayah.

Sejumlah penelitian dari 20 studi di Indonesia, China, Arab Saudi dan Spanyol menunjukkan bahwa prevalensi diabetes melitus bervariasi menurut waktu dan wilayah, serta dipengaruhi oleh faktor demografis, perilaku, dan lingkungan [6,7]. Variasi

prevalensi diabetes melitus antarwilayah tidak hanya mencerminkan perbedaan karakteristik penduduk, tetapi juga cenderung membentuk pola keterkaitan spasial, di mana wilayah dengan tingkat prevalensi tertentu berasosiasi dengan wilayah sekitarnya. Kondisi ini menghasilkan heterogenitas spasial dan pola pengelompokan kasus yang telah banyak dilaporkan dalam berbagai studi, termasuk di India dan beberapa negara lain [6], [7], [8]. Keberadaan pola spasial yang tidak acak tersebut menuntut penggunaan pendekatan analitis yang mampu menangkap hubungan antarwilayah secara eksplisit. Oleh karena itu, statistik spasial, khususnya Global Moran's I dan Local Indicators of Spatial Association (LISA), banyak digunakan untuk mengidentifikasi autokorelasi spasial serta kluster lokal pada berbagai fenomena kesehatan dan sosial ekonomi [9], [10], [11].

Namun, penelitian terkait diabetes melitus di Indonesia umumnya masih didominasi oleh pendekatan deskriptif non-spasial atau analisis spasial pada skala wilayah yang relatif luas, seperti provinsi atau kabupaten/kota, serta bersifat potret sesaat (*cross-sectional*). Kajian yang mengintegrasikan analisis statistik spasial pada skala mikro (kapanewon/kelurahan) dengan pendekatan temporal multi-tahun masih sangat terbatas. Selain itu, pemanfaatan metode LISA untuk mengidentifikasi dinamika perubahan kluster lokal diabetes melitus dari waktu ke waktu di tingkat pelayanan kesehatan primer belum banyak dilakukan.

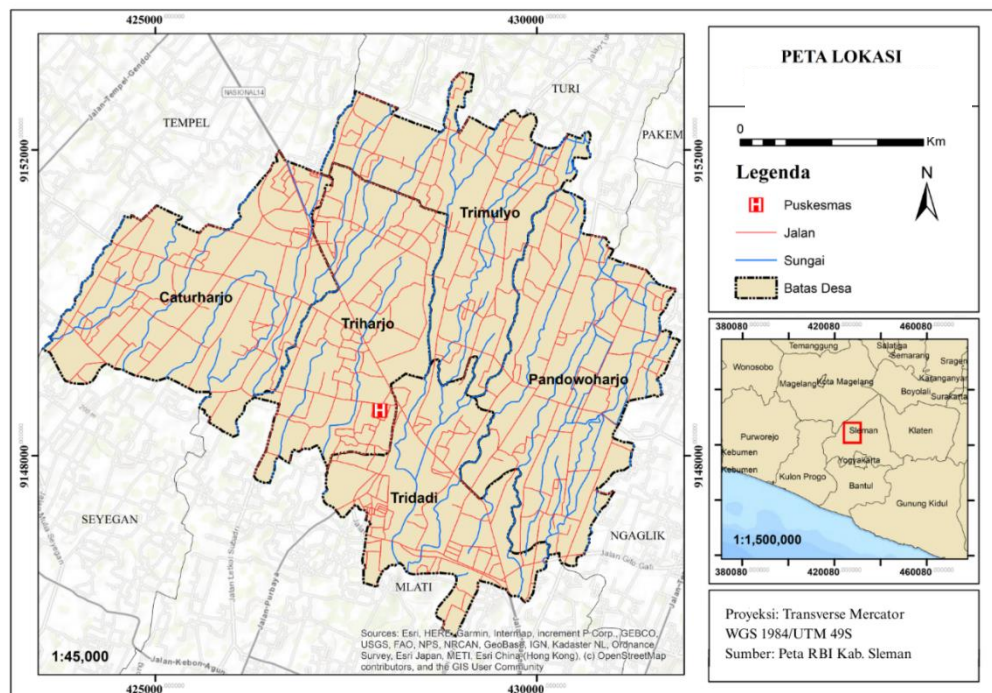
Berdasarkan celah penelitian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan temporal dan pola spasial prevalensi diabetes melitus di Kapanewon Sleman pada periode 2020–2023 menggunakan pendekatan statistik spasial. *Novelty* penelitian ini terletak pada penerapan analisis spasio-temporal berbasis Global Moran's I dan LISA pada skala kelurahan dan padukuhan secara multi-tahun, sehingga mampu mengungkap dinamika kluster lokal diabetes melitus secara lebih rinci. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar bukti ilmiah yang lebih kuat bagi perumusan kebijakan dan intervensi kesehatan berbasis wilayah di tingkat lokal.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kapanewon Sleman dengan data berupa jumlah penduduk di Kapanewon Sleman tahun 2020-2023, jumlah penderita diabetes melitus Kapanewon Sleman tahun 2020-2023, dan data koordinat tiap kelurahan di Kapanewon Sleman. Data jumlah penduduk tersebut didasarkan pada unit analisis kelurahan yang diperoleh dari akumulasi data kantor desa seluruh kelurahan tahun 2020-2023. Sementara itu, jumlah penderita diabetes melitus didapatkan dari hasil pencatatan oleh Puskesmas Sleman tahun 2020-2023. Terdapat pula pengambilan data titik koordinat tiap kelurahan sebagai bahan pengolahan autokorelasi spasial prevalensi diabetes melitus tahun 2020-2023. Data sekunder yang digunakan berupa jumlah penderita diabetes melitus tahun 2020-2023 yang didapatkan dari Puskesmas Sleman, kemudian akan diolah menjadi nilai prevalensi diabetes melitus. Pengolahan tersebut memerlukan data jumlah penduduk per kelurahan di Kapanewon Sleman sebagai unit analisis yang digunakan. Perhitungan nilai prevalensi diabetes melitus dilakukan dengan rumus berikut:

$$\text{Prevalensi DM} = \frac{\text{Jumlah Individu Terdiagnosis}}{\text{Total Jumlah Penduduk}} \times 100$$

[12]



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Pengolahan data dimulai dengan perhitungan perubahan prevalensi diabetes melitus di Kapanewon Sleman secara time series melalui Ms. Office Excel untuk menghasilkan tabel dan grafik. Pengolahan tersebut menggunakan data prevalensi diabetes melitus tahun 2020 hingga 2023 pada setiap kelurahan di Kapanewon Sleman sehingga diperoleh perubahan temporal prevalensi diabetes melitus per kelurahan. Perubahan prevalensi diabetes melitus tersebut diukur melalui adanya peningkatan, penurunan, ataupun kondisi tetap. Sementara itu, pola spasial diolah dengan metode autokorelasi spasial berupa Indeks Moran.

Indeks Moran merupakan pengukuran hubungan atau korelasi dari objek yang saling berdekatan [13]. Indeks Moran tersebut diolah dengan perangkat lunak R Studio yang merupakan salah satu metode autokorelasi spasial dengan koefisien pengukuran kedekatan dan kesamaan karakteristik objek di lokasi tersebut [12]. Indeks Moran (I) dihitung sebagai hasil bagi antara jumlah hasil kali bobot spasial (w_{ij}) dengan deviasi nilai pengamatan pada lokasi ke- i ($y_i - \bar{y}$) dan deviasi nilai pengamatan pada lokasi ke- j ($y_j - \bar{y}$), yang kemudian dikalikan dengan jumlah observasi (N), terhadap jumlah total bobot spasial (W) yang dikalikan dengan jumlah kuadrat deviasi nilai pengamatan dari rata-ratanya. [14]

Hasil dari Indeks Moran dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Autokorelasi spasial positif, menunjukkan kelompok yang berdekatan atau berhubungan secara spasial memiliki nilai yang sama
2. Autokorelasi spasial negatif, menunjukkan kelompok yang berdekatan atau berhubungan secara spasial memiliki nilai yang berbeda
3. Tidak ada autokorelasi spasial, umumnya ditunjukkan dengan pola yang menyebar secara acak [13]

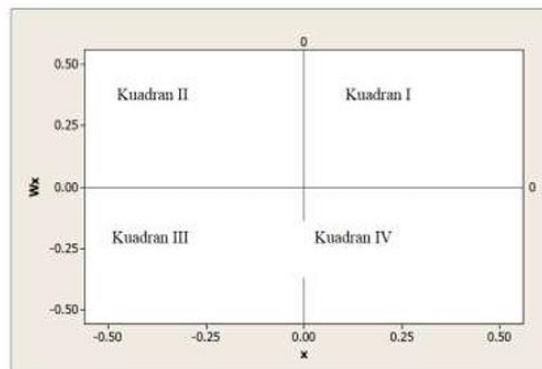
Setelah mendapatkan nilai Indeks Moran, dilakukan pengolahan dengan metode lanjutan dari Indeks Moran berupa Local Indicators of Spatial Association (LISA). Metode Local Moran's I atau LISA digunakan untuk mengidentifikasi secara spesifik (lokal) dari autokorelasi spasial prevalensi diabetes melitus yang menghasilkan kluster positif dan outlier spasial [15].

Uji terhadap parameter I_i dilakukan dengan hipotesis.

$H_0 : I_i = 0$ (tidak ada autokorelasi spasial)

$H_1 : I_i \neq 0$ (ada autokorelasi spasial)

[9]



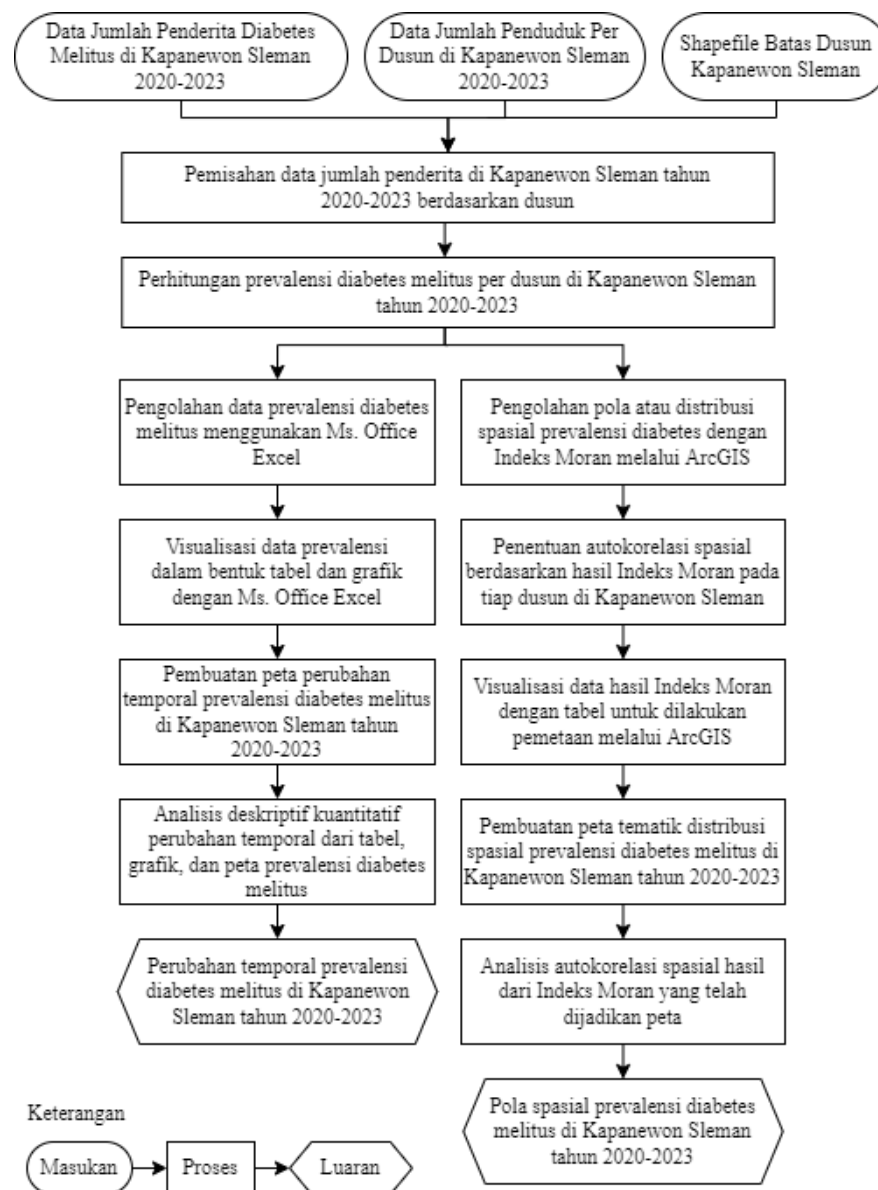
[10]

Berdasarkan Anselin pada 2024 [9], lima klasifikasi hasil dari pengolahan Local Moran's atau LISA meliputi :

Kuadran	Klasifikasi	Interpretasi
I	High-High (Hot-Spots)	Nilai tinggi dikelilingi oleh daerah nilai tinggi
II	Low-High	Nilai rendah dikelilingi oleh daerah nilai tinggi
III	Low-Low (Cold-Spots)	Nilai rendah dikelilingi oleh daerah nilai rendah
IV	High-Low	Nilai tinggi dikelilingi oleh daerah nilai rendah
-	Not Significant	Daerah dengan pola spasial tidak signifikan

Perubahan temporal prevalensi diabetes melitus dengan analisis deskriptif kuantitatif berupa penggambaran data penelitian yang telah diolah. Analisis ini digunakan untuk mengetahui perubahan temporal prevalensi diabetes melitus dalam kurun waktu 4 tahun yaitu tahun 2020 hingga 2023. Data tersebut disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan peta tematik untuk mendapatkan gambaran analisis yang mudah dipahami dan kompleks. Analisis deskriptif kuantitatif yang dilakukan pada rentang 4 tahun tersebut dimaksudkan untuk mengetahui perubahan temporal yang terjadi. Sementara itu, Autokorelasi spasial merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mengetahui nilai dari suatu variabel yang bergantung pada nilai variabel pada lokasi lain yang berdekatan [16]. Salah satu analisis dalam autokorelasi spasial yaitu Indeks Moran atau Morans'I pada perangkat lunak R Studio. Metode LISA sebagai pengolahan lanjutan dari Indeks Moran menghasilkan klusterisasi dari prevalensi diabetes melitus. Local Moran's I (LISA) tersebut mengidentifikasi pola spasial secara lokal atau spesifik [11]. Metode lanjutan tersebut menghasilkan analisis spasial melalui visualisasi *Local Moran Cluster Map* yang diperoleh melalui pengolahan pada software R Studio. Hasil tersebut akan menunjukkan pola spasial

dari prevalensi diabetes yang dapat digunakan sebagai analisis mendalam terkait pola penderita dan layanan kesehatan yang harus ditingkatkan.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir penelitian yang terbagi berdasarkan tujuan penelitian. Penelitian ini diawali dengan tahap data pre-processing yang mengintegrasikan data statistik sektoral (jumlah penduduk dan penderita diabetes periode 2020-2023) dengan data geospasial berupa *shapefile* administrasi dan titik koordinat padukuhan di Kapanewon Sleman. Tahap selanjutnya adalah normalisasi data melalui penghitungan prevalensi diabetes per unit padukuhan dengan *software* R Studio sebagai dasar analisis utama yang dilakukan secara komplementer: (1) Analisis Temporal, yang berfokus pada identifikasi fluktuasi dan tren perubahan prevalensi melalui tabulasi serta visualisasi grafis; dan (2) Analisis Statistik Spasial, yang melibatkan konstruksi *spatial weight matrix* untuk mengukur Global Moran's I guna mengetahui autokorelasi spasial menyeluruh, serta metode Local Indicator of Spatial Association (LISA) untuk memetakan klasterisasi lokal secara spesifik (klaster *High-High*,

Low-Low, dan *outlier*). Seluruh hasil kemudian disintesis melalui teknik kartografi tematik untuk menghasilkan analisis spasio-temporal yang komprehensif mengenai pola sebaran dan dinamika prevalensi diabetes melitus di wilayah penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Tren Prevalensi Diabetes Melitus

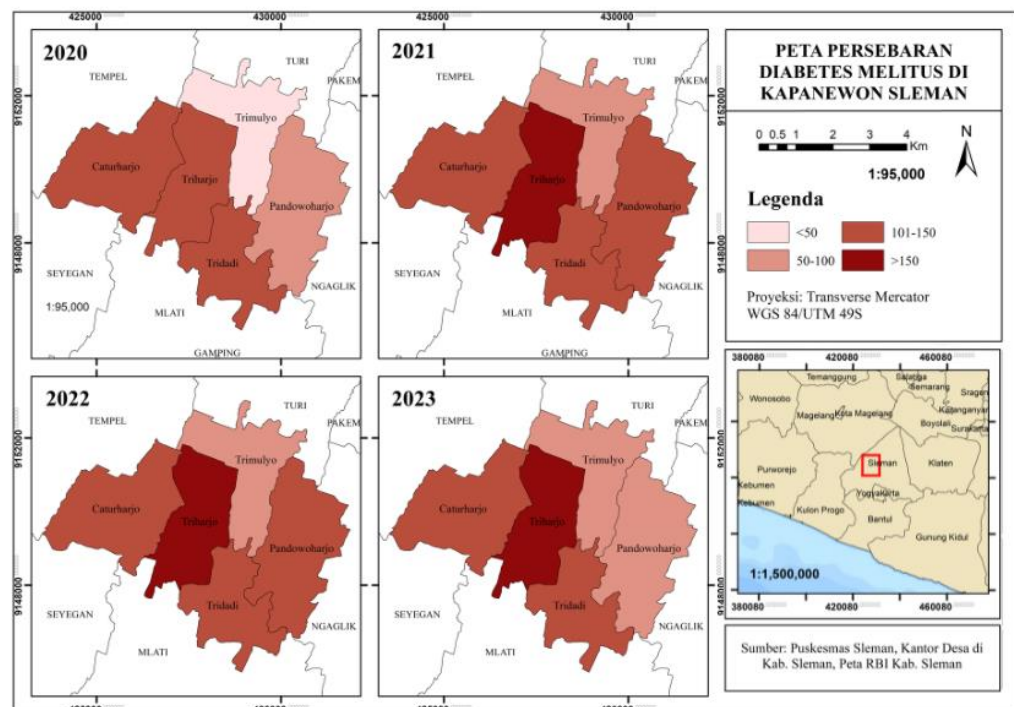
Prevalensi diabetes melitus di Kapanewon Sleman selama periode 2020–2023 menunjukkan dinamika yang berfluktuasi antarwilayah. Analisis dilakukan pada unit padukuhan dan desa/kelurahan, dengan jumlah kasus diabetes melitus sebagai komponen utama dalam perhitungan prevalensi. Tabel 1 memperlihatkan bahwa jumlah kasus diabetes melitus mengalami peningkatan dari tahun 2020 hingga 2022, kemudian menurun pada tahun 2023. Secara spasial, fluktuasi jumlah kasus tersebut tidak terjadi secara seragam antar kelurahan, yang mengindikasikan adanya perbedaan dinamika penyakit di tingkat lokal.

Tabel 1. Jumlah Kasus Diabetes Melitus di Kapanewon Sleman Tahun 2020-2023

Desa/Kelurahan	2020	2021	2022	2023
Caturharjo	104	132	130	122
Triharjo	131	181	181	165
Tridadi	106	145	144	110
Pandowoharjo	58	104	109	93
Trimulyo	47	66	80	61
Total	446	628	644	551

Sumber: Puskesmas Sleman (2020-2023)

Dalam kurun waktu tiga tahun antara tahun 2020 hingga 2022, jumlah kasus mengalami kenaikan dengan kenaikan tertinggi pada tahun 2021. Namun, terjadi penurunan pada tahun 2023 sebanyak 93 penderita. Sementara itu, jika ditinjau dalam unit kelurahan, terdapat tiga kelurahan dengan jumlah lebih dari 100 kasus setiap tahunnya yaitu Kelurahan Caturharjo, Triharjo, dan Tridadi. Berdasarkan data jumlah kasus tersebut, dapat dilakukan visualisasi data melalui peta persebaran jumlah kasus diabetes melitus yang disajikan pada Gambar 3. Peta tersebut dapat memberikan gambaran secara lebih jelas terkait perubahannya secara temporal. Peta persebaran jumlah kasus diabetes melitus (Gambar 3) menghasilkan empat klasifikasi jumlah kasus yaitu 150. Sebaran jumlah kasus pada tahun 2020 didominasi oleh jumlah kasus antara 101-150 yaitu pada Kelurahan Caturharjo, Triharjo, dan Tridadi. Sementara itu, tahun 2021 dan 2022 memiliki pola yang serupa, sedangkan tahun 2023 mengalami perubahan pada Kelurahan Pandowoharjo yang jumlah kasusnya menurun. Penurunan tersebut juga terjadi di seluruh kelurahan pada tahun 2023.



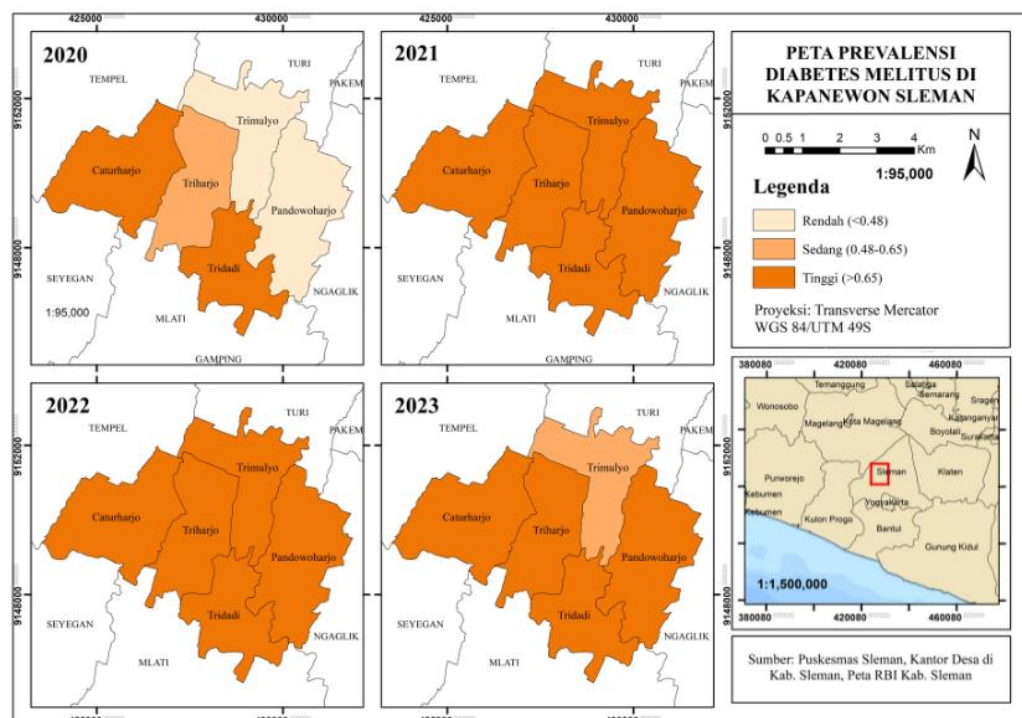
Gambar 3. Peta Persebaran Jumlah Kasus Diabetes Melitus

Jumlah kasus diabetes melitus sendiri menjadi salah satu indikator penentu besarnya prevalensi di suatu wilayah. Prevalensi diabetes melitus tidak hanya menghitung jumlah kasusnya saja, tetapi juga jumlah penduduk di suatu wilayah [7]. Prevalensi diabetes melitus di Kapanewon Sleman secara akumulasi mengalami peningkatan fluktuatif atau dapat dikatakan ada kenaikan dan penurunan, tetapi tren umumnya naik. Berdasarkan Tabel 2 berikut, prevalensi 59 diabetes melitus di Kapanewon Sleman tahun 2020 sebesar 0,62% yang memiliki makna bahwa 62 dari 10.000 penduduk mengalami diabetes melitus. Dalam unit desa/kelurahan, tren prevalensi diabetes melitus memiliki perbedaan yang dipengaruhi dari jumlah kasusnya sendiri maupun perubahan jumlah penduduk. Prevalensi diabetes melitus di Kelurahan Caturharjo, Triharjo, dan Tridadi termasuk tinggi di antara kelurahan lainnya yaitu di atas 0,60%. Angka tersebut dapat diartikan bahwa terdapat lebih dari 60 kasus dari 10.000 penduduk setiap tahunnya. Sementara itu, dua kelurahan lainnya yaitu Kelurahan Pandowoharjo dan Trimulyo memiliki prevalensi diabetes melitus yang cukup rendah pada tahun 2020 yaitu sebesar 0,47% dan 0,49%. Meskipun keduanya terus mengalami peningkatan hingga tahun 2022, tetapi peningkatan yang terjadi di Kelurahan Pandowoharjo pada tahun 2021 hampir dua kali lipat.

Tabel 2. Prevalensi Diabetes Melitus di Kapanewon Sleman

Desa/Kelurahan	2020	2021	2022	2023
Caturharjo	0,70	0,88	0,86	0,80
Triharjo	0,66	0,90	0,90	0,90
Tridadi	0,72	0,97	0,98	0,76
Pandowoharjo	0,47	0,84	0,87	0,73
Trimulyo	0,49	0,68	0,82	0,62
Kec. Sleman	0,62	0,87	0,89	0,78

Prevalensi diabetes melitus di Kapanewon Sleman pada tahun 2020-2023 tidak melebihi angka 1% atau tidak melebihi 100 kasus dari setiap 10.000 penduduk. Tren prevalensi diabetes melitus bervariasi pada tiap kelurahan di Kapanewon Sleman. Tren peningkatan fluktuatif terjadi di Kelurahan Tridadi, Pandowoharjo, dan Trimulyo, sedangkan Kelurahan Triharjo mengalami tren stagnan setelah perubahan pada tahun 2021, dan Kelurahan Caturharjo mengalami tren penurunan fluktuatif. Tren stagnan setelah perubahan yang terjadi di Kelurahan Triharjo ditunjukkan dengan perubahan pada tahun 2021 yang mengalami peningkatan, kemudian stagnan hingga tahun 2023. Kelurahan Kelurahan Tridadi, Pandowoharjo, dan Trimulyo memiliki tren peningkatan fluktuatif yang artinya dominan mengalami peningkatan tahun 2020 hingga 2022, meskipun ada penurunan pada tahun 2023. Sementara itu, Kelurahan Caturharjo dengan tren yang berbeda yaitu penurunan fluktuatif terjadi akibat kenaikan pada tahun 2021 dan selanjutnya mengalami penurunan hingga 2023. Dengan itu, dapat dikatakan bahwa Kelurahan Caturharjo secara umum trennya menurun.



Gambar 4. Peta Klasifikasi Prevalensi Diabetes Melitus

Berdasarkan Gambar 4, klasifikasi prevalensi diabetes melitus ke dalam kategori rendah, sedang, dan tinggi ditentukan menggunakan metode interval alami (natural breaks/Jenks), yang bertujuan memaksimalkan perbedaan antar kelas dan meminimalkan variasi di dalam kelas berdasarkan distribusi data prevalensi setiap tahun. Pada tahun 2020, terdapat dua kelurahan, yaitu Caturharjo dan Tridadi, yang termasuk dalam kategori prevalensi tinggi, sementara Kelurahan Triharjo berada pada kategori sedang, serta Kelurahan Trimulyo dan Pandowoharjo termasuk dalam kategori rendah. Pada tahun 2021 dan 2022, pola prevalensi menunjukkan keseragaman, di mana seluruh kelurahan masuk dalam kategori prevalensi tinggi dengan nilai di atas 0,65%. Perubahan kembali terjadi pada tahun 2023, ketika Kelurahan Trimulyo bergeser dari kategori tinggi ke kategori sedang, dengan nilai prevalensi berada pada kisaran 0,48–0,65%. Visualisasi spasial

melalui peta prevalensi ini memudahkan identifikasi dinamika perubahan prevalensi diabetes melitus antarwilayah dari waktu ke waktu.

Perubahan prevalensi diabetes melitus yang terjadi di Kapanewon Sleman terjadi karena beberapa faktor dari parameter penentu prevalensi. Parameter penentu prevalensi diabetes melitus yaitu jumlah kasus diabetes melitus dan jumlah penduduk di wilayah penelitian [3]. Jumlah kasus diabetes melitus tentunya akan berbeda setiap waktu akibat faktor manusia itu sendiri. Faktor risiko diabetes melitus yang ditimbulkan dapat berkontribusi terhadap kejadian diabetes melitus yang juga berdampak pada nilai prevalensinya di suatu wilayah. Faktor risiko yang mempengaruhi kejadian diabetes melitus dibagi menjadi faktor risiko yang tidak dapat dimodifikasi meliputi riwayat keluarga dan usia; faktor risiko yang bisa dimodifikasi meliputi berat badan berlebih, kurangnya aktivitas fisik, hipertensi, dislipidemia, dan diet tak sehat; serta faktor lain seperti pasien sindrom metabolik dan pasien dengan riwayat penyakit kardiovaskular [18].

3.2. Pola Spasial Prevalensi Diabetes Melitus

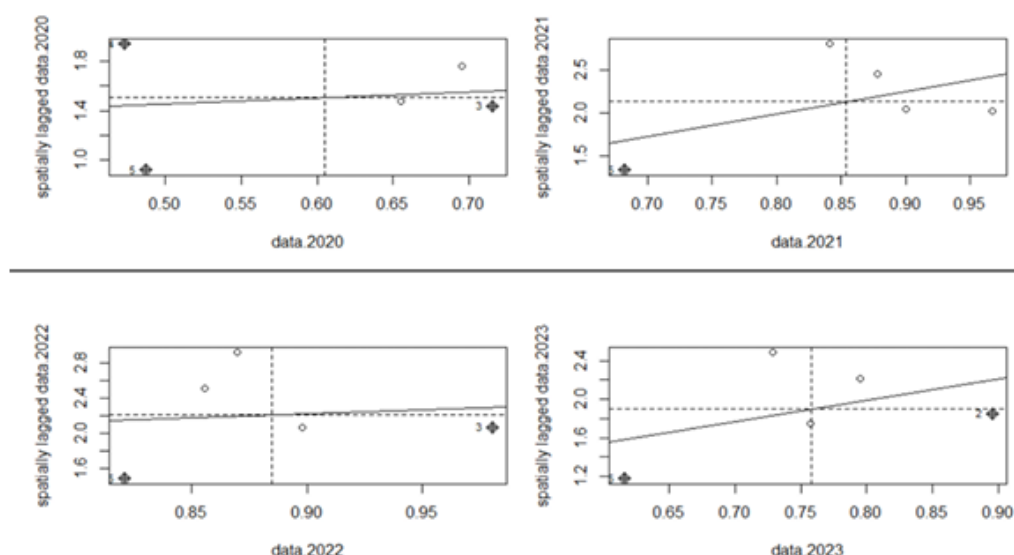
Pola spasial dalam penelitian ini merupakan salah satu analisis yang digunakan untuk memahami distribusi prevalensi diabetes melitus di Kapanewon Sleman. Metode yang digunakan dalam penentuan pola spasial ini yaitu autokorelasi spasial dengan *Moran's I* atau Indeks Moran dan *Local Indicators of Spatial Association* (LISA). Metode tersebut cukup umum digunakan dalam analisis spasial prevalensi suatu penyakit seperti kanker, sklerosis, dan diabetes untuk mengetahui adanya pengaruh geografis [19]. Autokorelasi spasial prevalensi diabetes melitus dalam penelitian ini dilakukan menurut kelurahan dan padukuhan. Hasil Indeks Moran menurut kelurahan di Kapanewon Sleman dari tahun 2020-2023 yang serupa yaitu autokorelasi spasial positif signifikan atau memiliki pola mengelompok. Makna dari autokorelasi spasial positif tersebut yaitu wilayah penelitian memiliki karakteristik prevalensi diabetes melitus yang serupa antar wilayahnya. Kondisi tersebut sejalan dengan penelitian Natalia (2025) bahwa terdapat autokorelasi spasial diabetes melitus pada seluruh kab/kota di Pulau Jawa, khususnya Provinsi DIY yang memiliki persentase proporsi diabetes melitus tertinggi [20]. Penelitian lainnya di India [8] juga menunjukkan hal serupa 71 bahwa terdapat autokorelasi spasial positif signifikan yang menandakan klaster regional.

Tabel 3. Univariat Indeks Moran Prevalensi Diabetes Melitus

Tahun	Indeks Moran	Ekspektasi	Variansi	Z-score	p-value	Klasifikasi
2020	0,30	-0,25	0,006	7,1	6,30E-13	Mengelompok
2021	0,38	-0,25	0,006	8,09	3,10E-16	Mengelompok
2022	0,35	-0,25	0,006	7,71	6,40E-15	Mengelompok
2023	0,38	-0,25	0,006	8,18	<2.2E-16	Mengelompok

Gambar 5 berikut merupakan scatter plot Indeks Moran prevalensi diabetes melitus di Kapanewon Sleman menurut kelurahan. Titik pada scatter plot tersebut merupakan wilayah analisis yang tersebar pada 4 titik kuadran. Hasil autokorelasi spasial positif tersebut didapatkan melalui kemiringan garis regresi pada grafik. Hal tersebut konsisten dengan penelitian di India [8] dan di China [21] yang memiliki garis regresi kemiringan positif sehingga menghasilkan autokorelasi spasial positif atau pola yang mengelompok. Sumbu X dari scatter plot tersebut merupakan nilai asli jumlah kasus diabetes melitus, sedangkan sumbu Y merupakan rata-rata tertimbang dari nilai variabel tetangga [21].

Tren perubahan kekuatan pengelompokan dari prevalensi diabetes melitus di Kapanewon Sleman menunjukkan tren fluktuatif. Hal tersebut ditunjukkan dengan perubahan nilai Indeks Moran yang meningkat pada tahun 2021, kemudian menurun pada tahun 2022, dan pada akhirnya meningkat kembali tahun 2023. Peningkatan kekuatan pengelompokan pada tahun 2021 dan 2023 menunjukkan bahwa wilayah dengan prevalensi diabetes melitus tinggi semakin memiliki kecenderungan berdekatan dengan wilayah yang prevalensinya tinggi pula. Begitupun sebaliknya, penurunan kekuatan pengelompokan menunjukkan wilayah dengan prevalensi diabetes melitus tinggi memiliki kecenderungan yang berkurang kedekatannya dengan wilayah yang prevalensinya tinggi. Autokorelasi spasial prevalensi diabetes melitus juga dilakukan dalam unit padukuhan untuk mengetahui secara lebih detail pola spasial yang ada di wilayah tersebut. Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat autokorelasi spasial positif yang signifikan atau terdapat pengelompokan pada seluruh tahun. Nilai Indeks Moran tertinggi pada tahun 2020 sebesar 0,42 kemudian mengalami penurunan hingga 73 tahun 2022 menjadi 0,34 dan pada akhirnya meningkat menjadi 0,35 pada tahun 2023. Pengolahan autokorelasi spasial pada unit kelurahan memiliki hasil yang berbeda dengan unit padukuhan. Hal tersebut dipengaruhi oleh jumlah titik pengukuran (lokasi) yang digunakan.

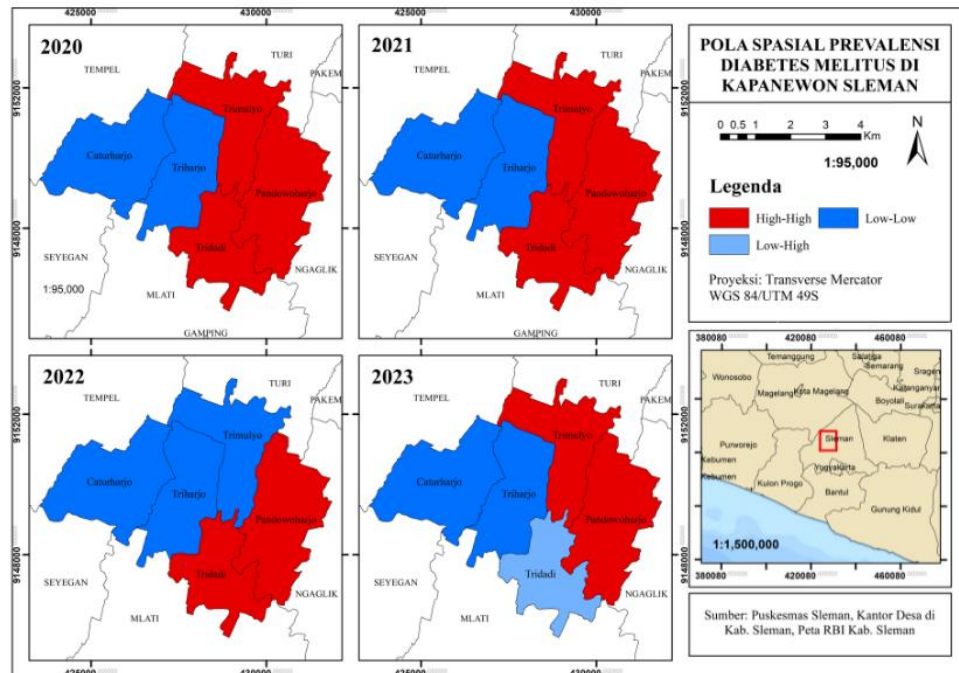


Gambar 5. Scatter Plot Indeks Moran

Peta kluster yang dapat dihasilkan dari metode LISA mencakup unit kelurahan seperti pada Gambar 6. Peta kluster tersebut diklasifikasikan berdasarkan 5 kluster yaitu *Not Significant* yang artinya pola spasial tidak signifikan pada wilayah penelitian. Kluster *High-High* menunjukkan prevalensi diabetes melitus yang tinggi pada wilayah yang memiliki pola spasial signifikan secara statistik, sedangkan kluster *Low-Low* menunjukkan prevalensi diabetes melitus yang rendah pada wilayah yang memiliki pola spasial yang signifikan secara statistik. Kluster *Low-High* artinya wilayah dengan prevalensi diabetes melitus rendah dikelilingi oleh wilayah dengan prevalensi diabetes melitus tinggi. Begitupun sebaliknya, ketika wilayah dengan prevalensi diabetes melitus tinggi dikelilingi oleh wilayah dengan prevalensi diabetes melitus rendah akan menghasilkan kluster *High-Low*.

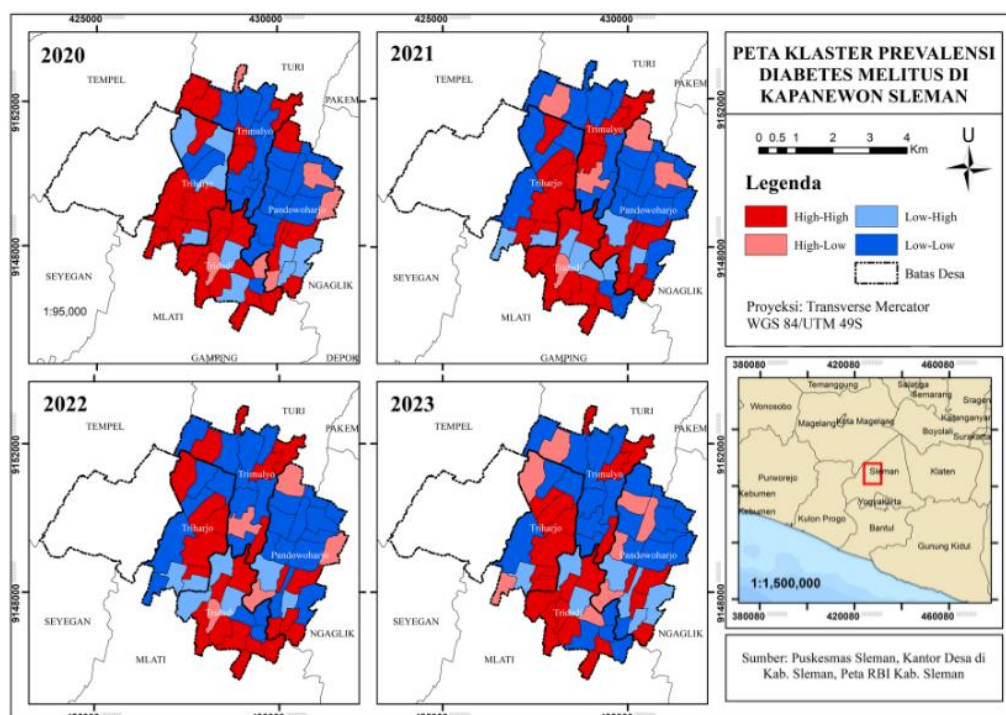
Peta kluster pada Gambar 6 mendeteksi wilayah hotspot atau kluster High High yaitu Kelurahan Trimulyo, Pandowoharjo, dan Tridadi pada tahun 2020 dan 2021. Sementara itu, pada tahun 2022 tercatat Kelurahan Pandowoharjo dan Tridadi, serta tahun

2023 Kelurahan Pandowoharjo dan Trimulyo sebagai klaster *High-High*. Wilayah *coldspot* atau klaster *Low-Low* terdeteksi pada Kelurahan Caturharjo dan Triharjo secara konsisten dari tahun 2020-2023. Sementara itu, pada tahun 2022 Kelurahan Trimulyo juga tercatat sebagai klaster *coldspot*. Klaster *Low-High* ditemukan di Kelurahan Tridadi pada tahun 2023 yang menandakan wilayah tersebut memiliki prevalensi diabetes melitus rendah dan dikelilingi oleh wilayah dengan prevalensi diabetes melitus tinggi.



Gambar 6. Peta Klaster LISA Prevalensi Diabetes Melitus

Dalam unit analisis padukuhan, metode LISA digunakan untuk mengetahui klaster lokal dari prevalensi diabetes melitus yang menghasilkan 4 kategori klaster yaitu *hotspot* atau *High-High*, *coldspot* atau *Low-Low*, *High-Low*, dan *Low-High*. Gambar 7 berikut menunjukkan tren atau perubahan jumlah padukuhan per kategori klaster LISA. Klaster *High-High* atau *hotspot* mempunyai tren kenaikan dari tahun 2020 hingga 2023. Kondisi tersebut menggambarkan pengelompokan klaster dengan prevalensi tinggi yang dikelilingi oleh padukuhan dengan prevalensi yang tinggi pula. Hal tersebut dapat menjadi pertimbangan dan landasan penentuan intervensi kesehatan masyarakat di wilayah dengan klaster *hotspot*.



Gambar 7. Peta Kluster LISA Padukuhan

Sementara itu, implikasi dari peningkatan jumlah padukuhan yang termasuk ke dalam kluster *High-High* atau *hotspot* yaitu adanya tren penurunan kluster *Low-Low* atau *coldspot*. Penurunan kluster *coldspot* tersebut menjadi perhatian serius bagi pemerintah terkait untuk tetap menjaga atau memastikan pengelolaan diabetes melitus dapat terkendali. Kluster *Low-High* dan *High-Low* menunjukkan tren penurunan dari tahun 2021 hingga 2023 yang mengindikasikan adanya ketidakseragaman prevalensi diabetes melitus yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti tidak meratanya intervensi kesehatan.

Dapat dikatakan bahwa metode LISA dengan data prevalensi diabetes melitus yang digunakan dalam penelitian ini lebih relevan dengan analisis terkait intervensi kesehatan masyarakat meskipun terdapat keterbatasan data pada salah satu kelurahan. Pola pengelompokan spasial secara lokal ini dapat menjadi acuan atau landasan dalam penentuan intervensi kesehatan baik dalam unit kelurahan maupun padukuhan sehingga program yang diterapkan dapat tepat sasaran. Melalui penelitian dalam skala kecil ini, diharapkan intervensi kesehatan dapat menjangkau wilayah kluster *hotspot* sesuai dengan hasil analisis spasial. Unit analisis kecamatan yang digunakan dalam penelitian ini juga dapat menjadi landasan langsung bagi fasilitas kesehatan rujukan pertama yaitu puskesmas dalam penanganan diabetes melitus. Selanjutnya, monitoring dan evaluasi secara berkelanjutan menjadi kunci utama dalam penilaian efektivitas intervensi yang telah dilakukan.

Metode LISA dengan data prevalensi diabetes melitus dalam penelitian ini terbukti relevan untuk mendukung analisis intervensi kesehatan masyarakat berbasis wilayah, meskipun masih terdapat keterbatasan data pada salah satu kelurahan. Pola pengelompokan spasial lokal yang teridentifikasi dapat digunakan sebagai dasar penentuan prioritas intervensi, baik pada skala kelurahan maupun padukuhan, sehingga program pencegahan dan pengendalian diabetes melitus dapat lebih tepat sasaran. Mengingat penelitian ini masih bersifat deskriptif spasio-temporal, penelitian selanjutnya disarankan

untuk mengembangkan pendekatan analitis yang lebih inferensial, seperti regresi spasial atau Geographically Weighted Regression (GWR), guna mengidentifikasi faktor-faktor sosiodemografis, lingkungan, dan akses layanan kesehatan yang memengaruhi pembentukan kluster hotspot. Selain itu, penggunaan data dengan resolusi temporal yang lebih tinggi (misalnya bulanan) serta integrasi indikator aksesibilitas fasilitas kesehatan dan kepatuhan berobat dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai dinamika prevalensi diabetes melitus di tingkat lokal. Dengan pengembangan tersebut, hasil analisis spasial tidak hanya berfungsi sebagai alat pemetaan, tetapi juga sebagai dasar perumusan strategi intervensi dan evaluasi kinerja layanan kesehatan primer, khususnya puskesmas.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa prevalensi diabetes melitus di Kapanewon Sleman selama periode 2020–2023 mengalami perubahan temporal dengan pola fluktuatif, meningkat pada 2020–2022 dan menurun pada 2023. Secara spasial, hasil analisis Moran's I mengindikasikan adanya autokorelasi spasial positif, yang berarti prevalensi cenderung membentuk pengelompokan antarwilayah. Uji LISA lebih lanjut berhasil mengidentifikasi kluster-kluster lokal berupa hotspot (wilayah dengan prevalensi tinggi) maupun coldspot (wilayah dengan prevalensi rendah) pada unit kelurahan dan padukuhan. Pola spasial-temporal ini menjadi bukti bahwa distribusi kasus diabetes melitus tidak acak, melainkan terpengaruh oleh kondisi lingkungan sosial dan demografi setempat. Temuan ini menunjukkan pentingnya pemanfaatan analisis statistik spasial sebagai pendekatan berbasis data untuk memahami dinamika penyakit tidak menular di tingkat lokal.

Berdasarkan hasil tersebut, pemerintah daerah dan pemangku kepentingan di bidang kesehatan disarankan untuk memperkuat kualitas pencatatan dan pelaporan kasus secara detail hingga tingkat kelurahan atau padukuhan, sehingga data yang diperoleh lebih akurat untuk keperluan pemantauan. Selain itu, program intervensi kesehatan yang lebih intensif perlu difokuskan pada wilayah-wilayah hotspot dengan prevalensi tinggi, sambil tetap memperhatikan potensi peningkatan kasus di wilayah coldspot. Upaya promotif-preventif melalui edukasi masyarakat mengenai gaya hidup sehat dan deteksi dini juga perlu ditingkatkan secara berkelanjutan untuk menekan risiko jangka panjang. Dengan langkah-langkah tersebut, kebijakan kesehatan yang disusun akan lebih tepat sasaran, efektif, dan responsif terhadap dinamika spasial dan temporal prevalensi diabetes melitus.

5. Daftar Pustaka

- [1] P. Saeedi *et al.*, "Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas," *Diabetes Res. Clin. Pract.*, vol. 157, p. 107843, 2019.
- [2] International Diabetes Federation, *IDF Diabetes Atlas: 10th Edition*. Brussels: International Diabetes Federation, 2021.
- [3] Kementerian Kesehatan RI, "Diabetes: Penderita di Indonesia bisa mencapai 30 juta orang pada tahun 2030," 2018. [Online]. Available: <https://p2ptm.kemkes.go.id>
- [4] Kementerian Kesehatan RI, *Laporan Survei Kesehatan Indonesia 2023*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2023.

- [5] Dinas Kesehatan Provinsi DIY, *Profil Kesehatan Provinsi DIY Tahun 2022*. DI Yogyakarta: Dinas Kesehatan Provinsi DIY, 2023.
- [6] S. Delfina, I. Carolita, and S. Habsah, "Analisis determinan faktor risiko kejadian diabetes mellitus tipe 2 pada usia produktif," *J. Kesehat. Tambusai*, vol. 2, no. 4, pp. 141–151, 2021.
- [7] A. Jangra, J. S. Malik, S. Singh, and N. Sharma, "Diabetes mellitus and its socio-demographic determinants: A population-based study from a rural block of Haryana," *Int. J. Adv. Med.*, vol. 6, no. 1, pp. 30–34, 2019, doi: 10.18203/2349-3933.IJAM20190106.
- [8] K. Ghosh, P. Dhillon, and G. Agrawal, "Prevalence and detecting spatial clustering of diabetes at the district level in India," *J. Public Health*, vol. 28, pp. 535–545, 2020, doi: 10.1007/S10389-019-01072-6.
- [9] L. Anselin, *An Introduction to Spatial Data Science with GeoDa: Volume 1: Exploring Spatial Data*. Chapman and Hall/CRC, 2024.
- [10] R. D. Bakti, "Autokorelasi spasial untuk identifikasi pola hubungan kemiskinan di Jawa Timur," *ComTech*, vol. 3, no. 1, 2012, doi: 10.21512/comtech.v3i1.2404.
- [11] M. A. A. Pratama and M. R. Makful, "Autokorelasi spasial angka kematian neonatal di Provinsi Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Jawa Barat tahun 2022 dengan metode Moran's I dan Geary's C," *Media Publ. Promosi Kesehat. Indones.*, vol. 7, no. 4, pp. 907–912, 2024.
- [12] S. I. Lee, "Developing a bivariate spatial association measure: An integration of Pearson's r and Moran's I ," *J. Geogr. Syst.*, vol. 3, pp. 369–385, 2001.
- [13] A. P. Rahardhani, *Analisis Spasial Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi terhadap Tingkat Kemiskinan di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2015–2019*, Skripsi, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2021.
- [14] A. Mitchell, *The ESRI Guide to GIS Analysis*, vol. 2. California: ESRI Press, 2005.
- [15] Y. Krishnamoorthy *et al.*, "Spatial patterns and determinants of diabetes mellitus in Indian adult population: A secondary data analysis from nationally representative surveys," *Diabetes Ther.*, vol. 14, no. 1, pp. 63–75, 2023.
- [16] Y. M. Zhukov, "Applied spatial statistics in R: Spatial point processes, spatial data and basic visualization," *Statistics*, pp. 1–18, 2010.
- [17] E. D. Safire and P. Purnadi, "Pemodelan faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus diabetes melitus di Jawa Timur menggunakan geographically weighted generalized Poisson regression dan geographically weighted negative binomial regression," *Inferensi*, vol. 6, no. 1, pp. 1–14, 2023.
- [18] Perkeni, *Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa di Indonesia 2021*. Jakarta: PB PERKENI, 2021.
- [19] D. A. Setyawan, "Studi epidemiologi dengan pendekatan analisis spasial temporal pada kejadian demam berdarah dengue (DBD) di Kecamatan Masaran Kabupaten Sragen tahun 2016–2018," *Interest J. Ilmu Kesehat.*, vol. 8, no. 2, pp. 189–196, 2019.
- [20] A. Natalin, *Faktor Risiko dan Autokorelasi Spasial Diabetes Melitus Tipe 2 di Pulau Jawa (Analisis Data Survei Kesehatan Indonesia 2023)*, Skripsi, Universitas Jambi, 2025.
- [21] Z. Wang, W. Dong, and K. Yang, "Spatiotemporal analysis and risk assessment model research of diabetes among people over 45 years old in China," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 19, no. 16, p. 9861, 2022, doi: 10.3390/ijerph19169861.