

Analisis Spasial Kepadatan Penduduk dengan Penyebaran Demam Berdarah Dengue (DBD) di Wilayah Kota Banda Aceh

Zambruda Al Mabrura^{1*}, Farrah Fahdhienie², Irma Hamisah³

^{1,2,3}Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Aceh, Banda Aceh, Indonesia

Email: ^{1*}zamrudaalmabrura08@gmail.com, ²farrah.fahdhienie@gmail.com,

³nirma.hamisah@unmuha.ac.id

Abstract

Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) remains a significant public health challenge in Banda Aceh City, characterized by fluctuating annual case trends. Population density is heavily suspected of influencing transmission risk due to intense human interaction and vector presence. This ecological study aims to analyze the relationship between population density and DHF incidence, while identifying spatial distribution patterns and case clusters in Banda Aceh City from 2021 to 2025. Employing a quantitative descriptive-analytic design based on Geographic Information System (GIS), aggregate secondary data were analyzed using QGIS 3.34.11, SaTScan, GeoDa, and Google Earth software. The results revealed a total accumulation of 1,330 DHF cases, with the highest prevalence observed in males and the child-to-adolescent age groups. Statistical testing demonstrated no significant relationship between population density and DHF incidence ($p\text{-value} > 0.05$). However, spatial analysis confirmed the existence of dynamic annual case clustering, with several sub-districts identified as high-risk areas. In conclusion, although population density is not directly correlated, the distribution of DHF cases in Banda Aceh exhibits a distinct spatial clustering pattern. Consequently, DHF control efforts must be specifically targeted at high-risk cluster areas through a location-based intervention approach.

Keywords: Dengue Hemorrhagic Fever, Population Density, Spatial Analysis, Geographic Information System, Cluster.

Abstrak

Demam Berdarah Dengue (DBD) masih menjadi tantangan kesehatan masyarakat yang signifikan di Kota Banda Aceh dengan tren kasus tahunan yang fluktuatif. Kepadatan penduduk diduga kuat memengaruhi risiko transmisi akibat tingginya interaksi manusia dan keberadaan vektor penular. Penelitian studi ekologi ini bertujuan menganalisis hubungan antara kepadatan penduduk dengan kejadian DBD, sekaligus mengidentifikasi pola sebaran dan kluster kasus di Kota Banda Aceh tahun 2021–2025. Menggunakan desain kuantitatif deskriptif analitik berbasis Geographic Information System (GIS), data sekunder agregat dianalisis menggunakan perangkat lunak QGIS 3.34.11, SaTScan, GeoDa, dan Google Earth. Hasil penelitian menunjukkan total akumulasi kasus mencapai 1.330, dengan prevalensi tertinggi pada laki-laki serta kelompok usia anak dan remaja. Uji statistik membuktikan tidak ada hubungan signifikan antara kepadatan penduduk dan insidensi DBD ($p\text{-value} > 0,05$). Namun, analisis spasial mengonfirmasi adanya pengelompokan (cluster) kasus yang bersifat dinamis dengan beberapa kecamatan teridentifikasi sebagai area risiko tinggi. Disimpulkan bahwa meskipun kepadatan penduduk tidak berkorelasi langsung, pola persebaran kasus DBD di Banda Aceh bersifat mengelompok secara spasial. Implikasinya, upaya penanggulangan DBD perlu ditargetkan secara spesifik pada kluster wilayah berisiko tinggi melalui pendekatan intervensi berbasis kewilayahan.

Kata Kunci: Demam Berdarah Dengue, Kepadatan Penduduk, Analisis Spasial, Geographic Information System, Kluster.

1. PENDAHULUAN

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit yang disebabkan oleh infeksi virus dengue, yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*. Penyakit ini tetap menjadi masalah kesehatan yang signifikan di negara-negara dengan iklim tropis, di mana jumlah kasus dapat meningkat dengan cepat dan berpotensi menyebabkan epidemi. Penularan virus terjadi ketika nyamuk yang terinfeksi menggigit individu yang sudah terjangkit, kemudian menularkan virus tersebut melalui gigitan berikutnya. Gejala penyakit ini biasanya muncul dalam kurun waktu 4 hingga 10 hari setelah infeksi, dengan tanda-tanda termasuk demam tinggi mendadak, sakit kepala yang hebat, nyeri otot dan sendi, rasa nyeri di belakang mata, serta gejala mual, muntah, dan ruam kulit. Jika tidak ditangani dengan tepat, infeksi dapat berkembang menjadi fase yang lebih parah, yang ditandai dengan perdarahan dan risiko syok, berpotensi mengancam jiwa (WHO, 2024).

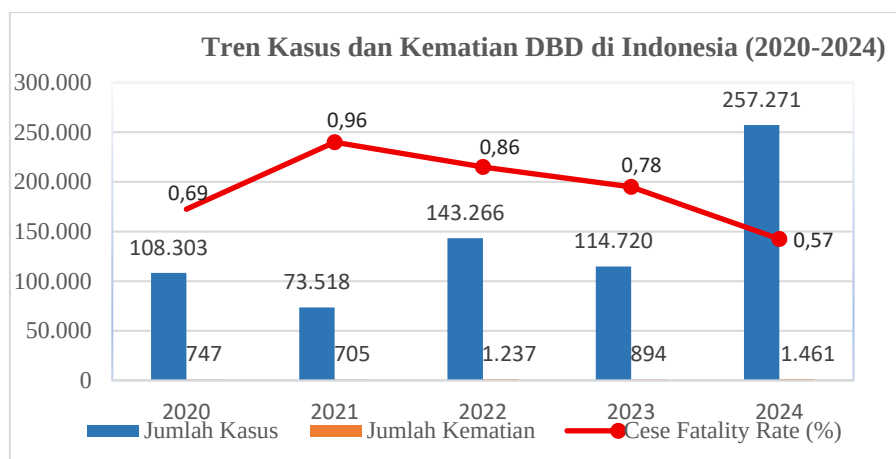
Penyebaran DBD sangat dipengaruhi oleh keberadaan nyamuk sebagai vektor utama, terutama di lingkungan yang mendukung perkembangbiakan nyamuk, seperti genangan air bersih di bak mandi, ember, atau wadah lainnya. Kondisi lingkungan yang kurang terjaga, curah hujan yang tinggi, suhu yang hangat, dan mobilitas penduduk yang tinggi dapat mempercepat peningkatan populasi nyamuk, sehingga meningkatkan risiko penularan di masyarakat. Karena DBD tidak dapat menular secara langsung antar manusia tanpa gigitan nyamuk, pencegahan harus difokuskan pada pengendalian vektor dan pengelolaan lingkungan untuk memutus siklus hidup nyamuk. Ini menegaskan pentingnya upaya promotif dan preventif agar penyebaran penyakit dapat diminimalisir dan angka kesakitan akibat DBD dapat berkurang (WHO, 2025).

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan masalah kesehatan global yang terus meningkat, pada tahun 2023 kasus DBD terbanyak terjadi di wilayah Amerika dengan 4,5 juta kasus dan 2.300 kematian. Di Asia, angka tertinggi tercatat di Vietnam 369.000 kasus, Bangladesh 321.000 kasus, Thailand 150.000 kasus, dan Malaysia 111.400 kasus. Secara global, lebih dari 3,9 miliar orang di 132 negara berisiko terinfeksi DBD, dengan sekitar 96 juta kasus bergejala klinis setiap tahunnya. Asia Tenggara menjadi kawasan dengan beban tertinggi, menyumbang sekitar 70% dari total kasus global. Penyebaran nyamuk *Aedes aegypti* vektor penular DBD, dipengaruhi oleh perubahan iklim, urbanisasi yang tidak terkendali, serta pertumbuhan penduduk yang pesat. WHO mencatat bahwa beban DBD paling besar menimpa masyarakat miskin di daerah tropis. Anak-anak dan masyarakat berpenghasilan rendah menjadi kelompok paling rentan akibat kepadatan hunian dan sanitasi buruk (WHO, 2024).

Berdasarkan laporan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Selama lima tahun terakhir, tren kasus DBD di Indonesia mengalami naik turun yang cukup signifikan. Pada tahun 2020, tercatat 108.303 kasus dengan 747 kematian sehingga menghasilkan CFR sebesar 0,69%. Tahun 2021, jumlah kasus menurun menjadi 73.518, tetapi angka kematian masih mencapai 705 kasus dengan CFR meningkat hingga 0,96%, melebihi target nasional 0,7%. Memasuki tahun 2022, kasus kembali melonjak menjadi 143.266 dengan 1.237 kematian, sementara CFR sedikit menurun menjadi 0,86%. Tren ini kembali mengalami penurunan pada tahun 2023 dengan 114.720 kasus dan 894 kematian, serta CFR turun ke angka 0,78% (Kemenkes RI, 2023).

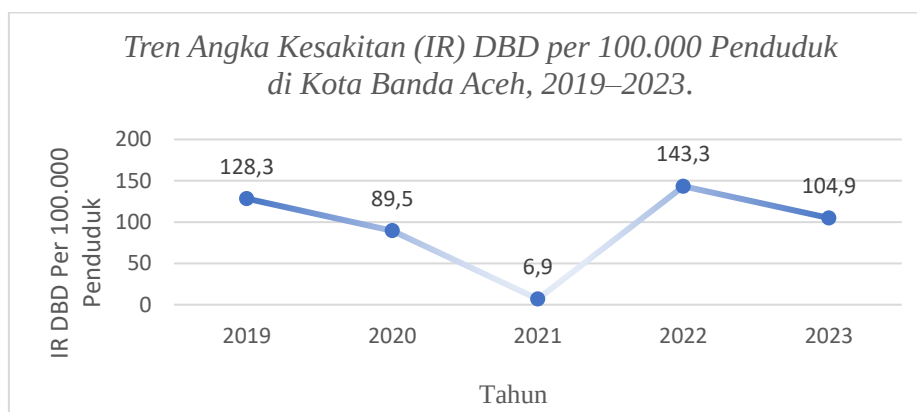
Puncak fluktuasi terlihat pada tahun 2024, ketika kasus meningkat tajam hingga mencapai 257.271 dengan 1.461 kematian. Namun, berbeda dari tahun-tahun sebelumnya, CFR justru menurun menjadi 0,57%, lebih rendah dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Kondisi ini menunjukkan adanya kemajuan dalam penatalaksanaan dan layanan kesehatan yang mampu menekan angka kematian, meskipun jumlah kasus secara

keseluruhan tetap sangat tinggi sehingga masih menjadi tantangan besar bagi pengendalian DBD di Indonesia (Kemenkes Ri, 2024).



Gambar 1. Tren Kasus dan Kematian DBD di Indonesia 2020-2024

Grafik menunjukkan tren kasus dan kematian DBD di Indonesia tahun 2020–2024. Kasus meningkat tajam pada 2024 (257.271 kasus, 1.461 kematian), namun CFR justru menurun dari 0,96% (2021) menjadi 0,57% (2024). Hal ini menandakan risiko kematian lebih rendah meski jumlah kasus meningkat (Kemenkes Ri, 2023). Fenomena serupa juga terjadi di Kota Banda Aceh. Angka kejadian DBD per 100.000 penduduk selama periode 2019–2023 menunjukkan pola yang tidak menentu. Pada tahun 2019, IR berada pada angka 128,3, kemudian menurun menjadi 89,5 di tahun 2020 dan mencapai titik terendah pada 2021 yaitu 6,9. Namun, pada 2022 terjadi peningkatan yang sangat tajam hingga mencapai 143,3, sebelum akhirnya kembali turun menjadi 104,9 pada tahun 2023. Fluktuasi ini menggambarkan bahwa dinamika kasus DBD di Kota Banda Aceh berubah secara signifikan dari tahun ke tahun (Dinkes Kota Banda Aceh, 2023).



Gambar 1 Tren Angka Kesakitan (IR) DBD per 100.000 Penduduk di Kota Banda Aceh, 2019–2023.

Tren menunjukkan fluktuasi signifikan selama lima tahun terakhir. Penurunan ekstrem pada 2021 diikuti lonjakan besar pada 2022, Pola ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat periode penurunan kasus, DBD tetap berpotensi menimbulkan lonjakan besar bila pengendalian tidak konsisten (Dinkes Kota Banda Aceh, 2023)

Peningkatan kasus DBD di tingkat global hingga lokal menunjukkan bahwa penyakit ini masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang serius. Di Indonesia, beban DBD tetap tinggi dengan pola kasus yang berfluktuasi dan angka kematian yang belum memenuhi target nasional. Di Banda Aceh, kondisi ini diperparah oleh rendahnya

persentase rumah bebas jentik yang baru mencapai 47,33%, jauh di bawah standar nasional 95%, sehingga meningkatkan risiko penularan DBD di masa mendatang (Yulidar, 2018). Rendahnya persentase rumah bebas jentik di Banda Aceh mengindikasikan bahwa penularan DBD tidak semata-mata disebabkan oleh keberadaan jentik nyamuk, tetapi juga dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, salah satunya kepadatan penduduk. Kepadatan yang tinggi dapat meningkatkan intensitas interaksi antara manusia dan nyamuk vektor, sehingga memperbesar risiko penularan penyakit (WHO, 2024).

Kepadatan penduduk menjadi salah satu faktor lingkungan yang berperan dalam meningkatnya risiko penularan DBD. Pada kawasan dengan jumlah penduduk yang besar, rumah-rumah biasanya berada dalam jarak yang dekat, aktivitas masyarakat lebih ramai, dan kesempatan terjadinya kontak antara manusia dan nyamuk *Aedes aegypti* juga semakin tinggi. Kondisi tersebut memungkinkan nyamuk berpindah dengan mudah antar rumah sehingga memicu penyebaran virus dengue secara lebih cepat di area berpenduduk padat. Temuan dari beberapa penelitian di Indonesia pun menunjukkan bahwa wilayah dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi cenderung memiliki insiden DBD lebih besar dibandingkan daerah yang penduduknya lebih rendah (Sintia and Hendrati, 2020). Hubungan antara kepadatan penduduk dan kejadian DBD dapat ditelaah melalui pendekatan analisis spasial guna mengidentifikasi pola persebaran kasus di suatu wilayah. Pola spasial yang membentuk klaster di beberapa kawasan Banda Aceh menunjukkan bahwa kondisi lingkungan setempat serta perilaku masyarakat masih menjadi kendala utama dalam upaya pengendalian DBD. Oleh karena itu, dibutuhkan strategi pengendalian yang lebih terarah dan berbasis data spasial agar intervensi dapat difokuskan pada wilayah-wilayah dengan tingkat risiko yang lebih tinggi (Suwardi *et al.*, 2019).

Beberapa penelitian sebelumnya telah memanfaatkan analisis spasial untuk mengkaji persebaran kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) di berbagai wilayah Indonesia. Pendekatan yang umum digunakan meliputi pemetaan menggunakan Geographic Information System (GIS), analisis autokorelasi spasial, serta identifikasi hubungan antara kejadian DBD dengan faktor lingkungan seperti curah hujan, suhu, kelembapan, kepadatan penduduk, dan penggunaan lahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kasus DBD cenderung membentuk pola mengelompok (cluster) pada wilayah dengan kepadatan penduduk tinggi serta kondisi lingkungan yang mendukung perkembangbiakan vektor, sehingga analisis spasial menjadi pendekatan yang penting dalam mendukung perencanaan program pengendalian penyakit (Suwardi *et al.*, 2019; Sintia & Hendrati, 2020; Ni Putu Isma Yuniar *et al.*, 2024).

Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut masih memiliki beberapa keterbatasan. Sebagian besar kajian hanya menggunakan satu metode analisis spasial atau berfokus pada pemetaan distribusi kasus tanpa mengombinasikan analisis autokorelasi spasial dengan metode deteksi klaster yang lebih komprehensif. Selain itu, mayoritas penelitian masih menggunakan data sekunder pada periode waktu tertentu tanpa mengevaluasi pola spasial secara berkelanjutan dalam rentang beberapa tahun, sehingga perubahan pola penyebaran DBD dari waktu ke waktu belum dapat dijelaskan secara optimal. Penelitian sebelumnya juga belum banyak mengintegrasikan pendekatan autokorelasi spasial menggunakan GeoDa dengan Spatial Scan Statistics (SaTScan) untuk mengidentifikasi hotspot maupun coldspot DBD secara lebih akurat, khususnya di Kota Banda Aceh (Indirawati & Slamet, 2021; Ni Putu Isma Yuniar *et al.*, 2024).

Berdasarkan kesenjangan penelitian tersebut, penelitian ini menawarkan kebaruan (novelty) berupa penggunaan kombinasi analisis autokorelasi spasial menggunakan GeoDa dan Spatial Scan Statistics (SaTScan) untuk mengidentifikasi pola autokorelasi,

hotspot, serta kluster risiko kejadian DBD di Kota Banda Aceh selama periode lima tahun (2021–2025). Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan gambaran spasial yang lebih komprehensif mengenai dinamika persebaran DBD dibandingkan penggunaan satu metode analisis saja, sehingga dapat menghasilkan informasi yang lebih akurat sebagai dasar penentuan wilayah prioritas intervensi dan penyusunan strategi pengendalian DBD yang lebih efektif oleh pemerintah daerah

Studi analisis spasial kasus DBD umumnya masih bergantung pada data sekunder tanpa validasi langsung terhadap kondisi lingkungan aktual serta belum mempertimbangkan faktor perubahan iklim dan mobilitas penduduk dalam model analisisnya (Ni Putu Isma Yuniar *et.,al* 2024). Penelitian terkini juga menunjukkan bahwa kajian masih berfokus pada pemetaan distribusi kasus dan korelasi sederhana dengan faktor lingkungan, tanpa mengembangkan model prediktif spasial-temporal yang berpotensi meningkatkan efektivitas upaya pencegahan DBD di masa depan (Indirawati and Slamet, 2021).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan desain deskriptif analitik menggunakan pendekatan analisis spasial berbasis Geographic Information System (GIS). Pendekatan penelitian yang digunakan adalah studi ekologi (ecological study) dengan unit analisis berupa wilayah administratif kecamatan di Kota Banda Aceh. Penelitian ini bertujuan menganalisis pola distribusi spasial kasus Demam Berdarah Dengue (DBD), mengidentifikasi autokorelasi spasial, serta mendeteksi wilayah yang membentuk kluster risiko selama periode tahun 2021–2025.

Penelitian dilaksanakan di Kota Banda Aceh yang terdiri atas sembilan kecamatan. Pengumpulan dan pengolahan data dilakukan pada Oktober 2025 hingga Januari 2026. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Kota Banda Aceh berupa jumlah kasus DBD tahunan, sedangkan data kependudukan diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Banda Aceh yang meliputi jumlah penduduk dan kepadatan penduduk pada periode 2021–2025. Seluruh kecamatan dijadikan unit analisis menggunakan teknik total sampling, sehingga seluruh data agregat sebanyak 1.330 kasus DBD selama periode penelitian dianalisis.

Tahap pengolahan data diawali dengan proses editing, yaitu pemeriksaan kelengkapan, konsistensi, dan kesesuaian data dari seluruh sumber. Selanjutnya dilakukan coding terhadap masing-masing kecamatan sebagai identitas wilayah administrasi untuk memudahkan integrasi data spasial dan data atribut. Data tabular disusun menggunakan Microsoft Excel kemudian diintegrasikan dengan shapefile batas administrasi Kota Banda Aceh pada perangkat lunak QGIS versi 3.34.11. Koordinat geografis masing-masing kecamatan diperoleh menggunakan Google Earth dan digunakan sebagai titik representatif (centroid) wilayah administrasi. Seluruh data spasial kemudian disusun menjadi basis data geospasial yang siap dianalisis.

Analisis spasial diawali dengan penyusunan peta tematik distribusi kasus DBD dan kepadatan penduduk pada setiap kecamatan menggunakan QGIS. Angka kejadian DBD dihitung sebagai Incidence Rate (IR) per 100.000 penduduk sehingga memungkinkan perbandingan antarwilayah selama periode penelitian. Selanjutnya dilakukan analisis autokorelasi spasial menggunakan perangkat lunak GeoDa melalui metode Global Moran's I untuk mengidentifikasi apakah distribusi kasus DBD membentuk pola mengelompok (clustered), acak (random), atau menyebar (dispersed). Hubungan spasial antarwilayah dibentuk menggunakan Spatial Weight Matrix berbasis Queen Contiguity orde pertama (first-order Queen Contiguity), sehingga kecamatan yang memiliki batas

sisi maupun titik sudut yang saling bersinggungan dianggap sebagai wilayah bertetangga. Pemilihan metode Queen Contiguity dilakukan karena sesuai untuk analisis pada data wilayah administrasi berbentuk poligon yang saling berbatasan. Signifikansi statistik dievaluasi menggunakan 999 random permutations dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Nilai Moran's I diinterpretasikan sebagai autokorelasi spasial positif apabila bernilai lebih besar dari nol, autokorelasi negatif apabila bernilai kurang dari nol, sedangkan nilai yang mendekati nol menunjukkan pola distribusi acak.

Identifikasi wilayah berisiko tinggi dilakukan menggunakan perangkat lunak SaTScan versi 10.2.5 melalui metode Spatial Scan Statistics dengan Discrete Poisson Model, karena data yang dianalisis berupa jumlah kasus penyakit dengan populasi berisiko yang diketahui pada setiap wilayah. Analisis dilakukan menggunakan Purely Spatial Analysis dengan circular scanning window serta maximum spatial cluster size sebesar 50% dari populasi berisiko, sehingga memungkinkan pendeteksian klaster berukuran kecil maupun besar. Pengujian signifikansi dilakukan menggunakan 999 Monte Carlo replications pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Analisis menghasilkan informasi berupa lokasi klaster, koordinat pusat klaster, radius klaster, jumlah kasus yang diamati (observed cases), jumlah kasus yang diharapkan (expected cases), Relative Risk (RR), Log Likelihood Ratio (LLR), dan nilai probabilitas (p-value). Klaster dengan nilai $p < 0,05$ diinterpretasikan sebagai wilayah dengan risiko kejadian DBD yang signifikan secara statistik.

Tahap akhir dilakukan melalui proses overlay antara peta distribusi kasus DBD, peta kepadatan penduduk, hasil autokorelasi spasial, dan hasil deteksi klaster menggunakan QGIS. Overlay digunakan untuk mengevaluasi keterkaitan spasial antara kepadatan penduduk dan wilayah yang termasuk klaster risiko tinggi DBD. Kecamatan dengan kepadatan penduduk tinggi yang sekaligus berada dalam klaster signifikan diidentifikasi sebagai wilayah prioritas dalam upaya pencegahan dan pengendalian DBD. Seluruh hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan peta tematik, kemudian diinterpretasikan secara deskriptif berdasarkan hasil analisis statistik dan spasial.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

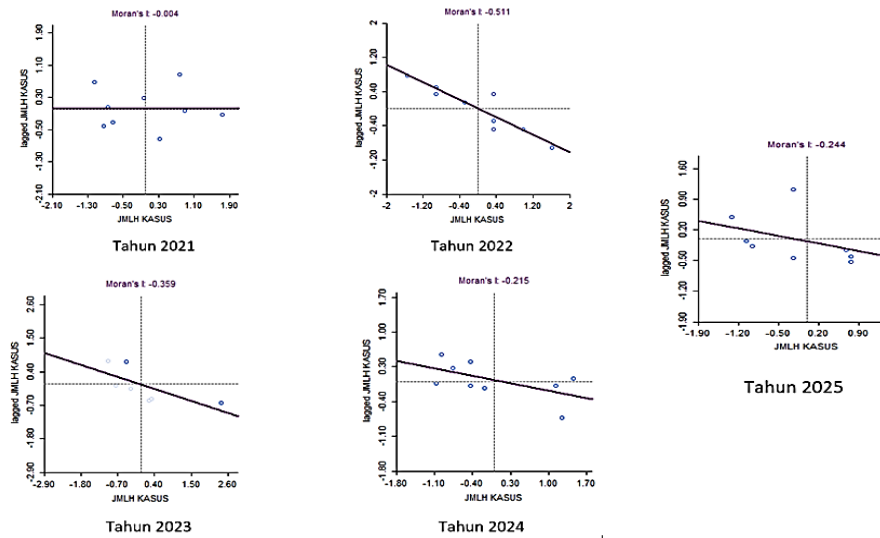
3.1 Hasil

3.1.1 Hubungan Kepadatan Penduduk dengan Kejadian DBD

Tabel 1. Kepadatan Penduduk Dengan Kejadian DBD

Variabel	Tahun	R-Square	P-Value
Kepadatan Penduduk	2021	0,001	0,923
	2022	0,101	0,405
	2023	0,040	0,607
	2024	0,052	0,554
	2025	0,021	0,713

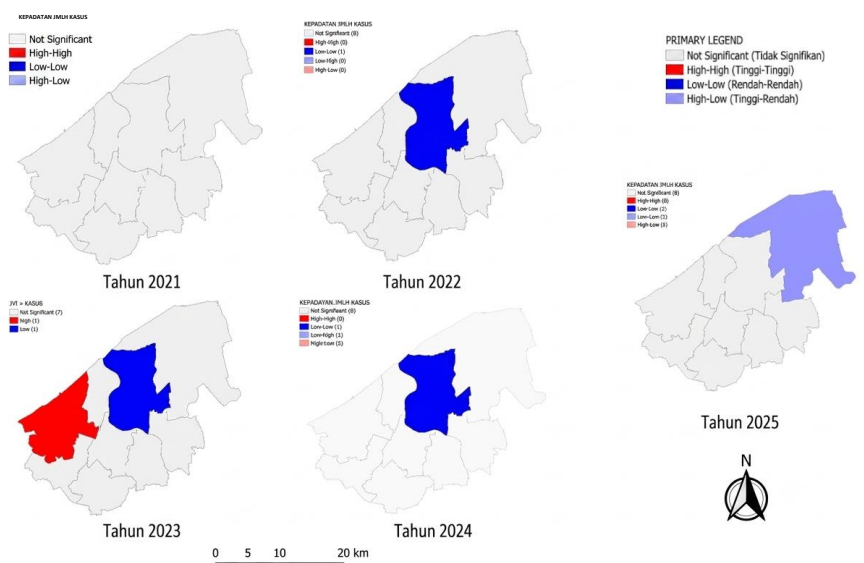
Hasil analisis menggunakan GeoDa menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kepadatan penduduk dan kejadian DBD di Kota Banda Aceh selama periode 2021–2025. Seluruh nilai p-value lebih besar dari 0,05 dengan nilai R-square yang relatif rendah (0,001–0,101), sehingga kepadatan penduduk hanya menjelaskan sebagian kecil variasi kejadian DBD. Temuan ini mengindikasikan bahwa kepadatan penduduk bukan merupakan faktor dominan yang memengaruhi distribusi kasus DBD di Kota Banda Aceh.



Gambar 1. Hasil analisis Global Moran's I Scatterplot

Hasil analisis autokorelasi spasial menggunakan metode Global Moran's I terhadap jumlah kasus DBD di Kota Banda Aceh tahun 2021–2025 menunjukkan bahwa pola distribusi spasial kasus mengalami variasi dari tahun ke tahun. Pada tahun 2021, nilai Moran's I yang mendekati nol mengindikasikan bahwa distribusi kasus cenderung bersifat acak (random) dan tidak menunjukkan adanya autokorelasi spasial yang berarti. Sementara itu, pada periode 2022 hingga 2025, hasil analisis menunjukkan kecenderungan autokorelasi spasial negatif dengan pola distribusi yang bersifat menyebar (dispersed). Meskipun demikian, kekuatan autokorelasi tersebut berfluktuasi setiap tahunnya, sehingga tidak menunjukkan pola penyebaran yang konsisten.

Secara keseluruhan, hasil analisis Global Moran's I menunjukkan bahwa distribusi kasus DBD di Kota Banda Aceh selama periode 2021–2025 lebih didominasi oleh pola acak dan menyebar daripada pola mengelompok (cluster) pada tingkat global. Temuan ini mengindikasikan bahwa secara keseluruhan tidak terdapat kecenderungan wilayah dengan jumlah kasus tinggi untuk berdekatan dengan wilayah yang juga memiliki jumlah kasus tinggi. Dengan demikian, penyebaran kasus DBD di Kota Banda Aceh belum membentuk pola autokorelasi spasial global yang kuat selama periode penelitian.



Gambar 2. Uji Bivariat BILISA Klaster Map Tahun 2021-2025

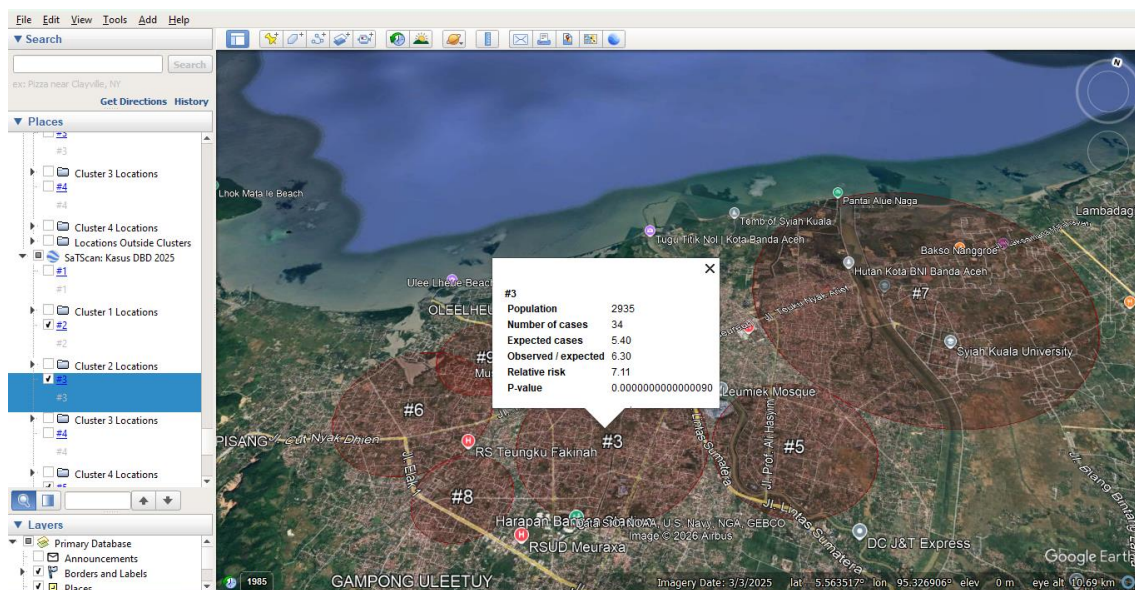
Analisis BiLISA Cluster Map menunjukkan bahwa pola hubungan spasial antara kepadatan penduduk dan kejadian DBD di Kota Banda Aceh mengalami perubahan selama periode 2021–2025. Pada tahun 2021 seluruh wilayah berada pada kategori Not Significant, sehingga tidak ditemukan kluster spasial. Tahun 2022 dan 2024 masing-masing teridentifikasi satu wilayah dengan pola Low–Low (LL), sedangkan pada tahun 2023 ditemukan dua tipe kluster, yaitu High–High (HH) dan Low–Low (LL). Sementara itu, pada tahun 2025 teridentifikasi satu wilayah dengan pola Low–High (LH). Secara keseluruhan, sebagian besar wilayah tetap berada pada kategori Not Significant, sehingga hubungan spasial antara kepadatan penduduk dan kejadian DBD belum menunjukkan pola yang konsisten di Kota Banda Aceh.

3.1.2 Analisis Kluster Spasial Kasus DBD

Tabel 2. Hasil SaTScan (2021–2025)

Tahun	Jumlah Kluster	RR Most Likely	LLR	p-value
2021	1	6,51	7,13	0,001
2022	1	2,74	6,89	0,028
2023	2	7,18	107,23	<0,001
2024	2	3,43	74,25	0,001
2025	7	7,65	64,73	<0,001

Analisis kluster spasial menggunakan SaTScan mengidentifikasi adanya wilayah berisiko tinggi DBD pada setiap tahun pengamatan di Kota Banda Aceh. Seluruh Most Likely Cluster yang terbentuk signifikan secara statistik ($p < 0,05$). Jumlah kluster meningkat dari satu kluster pada tahun 2021–2022 menjadi dua kluster pada tahun 2023–2024, kemudian meningkat menjadi tujuh kluster pada tahun 2025. Nilai Relative Risk (RR) pada Most Likely Cluster berkisar antara 2,74–7,65, sedangkan nilai Log Likelihood Ratio (LLR) tertinggi ditemukan pada tahun 2023 (107,23), menunjukkan bukti pengelompokan spasial yang paling kuat selama periode penelitian. Peningkatan jumlah kluster pada tahun 2025 mengindikasikan bahwa pola penyebaran DBD semakin terkonsentrasi pada beberapa wilayah sehingga perlu menjadi prioritas dalam upaya surveilans dan pengendalian penyakit.



Gambar 3. Most Likely Cluster tahun 2025

Gambar 3 menunjukkan lokasi Most Likely Cluster pada tahun 2025 yang merupakan wilayah dengan risiko tertinggi kejadian DBD di Kota Banda Aceh. Klaster ini memiliki RR sebesar 7,65 dan signifikan secara statistik ($p < 0,001$). Selain Most Likely Cluster, pada tahun yang sama juga teridentifikasi enam Secondary Cluster yang menunjukkan semakin meningkatnya pengelompokan spasial kasus DBD.

3.2 Pembahasan

3.2.1 Hasil Analisis Kepadatan Penduduk Dengan Kasus DBD Di Kota Banda Aceh

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kepadatan penduduk tidak berhubungan secara signifikan dengan kejadian DBD di Kota Banda Aceh selama periode 2021–2025. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa kepadatan penduduk bukan merupakan faktor determinan utama, melainkan hanya salah satu faktor yang berinteraksi dengan berbagai determinan lingkungan dan karakteristik vektor. Pada wilayah perkotaan seperti Banda Aceh, tingginya kepadatan penduduk tidak selalu diikuti oleh meningkatnya jumlah tempat perindukan nyamuk *Aedes aegypti*. Nyamuk ini lebih dipengaruhi oleh ketersediaan habitat perkembangbiakan berupa tempat penampungan air bersih, kondisi sanitasi rumah tangga, serta pengelolaan lingkungan dibandingkan oleh jumlah penduduk itu sendiri. Dengan demikian, dua wilayah yang memiliki kepadatan penduduk serupa dapat menunjukkan angka kejadian DBD yang berbeda apabila kondisi lingkungan dan keberadaan breeding site tidak sama.

Selain itu, karakteristik demografi Kota Banda Aceh juga dapat memengaruhi pola penularan DBD. Kota Banda Aceh merupakan pusat pemerintahan, perdagangan, pendidikan, dan jasa di Provinsi Aceh sehingga memiliki mobilitas penduduk harian yang tinggi. Kecamatan seperti Syiah Kuala, misalnya, menjadi kawasan pendidikan dengan populasi mahasiswa yang besar dan mobilitas keluar-masuk wilayah yang intensif. Mobilitas ini menyebabkan lokasi seseorang terinfeksi tidak selalu sama dengan lokasi tempat tinggalnya. Akibatnya, distribusi kasus DBD berdasarkan wilayah administrasi kecamatan menjadi kurang mencerminkan pengaruh kepadatan penduduk setempat, karena penularan dapat terjadi di tempat kerja, sekolah, kampus, maupun lokasi aktivitas lainnya.

Di sisi lain, penggunaan unit analisis pada tingkat kecamatan juga berpotensi mengurangi kemampuan penelitian dalam mendeteksi hubungan antara kepadatan penduduk dan kejadian DBD. Setiap kecamatan memiliki heterogenitas lingkungan yang cukup tinggi, baik dari segi kepadatan hunian, kondisi permukiman, sanitasi, maupun keberadaan tempat perindukan nyamuk. Variasi tersebut dapat tertutupi ketika data dianalisis dalam bentuk agregat kecamatan (ecological aggregation), sehingga hubungan yang mungkin terlihat pada tingkat rumah tangga atau gampong menjadi tidak terdeteksi pada tingkat kecamatan. Fenomena ini dikenal sebagai ecological fallacy, yaitu kondisi ketika hubungan pada tingkat individu atau unit yang lebih kecil tidak dapat disimpulkan secara langsung dari data agregat.

Hasil penelitian ini sejalan dengan studi mengenai sebaran DBD di Provinsi Jawa Barat tahun 2024, yang menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kepadatan penduduk dengan kasus DBD ($p\text{-value} = 0,093$; $r = 0,33$). Kesamaan hasil ini mempertegas bahwa tingginya jumlah penduduk di suatu wilayah tidak serta-merta meningkatkan risiko penularan secara linier (Nabilah, 2026)

Berbeda dengan hasil penelitian ini, beberapa penelitian menunjukkan adanya hubungan antara kepadatan penduduk dan kejadian DBD. Penelitian (Ilham et al., 2019), di Kabupaten Banyumas menemukan bahwa kasus DBD lebih banyak terjadi pada kecamatan dengan kepadatan penduduk tinggi. (Ridha et al., 2024), juga melaporkan adanya hubungan signifikan antara kepadatan penduduk dan peningkatan kasus DBD.

Selain itu, penelitian (Asri and Pamuncak, 2024) di Bogor menunjukkan kecamatan dengan kepadatan lebih tinggi memiliki angka kejadian DBD yang lebih besar dibandingkan wilayah dengan kepadatan lebih rendah.

Meskipun demikian, hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Sri Handayani et al., 2018) di Kota Padang yang menggunakan pendekatan analisis spasial temporal. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kepadatan penduduk dan kejadian DBD dengan ($p = 0,360$). Kepadatan penduduk tidak hanya terkonsentrasi di pusat kota, tetapi juga telah menyebar ke wilayah pinggiran. Kondisi ini menyebabkan pengaruh kepadatan penduduk menjadi tidak signifikan, karena tingkat kepadatan di setiap wilayah relatif hampir sama. Selain itu, penelitian epidemiologi dengan pendekatan analisis spasial-temporal yang dilakukan oleh (Masaran and Sragen, 2019) di Kecamatan Masaran juga menunjukkan bahwa kepadatan penduduk tidak berhubungan secara signifikan dengan kejadian DBD ($p = 0,839$). Dalam penelitian tersebut, kasus DBD tersebar secara acak dan tidak terkonsentrasi pada wilayah dengan kepadatan penduduk tertinggi.

3.2.2 Klaster Spasial DBD di Kota Banda Aceh

Analisis SaTScan menunjukkan bahwa pola klaster DBD di Kota Banda Aceh berubah selama periode 2021–2025. Jumlah klaster meningkat dari satu Most Likely Cluster pada tahun 2021–2022 menjadi dua klaster pada tahun 2023–2024, kemudian meningkat menjadi tujuh klaster pada tahun 2025. Peningkatan jumlah klaster tersebut menunjukkan bahwa distribusi kasus DBD semakin terkonsentrasi pada beberapa wilayah sehingga mengindikasikan meningkatnya heterogenitas risiko antar kecamatan.

Kecamatan Meuraxa merupakan wilayah yang paling konsisten teridentifikasi sebagai klaster DBD selama periode penelitian, baik sebagai Most Likely Cluster maupun Secondary Cluster. Kondisi ini mengindikasikan bahwa Meuraxa memiliki risiko DBD yang relatif lebih tinggi dibandingkan kecamatan lainnya. Keberadaan permukiman padat, tempat penampungan air, serta kondisi lingkungan yang mendukung perkembangbiakan *Aedes aegypti* diduga berkontribusi terhadap tingginya risiko tersebut (Hafnidar et al., 2025).

Perubahan lokasi dan jumlah klaster antar tahun menunjukkan bahwa penyebaran DBD bersifat dinamis dan dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kondisi lingkungan, curah hujan, mobilitas penduduk, sanitasi, serta efektivitas program pengendalian vektor. Temuan ini sejalan dengan penelitian Dhewantara et al. (2018) dan Syukri et al. (2022) yang melaporkan bahwa lokasi klaster DBD dapat berubah dari waktu ke waktu dan metode spatial scan statistic mampu mengidentifikasi wilayah prioritas pengendalian penyakit secara efektif.

3.2.3 Autokorelasi Spasial DBD

Hasil analisis Global Moran's I menunjukkan bahwa pola distribusi DBD di Kota Banda Aceh selama tahun 2021–2025 cenderung fluktuatif dan tidak membentuk autokorelasi spasial global yang kuat. Meskipun pada beberapa tahun terlihat kecenderungan pengelompokan lokal, pola tersebut tidak berlangsung secara konsisten sehingga distribusi kasus secara umum masih bersifat acak hingga menyebar.

Hasil BiLISA juga menunjukkan bahwa hubungan spasial antara kepadatan penduduk dan kejadian DBD relatif lemah. Sebagian besar wilayah berada pada kategori Not Significant, sedangkan klaster lokal yang muncul hanya terbatas pada beberapa kecamatan dengan pola High–High, Low–Low, atau Low–High pada tahun tertentu. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan spasial antara kepadatan penduduk dan kejadian DBD belum terbentuk secara konsisten di Kota Banda Aceh.

Temuan tersebut didukung oleh analisis hotspot (Local Gi), yang menunjukkan bahwa hotspot hanya muncul pada periode tertentu dan tidak menetap pada wilayah yang sama setiap tahun. Secara keseluruhan, hasil Global Moran's I, BiLISA, dan Local Gi* mengindikasikan bahwa distribusi spasial DBD di Kota Banda Aceh bersifat dinamis dan lebih dipengaruhi oleh faktor lingkungan serta karakteristik lokal dibandingkan kepadatan penduduk semata.

Meskipun demikian, hasil deteksi kluster menggunakan Spatial Scan Statistics (SaTScan) menunjukkan bahwa Kecamatan Meuraxa merupakan wilayah yang paling konsisten teridentifikasi sebagai kluster risiko tinggi selama periode penelitian, baik sebagai Most Likely Cluster maupun secondary cluster. Konsistensi tersebut mengindikasikan bahwa terdapat karakteristik lokal yang secara berulang mendukung terjadinya penularan DBD di wilayah tersebut. Secara geografis, Kecamatan Meuraxa merupakan kawasan pesisir yang berbatasan langsung dengan Selat Malaka dan didominasi oleh dataran rendah. Karakteristik ini menyebabkan beberapa bagian wilayah lebih rentan mengalami genangan air setelah hujan maupun akibat pengaruh pasang air laut pada sistem drainase. Kondisi tersebut berpotensi menciptakan habitat yang sesuai bagi perkembangbiakan *Aedes aegypti*, terutama pada tempat-tempat penampungan air buatan di lingkungan permukiman. Selain itu, tata guna lahan di Kecamatan Meuraxa yang didominasi oleh kawasan permukiman, fasilitas umum, serta aktivitas perdagangan menghasilkan banyak wadah potensial yang dapat menjadi tempat perindukan nyamuk apabila tidak dikelola dengan baik. Dengan demikian, kemunculan kluster DBD yang berulang di Kecamatan Meuraxa diduga lebih berkaitan dengan kombinasi faktor geografis, ekologis, dan tata ruang wilayah dibandingkan dengan kepadatan penduduk semata. Temuan ini memperkuat hasil analisis autokorelasi spasial bahwa distribusi DBD di Kota Banda Aceh lebih dipengaruhi oleh karakteristik lingkungan lokal daripada distribusi penduduk secara agregat.

3.3 Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu dipertimbangkan dalam menginterpretasikan hasil. Pertama, penelitian menggunakan desain studi ekologi dengan unit analisis tingkat kecamatan sehingga hasil yang diperoleh menggambarkan hubungan pada tingkat wilayah dan tidak dapat digunakan untuk menjelaskan hubungan pada tingkat individu (ecological fallacy). Kedua, penelitian memanfaatkan data sekunder kasus DBD sehingga kualitas hasil bergantung pada kelengkapan dan akurasi sistem pencatatan serta pelaporan dari instansi terkait. Ketiga, variabel yang dianalisis hanya terbatas pada kepadatan penduduk, sementara faktor lain yang diketahui berpengaruh terhadap kejadian DBD, seperti curah hujan, suhu, kelembapan, sanitasi lingkungan, indeks jentik, mobilitas penduduk, dan perilaku masyarakat belum dimasukkan ke dalam model analisis. Keempat, analisis spasial dilakukan pada tingkat administrasi kecamatan sehingga variasi kondisi lingkungan pada tingkat gampong atau rumah tangga belum dapat tergambarkan secara rinci. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan unit analisis yang lebih kecil serta mengintegrasikan variabel lingkungan, iklim, dan sosial ekonomi agar mampu menjelaskan pola spasial kejadian DBD secara lebih komprehensif.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, tidak ditemukan hubungan yang signifikan antara kepadatan penduduk dengan jumlah kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kota Banda Aceh selama periode 2021–2025 pada tingkat kecamatan. Hal ini ditunjukkan oleh nilai p-value yang seluruhnya lebih besar dari 0,05, nilai R-square yang rendah, serta hasil

analisis spasial BiLISA yang menunjukkan hubungan spasial yang terbatas dan tidak konsisten setiap tahunnya. Meskipun demikian, analisis spasial menunjukkan adanya pola pengelompokan (cluster) kasus DBD yang signifikan dan berubah-ubah setiap tahun, sehingga kasus DBD cenderung terkonsentrasi pada wilayah tertentu. Namun, pengelompokan tersebut tidak berkaitan dengan tingkat kepadatan penduduk.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi bagi Dinas Kesehatan Kota Banda Aceh dan puskesmas dalam memanfaatkan analisis spasial sebagai pelengkap penyajian data epidemiologi untuk menggambarkan distribusi kasus DBD berdasarkan wilayah. Masyarakat diharapkan tetap berperan aktif dalam menjaga kebersihan lingkungan dan melaksanakan pemberantasan sarang nyamuk sebagai upaya pencegahan DBD. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan unit analisis yang lebih kecil, seperti tingkat desa atau kelurahan, menambahkan variabel yang berpotensi memengaruhi kejadian DBD, serta memperpanjang periode pengamatan agar pola spasial dan dinamika penyebaran kasus dapat dianalisis secara lebih komprehensif.

REFERENCES

- Andriyana, L., Suparman, S., & Junaidi, J. (2023). Pengaruh penggunaan aplikasi Google Earth Pro terhadap hasil belajar siswa pada mata pelajaran geografi di SMAN 1 Lape. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 9(1), 400–408. <https://doi.org/10.58258/jime.v9i1.4613>
- Asri, F., & Pamuncak, D. (2024). Analisis spasial kasus Demam Berdarah Dengue dan hubungannya dengan kepadatan penduduk di Kabupaten Bogor tahun 2024, 4(1).
- Badan Pusat Statistik Kota Banda Aceh. (2022). *Kota Banda Aceh dalam angka 2022*. BPS Kota Banda Aceh.
- Badan Pusat Statistik Kota Banda Aceh. (2023). *Kota Banda Aceh dalam angka 2023*. BPS Kota Banda Aceh.
- Badan Pusat Statistik Kota Banda Aceh. (2024). *Kota Banda Aceh dalam angka 2024*. BPS Kota Banda Aceh.
- Badan Pusat Statistik Kota Banda Aceh. (2025). *Kota Banda Aceh dalam angka 2025*. BPS Kota Banda Aceh.
- Dhewantara, P. W., et al. (2018). Scan statistics of dengue incidence in Cimahi City, Indonesia. *Geospatial Health*, 10, 255–260. <https://doi.org/10.4081/gh.2015.373>
- Dinas Kesehatan Kota Banda Aceh. (2023). *Profil kesehatan Kota Banda Aceh tahun 2023*. Dinas Kesehatan Kota Banda Aceh.
- Dwi Lestari, F., et al. (2024). Pemanfaatan QGIS untuk pembuatan peta agrowisata Desa Ibru dalam program inovasi desa. *Journal of Comprehensive Science (JCS)*, 3(12), 5504–5511. <https://doi.org/10.59188/jcs.v3i12.2927>
- Hafnidar, Tahara Dilla Santi, & N. A. (2025). Relationship between environmental factors and community behavior with the incidence of dengue hemorrhagic fever (DHF) in the working area of the UPTD Meuraxa Health Center, Banda Aceh City. 11(1), 39–47.
- Ilham, M., et al. (2019). DI Kabupaten Banyumas. 40(4), 179–187.
- Indirawati, S. M., & Slamet, B. (2021). Analisis sebaran spasial kerawanan penyakit Demam Berdarah Dengue di Kota Banda Aceh. VI(1), 1607–1615.
- Irennius, V., Sentosa, H., & Mariati, L. (2024). Kepadatan penduduk dengan kejadian Demam Berdarah Dengue di Kota Medan. 5(2), 224–239.

- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *Deteksi dini Demam Berdarah Dengue (DBD)*. Kementerian Kesehatan RI.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *Profil kesehatan Indonesia 2023*. Kementerian Kesehatan RI.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2024). *Profil kesehatan Indonesia 2024*. Kementerian Kesehatan RI.
- Masaran, K., & Sragen, K. (2019). Study epidemiologi dengan pendekatan analisis spasial temporal pada kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kecamatan Masaran Kabupaten Sragen.
- Moon, J., & Jung, I. (2022). A simulation study for geographic cluster detection analysis on population-based health survey data using spatial scan statistics. *International Journal of Health Geographics*. <https://doi.org/10.1186/s12942-022-00311-6>
- Nabilah, S. (2026). Hubungan kepadatan penduduk dan sanitasi aman dengan kasus DBD Jawa Barat 2024. 7, 2470–2479.
- Ni Putu Isma Yuniar. (2024). *Arc. Com. Health*, 11(2), 450–469.
- Pironika, T., & Wahab, W. (2025). Penggunaan aplikasi QGIS untuk pembuatan peta tata guna lahan di Kecamatan Bukitkecil. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 4(2), 115–122. <https://doi.org/10.33559/err.v4i2.2940>
- Ridha, M. R., Yudhastuti, R., & Garjito, T. A. (2024). Spatial autocorrelation of dengue in relation to population density in Balangan District, Indonesia: An ecological study. *International Journal of Public Health Science*, 13(3), 1030–1038. <https://doi.org/10.11591/ijphs.v13i3.24073>
- Sintia, N., & Hendrati, L. Y. (2020). Hubungan kasus Demam Berdarah Dengue dengan kepadatan penduduk di Jawa Timur. *Media Gizi Kesmas*, 12(2), 583–588. <https://doi.org/10.20473/mgk.v12i2.2023.583-588>
- Sri Handayani, Puteri Fannya, Shelvey Haria Roza, & I. A. (2018). Analisis spasial temporal hubungan kepadatan penduduk dan ketinggian tempat dengan kejadian DBD Kota Padang.
- Suwardi, S., Imran, I., & Affan, M. (2019). Spatial analysis of distribution patterns of dengue hemorrhagic fever cases in Banda Aceh. <https://doi.org/10.4108/eai.3-10-2018.2284367>
- Syukri, M., Nasution, H. S., & Amir, A. (2022). Spatial and temporal scan statistics to identify clusters of dengue incidence in Jambi, (15), 26911.
- World Health Organization. (2024). *Dengue and severe dengue*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>
- World Health Organization. (2025). *Dengue and severe dengue*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>
- Yulidar, Y. (2018). Status angka bebas jentik Kota Banda Aceh sebagai daerah endemis Demam Berdarah Dengue tahun 2018. *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi dan Kependidikan*, 5(1), 78. <https://doi.org/10.22373/biotik.v5i1.2978>