

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan salah satu penyakit menular yang masih menjadi ancaman kesehatan global dengan tingkat kejadian yang terus meningkat. Penyakit ini sering menimbulkan masalah kesehatan serius bagi masyarakat yang tinggal di kawasan tropis dan subtropis, khususnya di kawasan Asia yang memiliki iklim yang mendukung peningkatan kasus demam berdarah. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), diperkirakan terdapat 100 juta kasus simptomatik *dengue* setiap tahun, ditambah sekitar 300 juta infeksi asimtomatik, dan angka ini terus naik secara signifikan sepanjang 24 tahun terakhir. Pada tahun 2024, WHO mencatat rekor tertinggi dengan 14.305.764 kasus dan 10.576 kematian dilaporkan dari 112 negara, sehingga hampir setengah populasi dunia atau sekitar 4 miliar orang tinggal di wilayah dengan risiko penularan dengue [1]. Hal ini menandakan bahwa upaya pencegahan dan pengendalian DBD masih menghadapi tantangan besar.

Secara nasional, Demam Berdarah Dengue (DBD) masih menjadi salah satu penyakit menular dengan tingkat penyebaran yang signifikan di Indonesia. Hasil pemantauan menunjukkan bahwa hingga Mei 2025, tercatat lebih dari 56.000 kasus dan 250 kematian, tersebar di 456 kabupaten atau kota sebesar 87% wilayah di Indonesia [2]. Sementara itu, hingga minggu ke-25 pada tahun 2025, Kementerian Kesehatan mencatat 79.843 kasus dengan 359 kematian, yang menunjukkan lonjakan signifikan dibandingkan dengan tahun sebelumnya [3]. Data ini memperlihatkan bahwa ancaman Demam Berdarah Dengue (DBD) tidak hanya berskala global, tetapi juga nyata di tingkat nasional. Secara periodik, laporan bulanan menunjukkan penurunan dan kenaikan kasus yang fluktuatif antar wilayah. Provinsi Jawa Timur termasuk pada wilayah dengan penyebaran kasus DBD tinggi secara konsisten. Namun, pada data tingkat kecamatan seringkali tidak dilakukan analisis lebih mendalam, sehingga tidak dapat terlihat secara jelas pola penularannya. Ketiadaan analisis yang secara detail hingga level kecamatan,

membuat strategi intervensi sering kurang tepat sasaran dan menyulitkan dalam menentukan wilayah prioritas pencegahan.

Di Kabupaten Lamongan, angka kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) memperlihatkan pola peningkatan yang cukup signifikan. Berdasarkan laporan Dinas Kesehatan Kabupaten Lamongan, tercatat 671 kasus DBD dalam 6 bulan pertama pada tahun 2025, menunjukkan peningkatan dibandingkan dengan periode yang setara pada tahun sebelumnya [4]. Faktor-faktor seperti kepadatan penduduk, curah hujan dan kondisi lingkungan menjadi kontributor utama dalam peningkatan kasus tersebut [5]. Indikator epidemiologi seperti *Incidence Rate* (IR) DBD juga menunjukkan peningkatan di wilayah dengan kondisi lingkungan yang mendukung perkembangan vektor. *Incidence Rate* (IR) DBD atau angka kesakitan DBD merupakan ukuran yang digunakan untuk menggambarkan tingkat kejadian penyakit DBD dalam suatu wilayah pada periode waktu tertentu. Indikator ini menunjukkan seberapa besar kejadian DBD di tengah masyarakat dengan mempertimbangkan jumlah penduduk pada wilayah tersebut. Dengan adanya IR DBD, tingkat kejadian DBD antarwilayah dapat dibandingkan secara lebih tepat, sehingga gambaran mengenai wilayah dengan tingkat kejadian DBD yang lebih tinggi dapat terlihat secara lebih jelas. Selain itu, terdapat ketimpangan yang signifikan dalam penyebaran kasus antar kecamatan, di mana Kecamatan Brondong dan Solokuro menunjukkan jumlah kasus yang relatif tinggi. Kondisi ini menegaskan perlunya analisis spasial untuk memahami pengelompokan wilayah rawan DBD secara geografis. Urgensi penelitian ini semakin kuat seiring dengan komitmen nasional untuk menurunkan angka kematian akibat Demam Berdarah Dengue (DBD). Pemerintah Indonesia telah menetapkan target “*zero dengue death* pada tahun 2030”, dan meningkatkan efektivitas strategi nasional melalui berbagai program, seperti surveilans penyakit, pengendalian vektor, serta inovasi teknologi terkini seperti penggunaan bakteri *Wolbachia* dan pengembangan vaksin DBD [6]. Keberhasilan implementasi kebijakan tersebut sangat bergantung pada ketersediaan data spasial yang akurat dan terperinci, sehingga intervensi dapat diprioritaskan secara geografis dan lebih relevan dengan kondisi wilayah. Pendekatan ini sejalan

dengan konsep *health geography*, di mana faktor ruang dan lokasi dipertimbangkan dalam analisis masalah kesehatan.

Di Kabupaten Lamongan, peningkatan kasus DBD yang signifikan di beberapa kecamatan, khususnya di kecamatan Brondong dan Solokuro, menimbulkan pertanyaan penting mengenai adanya pola penyebaran spasial tertentu, serta peran faktor-faktor seperti kepadatan penduduk dan kondisi lingkungan lainnya yang diduga mempengaruhi tingginya angka kasus di kawasan tersebut. Dengan demikian, penelitian ini dilakukan untuk memberikan kontribusi metodologis dalam memperkuat basis data spasial di tingkat kecamatan, sekaligus memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai dinamika penyebaran DBD di Kabupaten Lamongan. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan masukan bagi proses pengambilan keputusan yang lebih efektif dan terfokus dalam upaya pencegahan serta pengendalian DBD secara berkelanjutan. Penelitian ini juga relevan sebagai bahan pertimbangan pemerintah daerah dalam mengalokasikan sumber daya kesehatan secara lebih terarah.

Penyebaran kasus DBD menunjukkan variasi yang cukup jelas antar kecamatan di Kabupaten Lamongan, sehingga pengelompokan wilayah atau klusterisasi menjadi langkah penting dalam memahami distribusi spasialnya. Beberapa kecamatan seperti Brondong dan Solokuro tercatat memiliki jumlah kasus lebih tinggi dibandingkan wilayah lainnya, yang menandakan bahwa tingkat risiko penularan tidak bersifat merata. Klusterisasi diperlukan untuk mengidentifikasi kelompok wilayah dengan karakteristik serupa yang secara tidak langsung berkontribusi terhadap peningkatan kasus. Tanpa adanya pengelompokan yang terstruktur, intervensi pengendalian penyakit cenderung bersifat umum, sehingga berpotensi menyebabkan alokasi sumber daya yang kurang efektif. Urgensi penggunaan analisis kluster terletak pada kemampuannya untuk memetakan perbedaan tingkat kerentanan antarwilayah dan mengidentifikasi wilayah yang memiliki risiko tinggi maupun rendah. Dengan demikian, strategi pencegahan dan pengendalian dapat disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing kecamatan. Analisis kluster memberikan dasar yang lebih kuat dalam penetapan prioritas intervensi serta memungkinkan penanggulangan DBD dilakukan secara

lebih tepat sasaran dan efisien. Hasil pengelompokan ini juga membantu pemerintah daerah dalam merumuskan strategi yang lebih spesifik, seperti penentuan prioritas lokasi fogging, penyuluhan kesehatan, maupun penguatan surveilans. Tanpa adanya pengelompokan yang sistematis, kebijakan pengendalian DBD berpotensi tidak optimal, terutama pada wilayah dengan tingkat risiko tinggi.

Pemilihan pendekatan klasterisasi dalam penelitian ini didasarkan pada tujuan penelitian yang lebih berfokus untuk mengelompokkan wilayah berdasarkan kesamaan karakteristik dan tingkat kerawanan DBD, bukan untuk melakukan prediksi atau membangun model hubungan sebab-akibat antarvariabel. Selain itu, data yang digunakan dalam penelitian ini tidak memiliki label atau kategori kelas yang telah ditentukan sebelumnya [7], seperti kategori wilayah rawan rendah, rawan sedang, atau rawan tinggi. Oleh karena itu, diperlukan metode unsupervised learning untuk menemukan pola pengelompokan wilayah berdasarkan kemiripan karakteristik data. Pemodelan umumnya digunakan ketika penelitian bertujuan untuk memperkirakan pengaruh suatu variabel terhadap variabel lain atau memprediksi kejadian pada periode tertentu. Sementara itu, klasterisasi lebih sesuai digunakan ketika penelitian ingin menemukan pola pengelompokan wilayah berdasarkan karakteristik yang dimiliki. Dalam konteks penyebaran DBD di Kabupaten Lamongan, pendekatan ini digunakan untuk mengetahui kecamatan mana saja yang memiliki kemiripan kondisi, sehingga wilayah dengan tingkat risiko yang serupa dapat dikelompokkan secara lebih sistematis. Dengan demikian, hasil klasterisasi dapat membantu pemerintah daerah dalam menentukan prioritas intervensi dan menyusun strategi pengendalian DBD yang lebih tepat sasaran.

Dalam konteks tersebut, metode *Spatial 'K'ustering by Tree Edge Removal* (SKATER) dipilih dalam penelitian ini karena SKATER dirancang untuk menangani data yang memiliki keterkaitan geografis, seperti kasus DBD yang menunjukkan pola penyebaran spasial. SKATER menggabungkan kemiripan atribut dengan hubungan ketetanggaan antarwilayah, sehingga klaster yang terbentuk tidak hanya serupa secara karakteristik, tetapi juga mencerminkan kedekatan lokasi yang relevan dalam analisis epidemiologi. Pendekatan ini memberikan keunggulan dibandingkan metode klasterisasi konvensional yang

tidak mempertimbangkan struktur spasial, sehingga kurang sesuai untuk memetakan risiko penyakit berbasis wilayah. Dengan memanfaatkan *Minimum Spanning Tree* (MST), SKATER mampu menghasilkan klaster yang lebih representatif terhadap kondisi lapangan dan lebih akurat dalam menggambarkan keterkaitan antarwilayah. Mengingat penyebaran DBD dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan interaksi spasial antarkecamatan, SKATER menjadi metode yang relevan untuk menghasilkan pengelompokan wilayah yang dapat digunakan sebagai dasar penetapan prioritas intervensi dan pengambilan keputusan berbasis wilayah.

Metode *Spatial 'K'ustering by Tree Edge Removal* (SKATER) adalah sebuah pendekatan klasterisasi spasial yang dirancang untuk mengidentifikasi kelompok-kelompok unit geografis yang homogen secara atribut dan terhubung secara spasial. Pendekatan ini secara fundamental mengintegrasikan dua aspek penting dalam analisis data geospasial, yaitu kemiripan atribut antar unit spasial dan keterhubungan topologisnya. Secara teknis, SKATER bekerja dengan membangun sebuah *Minimum Spanning Tree* (MST) berdasarkan bobot jarak atau kemiripan atribut antarwilayah. Klaster kemudian dibentuk dengan menghapus *edge* dengan bobot terbesar, sehingga diperoleh kelompok wilayah yang homogen dan tetap terhubung secara spasial [8]. Pendekatan ini sesuai untuk data geografis karena mempertahankan kesinambungan wilayah dalam proses klasterisasi. Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan dua metode optimasi, yakni *Particle Swarm Optimization* (PSO) dan *Adaptive Particle Swarm Optimization* (APSO), untuk menentukan jumlah klaster yang optimal dalam proses klasterisasi spasial SKATER. Melalui mekanisme optimasi tersebut, pemilihan jumlah klaster dilakukan secara lebih sesuai dengan karakteristik data, sehingga struktur klaster yang terbentuk mampu menggambarkan pola spasial penyebaran DBD secara lebih akurat, konsisten, dan informatif. Selain itu, SKATER memiliki keunggulan dalam menghadapi keberadaan *outlier* maupun data yang bersifat *noise*, yaitu data yang menyimpang dari pola umum akibat kesalahan pengukuran antarwilayah. Keunggulan ini terjadi karena SKATER mampu diterapkan pada pendekatan pengelompokan divisit maupun aglomeratif [9]. Menjadikannya pilihan yang kuat

untuk analisis spasial yang membutuhkan klaster yang koheren secara geografis. Dalam konteks epidemiologi, khususnya untuk penyakit yang penularannya sangat dipengaruhi oleh faktor spasial dan demografi seperti Demam Berdarah Dengue (DBD), metode SKATER sangat relevan. Kemampuannya untuk mengelompokkan wilayah berdasarkan kemiripan faktor risiko seperti kepadatan penduduk dan kondisi lainnya, memungkinkan identifikasi wilayah-wilayah rawan secara lebih akurat dan sistematis. Implementasi SKATER umumnya menggunakan lingkungan pemrograman statistik seperti Python, yang dilengkapi dengan pustaka geospasial untuk pemrosesan data, eksekusi algoritma klusterisasi, serta visualisasi hasil dalam bentuk peta tematik yang informatif. Peta klaster ini kemudian dapat berfungsi sebagai landasan untuk pengambilan kebijakan untuk menyusun strategi intervensi yang berfokus dan efisien. Hal ini menegaskan bahwa pemilihan metode SKATER dalam penelitian ini bukan hanya tepat secara teknis, tetapi juga strategis dalam pengendalian DBD.

Penelitian mengenai penyebaran Demam Berdarah Dengue (DBD) telah banyak dilakukan dengan memanfaatkan pendekatan analisis spasial dan teknik klusterisasi untuk memahami pola distribusi penyakit secara geografis. Pendekatan-pendekatan tersebut menjadi landasan penting dalam upaya identifikasi wilayah rawan DBD, sehingga dapat mendukung strategi pengendalian yang lebih efektif. Berbagai studi terdahulu yang relevan dengan topik ini menjadi dasar konseptual dan metodologis bagi penelitian ini. Penelitian yang dilakukan oleh [10] mengkaji pengaruh indeks entomologi terhadap persebaran kasus DBD di Kabupaten Sukoharjo. Penelitian ini menelaah hubungan antara kondisi lingkungan, khususnya jumlah jentik nyamuk, dengan distribusi geografis kasus DBD. Temuan penelitian menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara faktor entomologi dan distribusi spasial DBD, yang menegaskan pentingnya memasukkan parameter lingkungan dalam model analisis spasial untuk meningkatkan akurasi identifikasi wilayah rawan. Sementara itu, penelitian oleh [11] menerapkan algoritma K-Means dalam mengelompokkan kasus DBD berdasarkan kabupaten di Indonesia. Hasilnya menunjukkan bahwa metode klusterisasi mampu membantu mengidentifikasi wilayah dengan tingkat risiko yang berbeda, sehingga mendukung penentuan

prioritas intervensi secara lebih tepat sasaran. Meskipun demikian, penelitian tersebut belum mempertimbangkan aspek spasial antar wilayah. Penelitian lain oleh [12] menerapkan metode *Spatial 'K'cluster Analysis by Tree Edge Removal* (SKATER) untuk mengelompokkan pola persebaran lokasi wisata di Pulau Bawean. Pendekatan ini memanfaatkan *Minimum Spanning Tree* (MST) yang dibangun berdasarkan kedekatan spasial antar unit wilayah, kemudian membentuk kluster-kluster yang homogen baik secara spasial maupun atribut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa SKATER memberikan hasil klusterisasi yang baik, ditunjukkan oleh nilai *Silhouette Coefficient* tertinggi sebesar 0,3159 pada pembentukan empat kluster. Nilai ini menjadi indikator bahwa pembagian empat kluster merupakan struktur yang paling optimal dibandingkan tiga atau lima kluster. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa SKATER mampu mengidentifikasi wilayah yang berdekatan secara geografis dan memiliki keserupaan karakteristik, sehingga interpretasi pola distribusi spasial menjadi lebih jelas dan terarah. Studi ini memberikan bukti empiris atas penerapan SKATER dalam konteks regionalisasi spasial non-klasikal, sekaligus memperkuat relevansi metodologi ini dalam analisis spasial yang mengintegrasikan keseragaman atribut dengan keterhubungan geografis. Dengan membandingkan hasil penelitian sebelumnya, terlihat adanya celah bahwa metode SKATER belum banyak diterapkan dalam konteks epidemiologi DBD di tingkat kecamatan, khususnya di wilayah dengan karakteristik demografi dan lingkungan yang kompleks seperti Kabupaten Lamongan.

Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji penyebaran Demam Berdarah Dengue (DBD) dengan pendekatan berbasis analisis spasial dan klusterisasi, masih terdapat kekurangan signifikan yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini. Studi-studi sebelumnya, seperti yang meneliti terkait pengaruh faktor lingkungan dan cuaca terhadap distribusi DBD, belum secara menyeluruh mengintegrasikan metode klusterisasi spasial berbasis SKATER yang mampu menggabungkan kemiripan atribut dan keterkaitan spasial secara simultan. Selain itu, meskipun SKATER telah terbukti efektif dalam konteks regionalisasi spasial non-klasikal, seperti pengelompokkan tempat wisata di Pulau Bawean, penerapannya dalam

konteks epidemiologi DBD, khususnya di tingkat kecamatan di Kabupaten Lamongan, masih sangat terbatas dan belum sepenuhnya mempertimbangkan karakteristik demografi dan lingkungan yang spesifik. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode SKATER dalam mengelompokkan kecamatan di Kabupaten Lamongan berdasarkan tingkat kerawanan DBD, dengan tujuan untuk mendeskripsikan distribusi spasial kasus secara lebih akurat dan sistematis. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya mengisi kekosongan literatur, tetapi juga memberikan kontribusi praktis dalam merumuskan strategi pencegahan DBD yang lebih terfokus dan berbasis wilayah.

Dengan mengintegrasikan metode *Spatial 'K'cluster Analysis by Tree Edge Removal* (SKATER) dalam analisis distribusi spasial kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kabupaten Lamongan, penelitian ini diharapkan mampu memberikan pemahaman yang lebih mendalam dan akurat mengenai pola penyebaran penyakit. Temuan dari penelitian ini dapat dijadikan landasan yang kuat bagi penetapan kebijakan dan perancangan strategi pengendalian DBD yang lebih efektif dan tepat sasaran, sekaligus memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan metode analisis spasial epidemiologi di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini berpotensi memberikan kontribusi sebagai rujukan bagi studi-studi selanjutnya yang ingin mengembangkan analisis spasial untuk penyakit menular lainnya di Indonesia. Sebagai pengembangan lanjutan dari hasil analisis spasial, penelitian ini juga akan merancang dan mengimplementasikan antarmuka grafis berbasis GUI untuk menampilkan hasil klusterisasi wilayah rawan DBD di Kabupaten Lamongan. GUI dipilih karena kemampuannya dalam mengintegrasikan pemrograman data dan visualisasi secara dinamis dan intuitif. Melalui GUI ini, pengguna dapat mengunggah data, melihat hasil klusterisasi berbasis peta interaktif, serta memperoleh informasi deskriptif dari setiap kluster wilayah. Rencana pembuatan GUI ini bertujuan untuk menjembatani hasil penelitian dengan kebutuhan pengguna non-teknis, seperti pemerintah daerah dan tenaga kesehatan, agar dapat memanfaatkan hasil analisis secara langsung dalam proses pengambilan keputusan berbasis data spasial. Dengan demikian, penelitian

ini tidak hanya menghasilkan luaran analisis yang bersifat akademis, tetapi juga antarmuka grafis yang interaktif dan informatif.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, rumusan masalah pada penelitian ini dapat disajikan sebagai berikut :

1. Bagaimana tahapan penerapan metode *Spatial 'K'ustering by Tree Edge Removal* (SKATER) dalam menganalisis distribusi sebaran DBD di Kabupaten Lamongan?
2. Bagaimana hasil pengelompokan wilayah rawan DBD menggunakan metode SKATER?
3. Bagaimana hasil analisis distribusi spasial DBD dapat diimplementasikan dalam bentuk antarmuka grafis berbasis GUI untuk memudahkan visualisasi serta interpretasi data bagi pengguna maupun pengambilan keputusan.

1.3. Batasan Masalah

Penetapan Batasan masalah dilakukan untuk menjaga agar pelaksanaan penelitian berlangsung secara fokus dan terarah :

1. Unit analisis yang digunakan dalam penelitian ini berada pada tingkat kecamatan, dengan total 27 kecamatan yang menjadi objek penelitian. Oleh karena itu, hasil analisis yang diperoleh merepresentasikan kondisi pada level wilayah, bukan pada tingkat individu maupun rumah tangga.
2. Periode penelitian diambil pada tahun 2024.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjawab rumusan masalah serta memberikan arahan yang lebih jelas bagi penelitian ini. Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan distribusi sebaran DBD di Kabupaten Lamongan berdasarkan data per kecamatan.

2. Menganalisis hasil pengelompokan wilayah rawan DBD yang dihasilkan oleh metode SKATER.
3. Membuat hasil analisis distribusi spasial DBD dalam bentuk antarmuka grafis berbasis GUI guna memudahkan visualisasi serta interpretasi data, bagi pengguna maupun pengambilan kebijakan.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Bagi bidang keilmuan

Mengetahui penerapan metode klusterisasi spasial SKATER dalam mengidentifikasi pola kerawanan DBD di tingkat kecamatan. Diharapkan hasil penelitian ini dapat berkontribusi sebagai referensi sekaligus bahan pembelajaran untuk pengembangan penelitian di bidang sejenis.

2. Bagi masyarakat

Mampu meningkatkan kewaspadaan masyarakat terhadap wilayah rawan DBD serta mendorong partisipasi dalam menjaga kebersihan lingkungan untuk mencegah penularan penyakit.

3. Bagi Pemerintah

Memberikan informasi berbasis spasial kepada pemerintah sebagai bahan pertimbangan dalam menyusun kebijakan dan penentuan prioritas intervensi pencegahan DBD.