

Tren dan Potensi Sistem Informasi Geografis dalam Penanggulangan Demam Berdarah: Analisis Bibliometrik

Andrian Reinaldo Crispin^{1)*}, Edbert Edbert²⁾, Victor Trismanjaya Hulu³⁾, Pratik Bibhisan Kamble⁴⁾, Abdi Dharma⁵⁾

^{1,2, 5)} Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Prima Indonesia

³⁾ Fakultas Kedokteran, Kedokteran Gigi, dan Ilmu Kesehatan, Universitas Prima Indonesia

⁴⁾ Department of Computer Science and Engineering, MIT Art Design and Technology University

Received: 4 July 2025

Accepted: 11 July 2025

Published: 14 July 2025



*

andrianreinaldocrispin@unpri-mdn.ac.id

Kata Kunci: Demam Dengue, Demam Berdarah, Sistem Informasi Geografis, Analisis Tren, Bibliometrik

DSI: Jurnal Data Science Indonesia is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).

Abstrak : Demam berdarah dengue masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang signifikan di banyak negara. Tingginya prevalensi penyakit ini menunjukkan perlunya alat yang efektif seperti Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk membantu memprediksi dan mengelola penyebarannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan merangkum peran SIG dalam pemetaan dan komunikasi pola transmisi dengue. Metode yang digunakan adalah pendekatan bibliometrik dengan mengikuti protokol PRISMA untuk proses seleksi literatur dan menggunakan perangkat lunak VOSviewer untuk visualisasi hubungan kata kunci. Literatur dikumpulkan dari beberapa basis data, seperti Google Scholar, Scopus, dan PubMed. Dari total 440 artikel yang diidentifikasi, hanya 11 yang memenuhi kriteria inklusi. Data yang dikumpulkan mencakup tahun publikasi (2013–2023), judul jurnal, desain studi, populasi, intervensi, hasil, serta manfaat yang dilaporkan dari penggunaan SIG dalam penelitian terkait dengue. Analisis kualitatif dilakukan dengan mengorganisasi dan mempresentasikan temuan utama dari studi yang terpilih. Hasil menunjukkan bahwa SIG sangat berguna dalam mengidentifikasi area wabah saat ini, mendeteksi zona berisiko tinggi melalui kluster spasial, meningkatkan akurasi prediksi kasus, serta mendukung upaya surveilans secara berkelanjutan. Selain itu, SIG juga berkontribusi pada pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam program pencegahan dan pengendalian dengue. Secara keseluruhan, SIG memainkan peran penting dalam memahami dinamika penyakit, memperkuat sistem peringatan dini, dan membimbing respons kesehatan masyarakat terhadap wabah dengue.

PENDAHULUAN

Demam berdarah tetap menjadi salah satu tantangan utama dalam bidang kesehatan masyarakat, terutama di wilayah tropis dan subtropis [1]. Penyakit ini merupakan infeksi arbovirus yang disebabkan oleh virus dari keluarga Flaviviridae, dengan empat serotipe berbeda, yaitu Dengue virus tipe 1, 2, 3, dan 4 [2]. Infeksi ini dikenal sebagai penyakit yang ditularkan oleh nyamuk dan memiliki tingkat penyebaran tertinggi secara global, dengan sekitar empat miliar orang diperkirakan berada dalam kelompok berisiko tinggi [3].

Data dari Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) mencatat lonjakan besar dalam jumlah kasus demam berdarah, dari 504.430 kasus pada tahun 2000 menjadi 5,2 juta kasus pada tahun 2019. Di kawasan Amerika, tercatat sekitar 3,1 juta kasus dengan lebih dari 25.000 kasus tergolong berat. Sementara itu, wilayah Asia menunjukkan angka kejadian yang tinggi, seperti Bangladesh (101.000), Malaysia (131.000), Filipina (420.000), dan Vietnam (320.000) [4]. Situasi ini menekankan pentingnya alat bantu yang efektif dalam

upaya prediksi dan pemantauan penyebaran wabah. Salah satu pendekatan yang semakin diakui efektivitasnya adalah penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG).

SIG merupakan platform yang dirancang untuk mengelola data spasial secara menyeluruh—mulai dari integrasi, penyimpanan, modifikasi, hingga analisis dan penyajian informasi geospasial. SIG dikenal sebagai sistem pemetaan berbasis teknologi yang mampu merepresentasikan kondisi lingkungan nyata dalam bentuk visual dan interaktif. Kemampuannya dalam menyediakan kueri spasial dan deskriptif menjadikannya alat yang sangat relevan dalam analisis spasial, baik dalam format digital maupun analog. Penggunaan awal pendekatan spasial dalam kesehatan masyarakat dapat ditelusuri kembali pada tahun 1854, ketika John Snow memetakan persebaran kasus kolera di London. Momen tersebut menjadi tonggak sejarah dalam perkembangan SIG sebagai instrumen penting dalam menilai risiko kesehatan masyarakat [4].

Dalam konteks penyakit demam berdarah, SIG memainkan peran strategis dalam memantau perkembangan penyakit dan menyusun strategi intervensi berdasarkan penyebaran vektor penular. Di kawasan Asia Tenggara, yang memiliki kondisi iklim mendukung penyebaran nyamuk *Aedes aegypti*, SIG terbukti sangat bermanfaat dalam mendukung upaya prediksi epidemi dan pengendalian berbasis spasial [5]. Selain itu, pendekatan berbasis risiko dengan dukungan SIG dapat memperkuat sistem pengawasan penyakit dan menyediakan peringatan dini di wilayah dengan risiko tinggi [6].

Berbagai studi telah memanfaatkan SIG untuk menganalisis distribusi spasial penyakit berbasis vektor. Misalnya, integrasi data dari Sistem Surveilans Penyakit Menular Nasional dengan SIG digunakan untuk memetakan kecepatan dan arah penyebaran demam berdarah [7]. Studi lain memanfaatkan peta tematik untuk menggambarkan persebaran kasus serta mengidentifikasi wilayah dengan tingkat kejadian tinggi, bahkan menemukan adanya korelasi positif yang signifikan antara tingkat risiko penularan DBD dan kelompok usia tertentu [8].

Meskipun telah banyak dilakukan studi terkait pemanfaatan SIG dalam pemetaan penyebaran penyakit demam berdarah, kajian literatur yang secara sistematis merangkum kontribusi SIG dalam pengembangan peta epidemiologi DBD masih relatif terbatas. Mengingat tingginya prevalensi DBD hingga saat ini, integrasi SIG dalam proses pengambilan keputusan dan strategi pengendalian penyakit menjadi semakin krusial. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pendekatan teknis dan menelaah bukti ilmiah terkait pemanfaatan SIG dalam menyampaikan informasi spasial mengenai distribusi DBD, sekaligus mengidentifikasi peluang penelitian lanjutan dalam konteks risiko kesehatan masyarakat berbasis geospasial.

METODE PENELITIAN

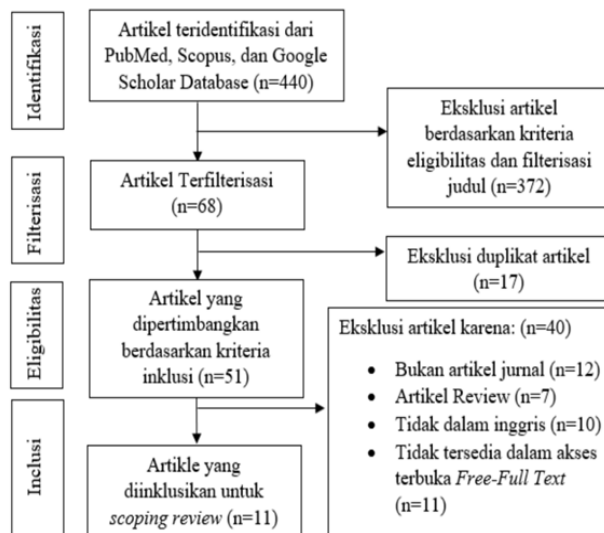
Penelitian ini menggunakan pendekatan bibliometrik untuk mengevaluasi kontribusi Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam konteks penyakit demam berdarah. Analisis dilakukan dengan bantuan perangkat lunak VOSviewer untuk visualisasi bibliometrik, dan proses seleksi literatur mengikuti protokol sistematis PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) [9].

Pencarian artikel dilakukan pada bulan Januari 2024 dengan menjelajahi tiga basis data utama, yaitu Google Scholar, Scopus, dan PubMed, menggunakan kombinasi kata kunci: "*Geographic Information System*" AND ("*Dengue Fever*" OR "*Dengue*"). Penelusuran dilakukan untuk publikasi dalam rentang waktu 2013 hingga 2023, dengan mempertimbangkan relevansi dan kualitas artikel yang tersedia dalam versi final serta akses terbuka (*open access*).

Kriteria inklusi mencakup artikel jurnal yang dipublikasikan dalam rentang waktu 2013 hingga 2023, tersedia dalam akses terbuka, ditulis dalam bahasa Inggris, serta menerapkan pendekatan berbasis prediksi dan klasifikasi. Dari total 440 artikel yang teridentifikasi, sebanyak 11 artikel memenuhi kriteria untuk dianalisis lebih lanjut. Artikel yang bersifat ulasan, menggunakan bahasa selain bahasa Inggris, belum ditinjau sejawat, atau belum tersedia dalam versi final, dikeluarkan dari analisis akhir. Prosedur penyaringan artikel secara rinci dapat dilihat melalui diagram alur PRISMA yang disajikan pada Gambar 1.

Proses ekstraksi data dilakukan dengan fokus pada hasil utama dan metode yang digunakan dalam setiap artikel. Empat peneliti menganalisis artikel berdasarkan judul, abstrak, isi jurnal, metode penelitian, desain penelitian, ukuran sampel, dan hasil. Diskusi dilanjutkan dengan mengidentifikasi kesamaan dalam

pendekatan yang digunakan dalam artikel dan mengidentifikasi kesenjangan penelitian potensial yang dapat menjadi topik penelitian di masa depan. Pendekatan analisis bersifat kualitatif deskriptif dengan fokus pada identifikasi pendekatan umum, kesenjangan penelitian, dan potensi pengembangan aplikasi SIG dalam pengendalian DBD.



Gambar 1. Flow Diagram Pencarian PRISMA

HASIL PENELITIAN

Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam penyebaran penyakit demam berdarah umumnya mengintegrasikan pemetaan distribusi spasial dan temporal dengan pendekatan pembelajaran prediktif, klasifikasi, atau analisis klaster (Tabel 1). Pendekatan ini tidak hanya memungkinkan identifikasi area risiko tinggi secara geografis, tetapi juga mendukung pengembangan model prediksi berbasis data epidemiologi dan lingkungan.

Tabel 1. Manfaat GIS dalam penyebaran penyakit Demam Berdarah

Penulis	Lokasi	Database	Hasil	Metode
Bryan Creencia et al., 2022 [10]	Cavite, Filipina	Google Scholar	Analisis deret waktu digunakan untuk memproyeksikan jumlah kasus demam berdarah pada tahun 2022, 2024, dan 2026. Prediksi ini, bersama dengan data spasial memberikan gambaran holistik tentang bagaimana DBD dapat menyebar di provinsi ini.	Predictive Learning
Vargas et al., 2015 [11]	Itaboraí, Brazil	Scopus	Unit analisis spasial yang digunakan dalam penelitian ini adalah Unit Surveilans Lokal (UVL), yang merupakan pendekatan metodologis untuk mengintegrasikan berbagai sumber informasi yang berkaitan dengan penyakit, indeks vektor, dan aspek sosiodemografi kota. Data-data ini disusun dalam berbagai basis kartografi. Sebagai	Predictive Learning

Penulis	Lokasi	Database	Hasil	Metode
			fenomena geografis multi-skala, DBD dapat dianalisis lebih dalam dengan menggunakan UVL, yang memungkinkan identifikasi distribusi kasus DBD di seluruh kota.	
Yanez & Canencia, 2017 [12]	Cayagan de Ora, Filipina	Google Scholar	Peta proyeksi yang dibuat dengan menandai lokasi aktual responden yang terinfeksi virus dengue serta jarak terbang nyamuk terbukti sangat berguna dalam mendukung pemantauan dan pengawasan berkelanjutan terhadap masyarakat yang terkena dampak di Barangay Cagayan de Oro.	Predictive Learning
Chaiphongpachara et al., 2017 [13]	Samut Songkhram, Thailand	Scopus	SIG merupakan alat yang sangat berguna dan efisien untuk mendukung surveilans DBD di suatu wilayah.	Predictive Learning
Mala & Jat, 2019 [14]	Dehli, India	Scopus	Penerapan SIG spatio-temporal untuk demam berdarah memberikan manfaat dalam mengidentifikasi daerah yang berpotensi wabah dengan menentukan kelompok spasial kasus demam berdarah di tingkat lokal. Analisis pola spasial dan temporal ini memungkinkan peningkatan akurasi prediksi dan dapat digunakan untuk mengungkap hubungan terbalik antara kecepatan angin rata-rata dan kejadian demam berdarah.	Predictive Learning, Cluster Analysis
Hernández-Avila et al., 2013 [15]	Mexico	PubMed	Penerapan SIG spatio-temporal untuk penyakit DBD memberikan manfaat dalam mengidentifikasi daerah yang berpotensi terjadi wabah dengan menentukan klaster spasial kasus DBD di tingkat lokal. Analisis pola spatio-temporal ini memungkinkan untuk meningkatkan akurasi prediksi dan dapat digunakan untuk mengungkapkan hubungan terbalik antara kecepatan angin rata-rata dan kejadian DBD Pengembangan aplikasi web berbasis GIS untuk penyakit DBD (Dengue-SIG) dirancang sebagai alat bantu untuk mendukung	Predictive Learning, Cluster Analysis

Penulis	Lokasi	Database	Hasil	Metode
			analisis terintegrasi dalam surveilans epidemiologi dan entomologi. Dengue-SIG memungkinkan identifikasi daerah dengan risiko penularan yang tinggi serta pemantauan efektivitas kegiatan pengendalian vektor.	
Withanage et al., 2021 [16]	Gampaha, Sri Lanka	PubMed	Penelitian ini mengusulkan sebuah sistem peringatan dini (early warning system/EWS) untuk penyakit demam berdarah dengan memanfaatkan SIG. Model berbasis SIG yang dikembangkan berfungsi sebagai alat peringatan dini yang memungkinkan eksplorasi dan identifikasi kondisi terkini penyakit DBD di suatu wilayah. Tujuannya adalah untuk memahami pola penyebaran penyakit dan mengalokasikan sumber daya kesehatan masyarakat yang terbatas secara efektif untuk mencegah terjadinya wabah dan epidemi DBD di masa depan.	Predictive Learning, Cluster Analysis
Zambrano et al., 2019 [17]	Honduras	Scopus	Integrasi SIG dengan karakteristik klinis penyakit diperlukan untuk mendapatkan data epidemiologi yang akurat untuk mendukung sistem kesehatan masyarakat. Informasi ini juga memiliki manfaat penting, termasuk untuk penilaian risiko bagi wisatawan yang berkunjung ke wilayah tertentu di negara tujuan.	Predictive Learning
Brasil et al., 2015 [18]	Brazil	PubMed	Penelitian ini mengembangkan sebuah aplikasi web yang memanfaatkan algoritma digital image processing (DIP) dan SIG untuk menganalisis penyakit demam berdarah. Aplikasi ini dirancang untuk membantu menghitung jumlah telur nyamuk <i>Aedes aegypti</i> dan mengintegrasikannya dengan SIG untuk visualisasi langsung, pendukung keputusan, dan analisis data yang terkumpul.	Classification
Zambrano et al., 2017 [19]	Honduras	Scopus	Penelitian ini memetakan kasus penyakit Demam Berdarah dan Chikungunya di Honduras pada	Predictive Learning

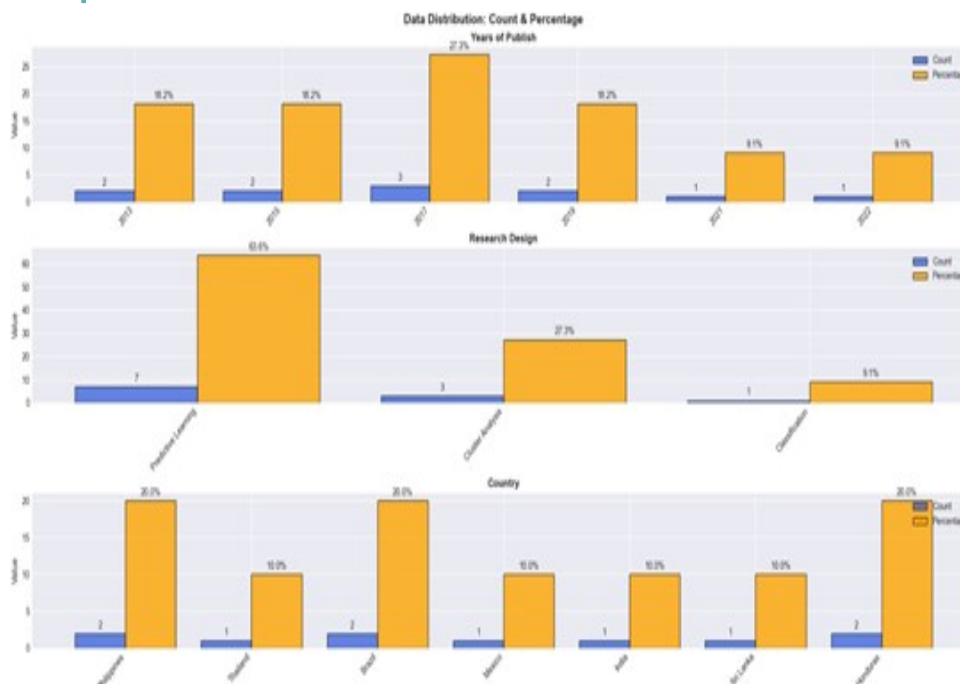
Penulis	Lokasi	Database	Hasil	Metode
			tahun 2015 dengan menggunakan SIG. Peta epidemiologi berbasis GIS terbukti bermanfaat dalam mendukung pengambilan keputusan untuk pencegahan dan pengendalian penyakit, yang masih menjadi isu penting di wilayah tersebut, termasuk dalam menghadapi kondisi baru.	
Bessa Júnior et al., 2013 [20]	Mossoró, Brazil	PubMed	Distribusi spasial berbasis SIG digunakan untuk mengidentifikasi pola distribusi DBD di Mossoró. Penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG) terbukti sangat bermanfaat dalam memberikan visualisasi yang lebih jelas mengenai tingkat endemisitas, menjelaskan distribusi kasus DBD yang sebenarnya di daerah tersebut, serta menjadi alat yang efektif untuk perencanaan pemantauan penyakit di tingkat lokal.	Predictive Learning

Pendekatan berbasis SIG terbukti mampu mengidentifikasi wilayah berisiko tinggi serta mendukung pengembangan sistem peringatan dini untuk memprediksi prevalensi penyakit [21]. Dari 11 artikel yang dianalisis, SIG tidak hanya digunakan dalam pembelajaran prediktif, tetapi juga dikombinasikan dengan metode lain seperti analisis kluster dan klasifikasi untuk mengidentifikasi faktor risiko penyebaran DBD. Beberapa studi bahkan mengembangkan aplikasi berbasis web dengan integrasi citra digital dan visualisasi spasial guna memperkuat kegiatan pengawasan penyakit.

SIG juga dimanfaatkan untuk meningkatkan akurasi prediksi kasus, efektivitas pemantauan populasi terdampak, serta efisiensi dalam pengawasan epidemiologi. Hal ini menunjukkan peran strategis teknologi SIG dalam mendukung respons kesehatan masyarakat yang berbasis data.

Distribusi data berdasarkan tahun publikasi menunjukkan bahwa tahun 2017 memiliki jumlah publikasi tertinggi (27,3%). Sementara itu, pendekatan pembelajaran prediktif menjadi metode yang paling dominan (63,6%), diikuti oleh analisis kluster (27,3%) dan klasifikasi (9,1%). Secara geografis, studi paling banyak berasal dari Filipina, Brasil, dan Honduras (masing-masing 20%). Selain itu, visualisasi hubungan kata kunci dari 11 artikel menggunakan VOSviewer menghasilkan enam kluster utama. Kata kunci dominan adalah "*dengue*", diikuti oleh "*epidemiology*", "*arboviruses*", dan "*public health*". Visualisasi overlay menunjukkan tren temporal dalam kemunculan kata kunci, dengan "*epidemiology*" menonjol sejak 2017, sedangkan "*public health*" dan "*outbreak*" meningkat sejak 2020.

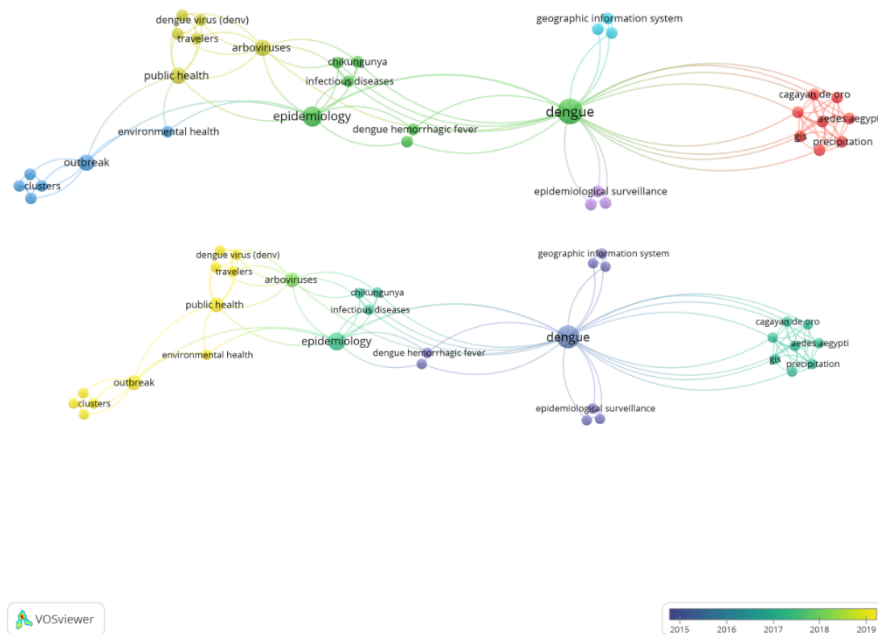
Gambar 2 menyajikan representasi umum mengenai distribusi data dalam analisis bibliometrik terkait penerapan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam pengelolaan penyakit demam berdarah. Bagian pertama dari visualisasi tersebut menunjukkan tren publikasi penelitian sepanjang tahun 2013 hingga 2022, dengan intensitas tertinggi tercatat pada tahun 2017 (27,3%), serta kontribusi yang cukup signifikan pada tahun 2013, 2015, dan 2019, masing-masing sebesar 18,2%. Sementara itu, bagian kedua mengelompokkan desain penelitian dari artikel yang dianalisis. Mayoritas studi (63,6%) menerapkan pendekatan pembelajaran prediktif, diikuti oleh analisis kluster (27,3%) dan klasifikasi (9,1%). Distribusi ini menunjukkan dominasi pendekatan prediktif dalam studi pemanfaatan SIG untuk analisis penyebaran penyakit demam berdarah.



Gambar 2 Distribusi Data Penelitian yang Menggunakan SIG dalam Penyakit Demam Berdarah

Bagian ketiga dari analisis menggambarkan sebaran geografis studi yang ditinjau, dengan kontribusi terbesar berasal dari Filipina, Brasil, dan Honduras—masing-masing menyumbang 20% dari total publikasi—diikuti oleh Thailand, Meksiko, India, dan Sri Lanka yang masing-masing menyumbang 10%. Keberagaman lokasi geografis ini mencerminkan adanya perhatian global terhadap pemanfaatan SIG dalam pemantauan penyakit demam berdarah, khususnya di kawasan tropis dan subtropis yang merupakan wilayah dengan tingkat kejadian DBD tertinggi. Visualisasi ini semakin menegaskan peran strategis SIG dalam kegiatan pengawasan, prediksi, dan analisis spasial DBD, serta kontribusinya dalam merumuskan kebijakan kesehatan masyarakat yang berbasis data.

Selain itu, dari 11 artikel yang dianalisis dalam kajian ini mengenai penerapan SIG untuk pelacakan DBD, dilakukan visualisasi korelasi kata kunci menggunakan perangkat lunak VOSviewer. Data diolah dari file berekstensi .ris yang sebelumnya diekstraksi melalui Mendeley Desktop. Gambar 3 menampilkan hasil visualisasi hubungan kata kunci dalam bentuk jaringan (*network visualization*) dan overlay visualization untuk menunjukkan keterkaitan tematis antar penelitian.



Gambar 3. Visualisasi Co-occurrence Network Visualization dan Overlay Visualization

PEMBAHASAN

Hasil studi menunjukkan bahwa SIG merupakan alat penting dalam mendeteksi, memetakan, dan memprediksi penyebaran DBD. Keunggulan SIG terletak pada kemampuannya dalam menyajikan data spasial yang akurat, memperkuat sistem peringatan dini, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis bukti. Integrasi SIG dengan pendekatan pembelajaran prediktif terbukti dominan dalam literatur, yang mencerminkan keandalan pendekatan ini dalam merespons pola penyebaran penyakit yang dinamis. Hal ini sejalan dengan studi Jayadas T.T.P (2023) yang menyoroti pentingnya pemetaan risiko spasial untuk membantu otoritas kesehatan mengalokasikan sumber daya secara tepat sasaran [22].

Selain pembelajaran prediktif, beberapa studi juga menggabungkan SIG dengan teknik analisis kluster dan klasifikasi guna memperluas cakupan deteksi risiko. Penerapan SIG dalam bentuk aplikasi berbasis web, yang mengintegrasikan citra digital, data epidemiologi, dan visualisasi spasial, semakin memperkuat efektivitas SIG dalam pemantauan penyakit secara real-time. Studi oleh Fernández-Martínez B. et al. (2023) di Spanyol misalnya, menunjukkan pentingnya deteksi dini dan pengendalian vektor di wilayah berisiko tinggi sebagai strategi utama dalam mencegah transmisi lokal atau autokton DBD [23].

SIG juga terbukti mampu mengidentifikasi berbagai determinan spasial penyebaran DBD, termasuk faktor lingkungan dan demografis. Studi oleh Bryan Creencia et al. (2022) dan Mala & Jat (2019) menemukan korelasi antara karakteristik populasi—terutama jenis kelamin laki-laki—dan peningkatan risiko infeksi. Faktor lingkungan lainnya seperti kepadatan penduduk, keberadaan genangan air, mobilitas antarwilayah, serta kedekatan lokasi dengan jalur transportasi, juga memainkan peran penting dalam memengaruhi pola penyebaran penyakit [24].

Berdasarkan identifikasi terhadap faktor-faktor tersebut, prediksi wilayah dengan potensi tinggi penyebaran DBD dapat dilakukan melalui analisis lokasi perindukan nyamuk dan pola pergerakan (flight pattern) *Aedes aegypti*. Sebagai contoh, studi oleh Brasil et al. (2015) mengembangkan sistem berbasis SIG yang memanfaatkan teknologi pengenalan citra digital untuk menghitung jumlah telur nyamuk, yang kemudian divisualisasikan secara otomatis dalam platform aplikasi web sebagai bagian dari sistem pengawasan.

ArcGIS menjadi salah satu perangkat lunak paling banyak digunakan dalam penelitian geospasial, terutama dalam visualisasi kluster dan analisis spasial-temporal. Studi oleh Lubrica, N.V.A. et al. (2023) menunjukkan bahwa wilayah dengan konsentrasi kasus tinggi DBD di Kota Baguio berada di bagian barat hingga selatan, sementara kasus tersebar terisolasi ditemukan di tenggara. Menariknya, pusat kota justru

memiliki tingkat kejadian yang lebih rendah, dan kluster DBD banyak ditemukan di barangay dengan populasi besar, bukan semata-mata kepadatan tinggi [25].

Kemudahan implementasi SIG juga menjadi nilai tambah, didukung oleh ketersediaan perangkat analisis yang telah distandarisasi. Namun demikian, pendekatan ini masih memiliki sejumlah keterbatasan. Beberapa algoritma analisis spasial belum sepenuhnya disesuaikan dengan karakteristik lokal tiap wilayah. Selain itu, efektivitas SIG dapat terpengaruh oleh variabel musiman dan geografis, seperti iklim ekstrem. Sebagai contoh, musim dingin dapat menurunkan jumlah kasus DBD secara signifikan, sehingga memengaruhi output model spasial.

Secara keseluruhan, visualisasi data dalam konteks SIG terbukti memudahkan peneliti dalam menganalisis dan menyampaikan informasi geospasial secara efisien dan intuitif. Representasi visual berupa peta, grafik, dan diagram tidak hanya membantu dalam mengidentifikasi pola, tren, dan korelasi, tetapi juga meningkatkan aksesibilitas informasi bagi pengambil kebijakan dan masyarakat luas. Dalam konteks komunikasi ilmiah dan pengambilan keputusan, visualisasi spasial menjadi komponen kunci yang memperkuat kualitas analisis serta efektivitas intervensi berbasis data.

Dengan demikian, SIG bukan hanya berfungsi sebagai alat teknis pemetaan, melainkan juga sebagai media strategis dalam respons kesehatan masyarakat terhadap DBD, terutama untuk mendukung sistem pengawasan terpadu dan kebijakan berbasis bukti spasial.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap 11 artikel, penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG) terbukti memberikan kontribusi signifikan dalam mendukung pengendalian penyakit demam berdarah dengue (DBD). SIG mampu mengidentifikasi situasi epidemiologis secara spasial, memetakan wilayah dengan risiko tinggi, serta memfasilitasi prediksi jumlah kasus melalui pendekatan berbasis data. Selain itu, teknologi ini juga efektif dalam mendukung pemantauan populasi terdampak dan pengambilan keputusan berbasis bukti dalam upaya pencegahan dan respons terhadap wabah.

SIG tidak hanya digunakan dalam pemetaan spasial, tetapi juga terintegrasi dengan metode lain seperti pembelajaran prediktif, analisis kluster, dan klasifikasi. Kombinasi tersebut memperkuat akurasi deteksi dan memungkinkan pengembangan sistem peringatan dini berbasis spasial yang lebih adaptif. Namun demikian, studi ini memiliki beberapa keterbatasan. Jumlah artikel yang dianalisis masih terbatas dan bersumber dari basis data tertentu dengan publikasi berbahasa Inggris, yang dapat menimbulkan bias seleksi. Selain itu, belum semua studi memanfaatkan teknologi analitik lanjutan seperti pembelajaran mesin (*machine learning*) secara optimal.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar pengembangan model prediksi penyakit DBD dilakukan dengan mengintegrasikan metode *machine learning*, pemodelan spasial-temporal, serta pengayaan variabel kontekstual seperti iklim dan kondisi lingkungan. Pengembangan aplikasi SIG berbasis web atau mobile dengan antarmuka interaktif juga dapat menjadi langkah inovatif dalam mendukung sistem informasi kesehatan masyarakat yang responsif dan berbasis lokasi. Dengan penguatan metodologi dan visualisasi, SIG berpotensi menjadi pilar utama dalam strategi pengendalian penyakit menular berbasis data spasial, baik untuk DBD maupun penyakit berbasis vektor lainnya di masa depan.

REFERENCES

- [1] B. Setiawan, K. Chen, and H. T. Pohan, "Diagnosis dan Terapi Cairan pada Demam Berdarah Dengue."
- [2] C. A. Ouattara, S. Traore, I. Sangare, T. I. Traore, Z. C. Meda, and L. G. B. Savadogo, "Spatiotemporal analysis of dengue fever in Burkina Faso from 2016 to 2019," *BMC Public Health*, vol. 22, no. 1, Dec. 2022, doi: 10.1186/s12889-022-12820-x.
- [3] O. J. Brady *et al.*, "Refining the Global Spatial Limits of Dengue Virus Transmission by Evidence-Based Consensus," *PLoS Negl Trop Dis*, vol. 6, no. 8, 2012, doi: 10.1371/journal.pntd.0001760.
- [4] E. C. Fradelos, I. V. Papathanasiou, D. Mitsi, K. Tsaras, C. F. Kleisiaris, and L. Kourkouta, "Health based geographic information systems (GIS) and their applications," 2014, *Avicena Publishing*. doi: 10.5455/aim.2014.22.402-405.
- [5] C. E. Sekarrini, Sumarmi, S. Bachri, D. Taryana, and E. A. Giofandi, "The application of geographic

- information system for dengue epidemic in Southeast Asia: A review on trends and opportunity," *J Public Health Res*, vol. 11, no. 3, Jul. 2022, doi: 10.1177/22799036221104170.
- [6] E. Christaki, "New technologies in predicting, preventing and controlling emerging infectious diseases," *Virulence*, vol. 6, no. 6, pp. 558–565, 2015, doi: 10.1080/21505594.2015.1040975.
 - [7] T. Ditsuwan, T. Liabsuetrakul, V. Chongsuvivatwong, S. Thammapalo, and E. McNeil, "Assessing the Spreading Patterns of Dengue Infection and Chikungunya Fever Outbreaks in Lower Southern Thailand Using a Geographic Information System," *Ann Epidemiol*, vol. 21, no. 4, pp. 253–261, Apr. 2011, doi: 10.1016/j.annepidem.2010.12.002.
 - [8] S. Ahmad, M. Asif, R. Talib, M. Adeel, M. Yasir, and M. H. Chaudary, "Surveillance of intensity level and geographical spreading of dengue outbreak among males and females in Punjab, Pakistan: A case study of 2011," *J Infect Public Health*, vol. 11, no. 4, pp. 472–485, Jul. 2018, doi: 10.1016/j.jiph.2017.10.002.
 - [9] N. Donthu, S. Kumar, D. Mukherjee, N. Pandey, and W. M. Lim, "How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines," *J Bus Res*, vol. 133, pp. 285–296, Sep. 2021, doi: 10.1016/j.jbusres.2021.04.070.
 - [10] G. A. Bryan Creencia, J. V. Daniel Cap-atan, C. Vincent Boral, and M. A. Sebastian, "Application of Time Series Analysis and Geographic Information System (GIS) in Forecasting the At-Risk areas of Dengue in Cavite, Philippines," *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, vol. 13, no. 01, pp. 364–371, 2022, [Online]. Available: <https://www.turcomat.org/index.php/turkbilmat/article/view/12091>
 - [11] W. P. Vargas, H. Kawa, P. C. Sabroza, V. B. Soares, N. A. Honório, and A. S. De Almeida, "Association among house infestation index, dengue incidence, and sociodemographic indicators: surveillance using geographic information system," *BMC Public Health*, vol. 15, no. 1, Aug. 2015, doi: 10.1186/s12889-015-2097-3.
 - [12] S. S. Yañez and O. P. Canencia, "Ecological and demographic factors associated with dengue virus incidence in Cagayan de Oro city, Philippines: a geographic information system application," *J. Bio. & Env. Sci*, vol. 10, no. 2, pp. 190–201, 2017, [Online]. Available: <http://www.innspub.net>
 - [13] T. Chaiphongpachara, S. Pimsuka, W. S. Na Ayudhaya, and W. Wassanasompong, "The application of geographic information system in dengue haemorrhagic fever risk assessment in samut Songkhram province, Thailand," *International Journal of GEOMATE*, vol. 12, no. 30, pp. 53–60, 2017, doi: 10.21660/2017.30.160601.
 - [14] S. Mala and M. K. Jat, "Geographic information system based spatio-temporal dengue fever cluster analysis and mapping," *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, vol. 22, no. 3, pp. 297–304, 2019, doi: 10.1016/j.ejrs.2019.08.002.
 - [15] J. E. Hernández-Ávila *et al.*, "Nation-Wide, Web-Based, Geographic Information System for the Integrated Surveillance and Control of Dengue Fever in Mexico," *PLoS One*, vol. 8, no. 8, 2013, doi: 10.1371/journal.pone.0070231.
 - [16] G. P. Withanage, M. Gunawardana, S. D. Viswakula, K. Samaraweera, N. S. Gunawardana, and M. D. Hapugoda, "Multivariate spatio-temporal approach to identify vulnerable localities in dengue risk areas using Geographic Information System (GIS)," *Sci Rep*, vol. 11, no. 1, Dec. 2021, doi: 10.1038/s41598-021-83204-1.
 - [17] L. I. Zambrano *et al.*, "Spatial distribution of dengue in Honduras during 2016–2019 using a geographic information systems (GIS)—Dengue epidemic implications for public health and travel medicine," *Travel Med Infect Dis*, vol. 32, 2019, doi: 10.1016/j.tmaid.2019.101517.
 - [18] L. M. Brasil, M. M. F. Gomes, C. J. Miosso, M. M. da Silva, and G. D. Amvame-Nze, "Web platform using digital image processing and geographic information system tools: A Brazilian case study on dengue," *Biomed Eng Online*, vol. 14, no. 1, 2015, doi: 10.1186/s12938-015-0052-2.
 - [19] L. I. Zambrano *et al.*, "Estimating and mapping the incidence of dengue and chikungunya in Honduras during 2015 using Geographic Information Systems (GIS)," *J Infect Public Health*, vol. 10, no. 4, pp. 446–456, 2017, doi: 10.1016/j.jiph.2016.08.003.
 - [20] F. N. Bessa Júnior, R. F. de F. Nunes, M. A. de Souza, A. C. de Medeiros, M. J. de M. Marinho, and W.

- O. Pereira, "Spatial distribution of dengue disease in municipality of Mossoró, Rio Grande do Norte, using the Geographic Information System," *Revista Brasileira de Epidemiologia*, vol. 16, no. 3, pp. 603–610, 2013, doi: 10.1590/s1415-790x2013000300005.
- [21] M. Senduk and A. F. C. Kalesaran, "Use of Geographic Information System for Dengue Hemorrhagic Fever Outbreak Mapping in North Sulawesi," in *Strengthening Hospital Competitiveness to Improve Patient Satisfaction and Better Health Outcomes*, Masters Program in Public Health, Graduate School, Universitas Sebelas Maret, 2019, pp. 47–47. doi: 10.26911/the6thicph.01.24.
- [22] T. T. P. Jayadas *et al.*, "A Spatial Dengue Risk Map for the Jaffna District of Northern Sri Lanka," *Vingnanam Journal of Science*, vol. 18, no. 1, pp. 13–22, Aug. 2023, doi: 10.4038/vingnanam.v18i1.4224.
- [23] B. Fernández-Martínez *et al.*, "Spatial analysis for risk assessment of dengue in Spain," *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica (English ed.)*, Oct. 2023, doi: 10.1016/j.eimce.2023.06.010.
- [24] D. S. S. Rejeki, N. Nurhayati, and B. Aji, "A spatiotemporal analysis of dengue hemorrhagic fever in Banyumas, Indonesia," *Int J Publ Health Sci*, vol. 10, no. 2, pp. 231–240, Jun. 2021, doi: 10.11591/ijphs.v10i2.20713.
- [25] N. V. A. Lubrica, C. J. S. Valdez, J. W. Quianio, R. I. Rubia, and G. D. Bernardino, "Analysis of Dengue Cases Using Geographic Information Systems: Evidence from Baguio City, Philippines," *Phillipine Journal of Nursing*, vol. 92, no. 2, Jul. 2023.