

## BAB 4

# Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis dalam Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Malaria dan Demam Berdarah Dengue

---

Dwi Sarwani Sri Rejeki

## A. Pendahuluan

Penyakit tular vektor masih menjadi permasalahan kesehatan yang penting di Indonesia. Setiap tahun di Indonesia masih dilaporkan beberapa penyakit tular vektor, seperti malaria, demam berdarah dengue (DBD), chikungunya, dan filariasis. Komitmen Indonesia untuk mengeliminasi malaria dibuktikan dengan terbitnya Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 293/MENKES/SK/IV/2009 tentang eliminasi malaria di Indonesia untuk mewujudkan masyarakat yang hidup sehat, terbebas dari penularan malaria secara bertahap sampai tahun 2030. Sampai tahun 2024 ini, di Indonesia masih dilaporkan kasus malaria terutama di Indonesia bagian timur. Sementara itu, kasus DBD sampai saat ini masih dilaporkan oleh

---

D. S. S. Rejeki

Universitas Jenderal Soedirman, *e-mail*: dwi.rejeki@unsoed.ac.id

©2024 Editor & Penulis

Rejeki, D. S. S. (2024). Pemanfaatan sistem informasi geografis dalam pencegahan dan pengendalian penyakit malaria dan demam berdarah dengue. Dalam S. P. M. Wijayanti & A. L. Ramadona (Ed.), *Dinamika penyakit tular vektor nyamuk di Indonesia* (89–124). Penerbit BRIN. DOI: 10.55981/brin.1589. c1274 E-ISBN: 978-602-6303-59-2

hampir seluruh wilayah Indonesia, baik di wilayah perkotaan maupun perdesaan. Berbagai upaya dilakukan untuk mengendalikan penyakit tular vektor ini, salah satunya dengan pendekatan sistem informasi geografis (SIG).

Sistem informasi geografis (SIG) merupakan sistem informasi bersifat geografis yang menjelaskan suatu keadaan “ruang” atau wilayah, atau yang dikenal dengan istilah spasial (*spatial*) sehingga sering dikenal dengan analisis spasial (analisis keruangan). Sistem informasi geografis ini adalah sistem berbasis komputer yang digunakan untuk mengolah dan menyimpan data atau informasi geografis. Komponen SIG terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data geografis, analisis, dan sumber daya manusia yang bekerja bersama secara efektif untuk memasukkan, menyimpan, memperbaiki, memperbarui, mengelola, memanipulasi, mengintegrasikan, menganalisis, dan menampilkan data dalam suatu informasi berbasis geografis (Centers for Disease Control, 2019). Pemanfaatan SIG mencakup bidang lingkungan, pertanahan, pertanian, ekonomi bisnis, telekomunikasi, pendidikan, pertambangan, transportasi, militer, dan tentu saja kesehatan. Di bidang kesehatan, tokoh yang memelopori penggunaan SIG ini adalah John Snow (bapak epidemiologi modern). John Snow mempelajari wabah kolera di Kota London pada tahun 1854 dengan melakukan pemetaan untuk menyelidiki kaitan antara air dengan kejadian kolera di London (WHO, 2023).

Ada 4 komponen penting dalam SIG, yaitu perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), data geografi, dan personel yang mengoperasikan sistem ini. Perangkat keras meliputi komputer, CPU (*Central Processing Unit*), monitor, *printer*, *digitizer*, *scanner*, *plotter*, CD rom, VDU (*Visual Display Unit*), *flash disk*, dan lain sebagainya. Perangkat lunak meliputi *software* yang digunakan untuk input data, proses maupun *output* data. *Software* yang digunakan di antaranya Q-GIS dan ArcGis. Data geografi terdiri dari data grafis (spasial) dan data atribut (tematik). Data grafis atau data spasial adalah data yang tersimpan dalam bentuk garis, titik, dan area. Contoh

data grafis/spasial ini adalah topografi, rupabumi, lingkungan laut, dan lingkungan pantai. Data atribut adalah data yang menjelaskan mengenai setiap objek di permukaan bumi, termasuk fenomena atau informasi yang mengikutinya. Contoh data atribut yaitu tata guna lahan, mineral, batuan, geologi, flora dan fauna, penduduk, administrasi, sosial-ekonomi-budaya, serta politik.

Sebagai suatu sistem, sistem informasi geografis (SIG) mempunyai beberapa komponen antara lain sebagai berikut.

1) Masukan data (input)

Masukan data ini bisa berupa peta, tabel, laporan, data statistik, foto udara, citra satelit, dan pengukuran lapangan. Data yang dimasukkan dalam sistem ini meliputi data spasial dan data atribut.

2) Manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan)

Manajemen data merupakan serangkaian kegiatan dalam pengorganisasian data atau basis data.

3) Analisis dan manipulasi data

Analisis data dan manipulasi data merupakan kegiatan pemodelan untuk menghasilkan informasi baru. Informasi baru ini digunakan sebagai dasar perencanaan kegiatan atau intervensi.

4) Keluaran (*output*)

Keluaran atau *output* dari sistem GIS dapat meliputi peta, tabel, dan grafik. Dengan adanya peta, pembaca akan lebih mudah menginterpretasikannya dibandingkan dengan narasi.

Sistem Informasi Geografis (SIG) dirancang untuk mendukung berbagai analisis terhadap informasi geografi data dari aspek keruangan, mengembangkan dan menguji model-model, serta menyajikan kembali data sehingga akan meningkatkan pemahaman dan wawasan tentang sesuatu. Teknik-teknik analisis seperti inilah yang disebut analisis spasial. Analisis spasial adalah sekumpulan teknik untuk menganalisis data spasial untuk memberikan informasi yang spesifik tentang peristiwa yang sedang terjadi pada suatu area atau wilayah

geografi atau perubahan yang terjadi pada waktu tertentu. Analisis spasial ini dapat diterapkan dalam bidang ilmu kesehatan, seperti epidemiologi yang mempelajari tentang distribusi, frekuensi, dan determinan masalah kesehatan dan penyakit yang terjadi pada populasi/masyarakat dan aplikasinya untuk mengendalikan masalah tersebut. Dengan demikian, epidemiologi spasial merupakan deskripsi dan analisis variasi geografis penyakit yang berkaitan dengan faktor risiko demografis, lingkungan, perilaku, sosial-ekonomi, genetik, dan penyakit menular (Elliott & Wartenberg, 2004). Hingga saat ini, SIG dalam bidang kesehatan terus dikembangkan dan diterapkan guna mendukung upaya pencegahan dan pengendalian berbagai penyakit menular seperti malaria dan demam berdarah dengue. Oleh karena itu, bab ini membahas mengenai pemanfaatan SIG di bidang kesehatan, metode analisis spasial, dan pemanfaatannya dalam pencegahan dan pengendalian penyakit khususnya penyakit tular vektor seperti malaria dan demam berdarah dengue (DBD).

## **B. Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis di Bidang Kesehatan**

Penentuan distribusi penderita suatu penyakit, serta pola atau model penyebaran penyakit bisa digambarkan dengan SIG. Begitu juga dengan penentuan distribusi unit-unit rumah sakit, puskesmas-puskesmas, fasilitas-fasilitas kesehatan, maupun jumlah tenaga medis dapat pula dilakukan dengan SIG. Menurut World Health Organization (2006), SIG dalam kesehatan masyarakat dapat digunakan sebagai berikut.

### **1) Menentukan distribusi geografis penyakit**

Sistem Informasi Geografis (SIG) digunakan untuk memetakan penyebaran dan distribusi geografis suatu penyakit di suatu wilayah, melihat apakah kecenderungan kasus-kasus penyakit pada wilayah geografi tertentu.

## 2) Analisis tren spasial dan temporal

Dengan membuat peta penyakit secara berurutan, misalnya 5 tahunan atau 10 tahunan, kita bisa melihat tren penyakit dalam kurun waktu tersebut, apakah mengalami peningkatan dan penyebaran atau tidak.

## 3) Pemetaan populasi berisiko

Pemetaan populasi atau wilayah berisiko memberikan informasi terkait wilayah atau populasi yang berisiko secara geografis. Pemanfaatan epidemiologi spasial misalnya digunakan untuk menggambarkan endemisitas wilayah dan populasi berisiko.

## 4) Stratifikasi faktor risiko

Faktor risiko bisa kita buat stratifikasi setiap wilayah geografis. Sistem informasi geografis (SIG) membantu untuk menggambarkan stratifikasi faktor risiko penyakit setiap wilayah.

## 5) Penilaian distribusi sumber daya

Dengan SIG, kita dapat melihat penyebaran sumber daya di bidang kesehatan, misalnya pelayanan dasar, dokter praktik, klinik, dan lain sebagainya. Hal ini penting dalam kegiatan analisis situasi dan penentuan target intervensi.

## 6) Perencanaan dan penentuan intervensi

Dengan dipetakan distribusi dan penyebaran penyakit dan masalah kesehatan, maka informasi tersebut dapat digunakan untuk perencanaan dan penentuan intervensi untuk menyelesaikan masalah.

## 7) Monitoring penyakit

Dengan membuat peta distribusi dan penyebaran penyakit, serta melihat tren penyakit, maka kita bisa memonitor penyakit dan melihat apakah penyakit sudah cenderung berkurang insidensinya dengan adanya intervensi yang sudah dilakukan.

# C. Analisis Spasial, Temporal, Spasiotemporal

Analisis spasial merupakan gabungan dari data spasial dan data atribut yang disajikan secara inferensi visual. Letak suatu lokasi

atau posisi di permukaan bumi disebut data spasial, sedangkan data atribut merujuk pada variabel kualitatif, seperti nama dan atribut numerik, jumlah penduduk, jumlah pelayanan kesehatan (RS atau Puskesmas), pendapatan, dan lain sebagainya. Analisis spasial mencakup statistik spasial, yang bertujuan untuk mengkuantifikasi ketidakpastian estimasi, prediksi, dan pemetaan, serta menyediakan dasar inferensi statistik dengan data spasial (Waller & Gotway, 2004; Lai et al., 2009). Analisis spasial ini membantu para epidemiolog untuk mendeskripsikan pola spasial penyakit, mengidentifikasi *cluster* penyakit, dan menjelaskan atau memprediksi risiko dari penyakit. Pengelolaan data spasial menggunakan *geographic information systems* (GIS) dan *database management systems* (DBMS) serta melalui berbagai tahapan analisis data spasial (Pfeiffer et al., 2008).

Terdapat 3 kelompok metode analisis dalam spasial, yaitu visualisasi, eksplorasi, dan *modeling*. Visualisasi adalah analisis yang paling umum digunakan, menghasilkan peta yang mendeskripsikan pola spasial dan berguna untuk merangsang analisis selanjutnya dan mengomunikasikan dengan pihak lain. Eksplorasi dalam spasial menggunakan metode statistik untuk menentukan apakah pola yang diamati adalah acak (*random*) dalam ruang. Analisis *modeling* menggunakan konsep hubungan sebab akibat yang menggunakan data spasial dan nonspasial untuk menjelaskan atau memprediksi pola spasial. Analisis spasial juga menggabungkan visualisasi dan penggunaan statistik untuk menguji apakah pola yang diamati membentuk *cluster* (mengelompok) atau tersebar secara *random*. Identifikasi adanya *cluster* membantu dalam mengetahui secara dini adanya wabah penyakit menular dan faktor apa yang memengaruhinya. Selain itu, dalam analisis spasial bisa menghasilkan pemodelan, yaitu analisis spasial yang menjelaskan hubungan sebab-akibat dengan menggunakan data spasial dan atribut (Pfeiffer et al., 2008).

Di bidang kesehatan, aplikasi statistik spasial yang sering digunakan, yaitu analisis *clustering* dan pemodelan. Perangkat lunak SaTScan dan GeoDa banyak digunakan dalam analisis *clustering* dan

pemodelan. SaTScan adalah *software* yang digunakan untuk analisis spasial, *temporal*, dan *space-time* data yang menggunakan spasial, *temporal*, atau *space-time scan* statistik. Adapun tujuan penggunaan SaTScan (Kulldorff, 2015) adalah sebagai berikut:

- 1) menampilkan secara geografik surveilans penyakit, untuk mendeteksi spasial atau *cluster space-time* dan untuk melihat apakah secara statistik signifikan;
- 2) untuk menguji apakah penyakit berdistribusi *random* atau mengelompok dalam suatu lokasi, waktu atau lokasi dan waktu;
- 3) mengevaluasi kemaknaan statistik dari *cluster* penyakit yang terjadi; serta
- 4) menampilkan *real-time* prospektif atau periodik waktu surveilans penyakit untuk deteksi awal kejadian luar biasa (KLB)/*outbreaks*.

SaTScan dapat digunakan untuk diskret dan kontinu *scan* statistik. Pada diskret *scan* statistik, lokasi geografi data yang diamati adalah *non-random* dan *fixed*, seperti letak rumah, sekolah, atau bisa titik tengah/*central* dari lokasi yang luas (*centroid*). Pada kontinu *scan* statistik, lokasi yang diamati adalah *random* dan dapat terjadi di mana saja dalam studi area yang ditentukan oleh pengguna. Pada diskret *scan* statistik, SaTScan dapat menggunakan model *Poisson*, *Bernaulli*, *Space-time permutation*, *Multinomial*, dan *Exponential model*. Pada *Poisson model*, pengamatan pada jumlah kejadian yang terjadi pada populasi bukan pengamatan individu, harus diketahui populasi yang berisiko. *Bernaulli model* digunakan untuk dengan kejadian 1 dan 0, seperti kasus dan kontrol. Model *Space-time permutation* menggunakan data kasus yang terdiri dari lokasi spasial dan waktu mulai sakit. *Multinomial model* untuk data kategorik, merupakan model ordinal. Sedangkan eksponensial model digunakan untuk data waktu *survival* dengan atau tanpa *censored* variabel. Pada kontinu *scan* statistik, misalnya data curah hujan, kelembapan, polusi udara, SaTscan menggunakan model kontinu *Poisson* (Pfeiffer et al., 2008).

Cara kerja SaTScan yaitu dengan menempatkan jendela lingkaran pada peta studi sesuai dengan analisis dan model yang ditentukan. Analisis SaTScan terdiri dari *purely spatial*, *purely temporal*, dan *space-time*. Analisis *purely spatial* scan statistik yaitu jendela lingkaran akan ditempatkan berdasarkan hasil analisis menurut lokasi pada peta. Analisis *purely temporal* scan statistik yaitu jendela lingkaran ditempatkan berdasarkan analisis dimensi waktu. Analisis *space-time* scan statistik yaitu jendela lingkaran akan ditempatkan berdasarkan hasil analisis menurut lokasi dan menurut dimensi waktu (Kulldorff, 2015). Pada analisis SaTScan, dilakukan perbandingan jumlah kasus yang diobservasi pada *cluster* dengan jumlah kasus yang diharapkan bila lokasi spasial dan temporal saling bebas sehingga tidak ada interaksi *space-time*. Apabila dalam kurun waktu jumlah kasus pada suatu area geografis tertentu dua kali lebih tinggi dibandingkan area geografis lainnya, maka pada area geografis tersebut terjadi *cluster* (Rejeki et al., 2019).

GeoDa merupakan perangkat lunak yang menggabungkan peta dan statistik grafik (Anselin, 2003). GeoDa mempunyai kemampuan dalam menganalisis ketergantungan spasial. Ketergantungan spasial yaitu mempelajari hubungan antarkarakteristik dalam lingkup geografi. Ukuran yang digunakan untuk mengetahui ketergantungan spasial, yaitu autokorelasi spasial. Teknik untuk mengidentifikasi apakah suatu kejadian penyakit di permukaan bumi berkesesuaian atau tidak berkesesuaian dengan unit area sekitarnya disebut autokorelasi spasial. Autokorelasi spasial penting dalam epidemiologi penyakit karena pada statistik diasumsikan bahwa kejadian saling berhubungan atau saling bebas satu sama lain. Di sisi lain, apabila kejadian penyakit diambil dari area atau titik yang berdekatan dan hasil analisis statistik menunjukkan tidak terdapat perbedaan kejadian pada area-area tersebut, maka statistik tidak dapat mengidentifikasi adanya autokorelasi spasial (Lai et al., 2009).



## **D. Pemanfaatan Analisis Spasial pada Penyakit Malaria dan Demam Berdarah Dengue**

Epidemiologi spasial banyak digunakan dalam epidemiologi penyakit, terutama penyakit menular, seperti malaria, demam berdarah, filariasis, tuberkulosis paru, dan lain sebagainya. Beberapa kajian epidemiologi spasial pada penyakit tular vektor sudah dilakukan di beberapa negara dan juga di Indonesia.

### **1. Pemanfaatan Epidemiologi Spasial pada Penyakit Malaria**

Penggunaan analisis spasial sangat bermanfaat dalam malaria (Carter et al., 2000; Tonnang et al., 2010). Aspek keruangan yang menunjukkan lokasi letak dan posisi suatu objek atau kejadian yang berada di bawah, pada, atau di atas permukaan bumi yang dinyatakan dalam sistem koordinat tertentu disebut geospasial (UU No. 4, 2011). Untuk keperluan perubahan data spasial menjadi informasi geospasial, diperlukan SIG serta analisis spasial. Penggunaan SIG untuk malaria, yaitu dalam penentuan analisis variasi lokal, penentuan zona berisiko secara geografi, dan pengukuran intervensi malaria (Carter et al., 2000; Coulibaly et al., 2013; Clements et al., 2013). Penggabungan aspek keruangan dan aspek waktu disebut spasiotemporal. Penggunaan spasiotemporal dalam pengendalian malaria yaitu dalam penentuan target intervensi berdasarkan tren lokal transmisi (Alemu et al., 2014; Alemu et al., 2013; Dhimal et al., 2014). Beberapa negara seperti Ethiopia, Bangladesh, China, dan Kenya menunjukkan kejadian malaria yang mengelompok/membentuk *cluster*, baik *cluster* primer, sekunder (Alemu et al., 2013; Haque et al., 2011; Zhang et al., 2008; Ernst et al., 2006), maupun mengelompok pada waktu tertentu (Xia et al., 2015; Alemu et al., 2014). Dalam fase pra-eliminasi dan eliminasi, intervensi harus ditargetkan untuk seluruh desa atau kota-kota yang memiliki kejadian malaria lebih tinggi sampai episode malaria pada individu (Bousema et al., 2012).

Sistem informasi geografis (SIG) dengan *clustering* spasial malaria digunakan untuk mengetahui pola spasial kejadian malaria dan membantu menghubungkan hipotesis terhadap distribusi yang diobservasi. Analisis *clustering* digunakan untuk sistem kewaspadaan dini KLB suatu penyakit dan untuk penentuan target intervensi lokal yang tepat (Coleman et al., 2009). Spatial statistik (SaTScan) digunakan untuk mengetahui apakah kejadian malaria berdistribusi secara acak atau mengelompok (Xia et al., 2015; Alemu et al., 2014). Hasil penelitian malaria di Ethiopia menunjukkan terdapat 5 kabupaten termasuk *the most likely spatiotemporal clusters* dan di seluruh wilayah penelitian diidentifikasi *secondary clusters* (Alemu et al., 2013). Penelitian di Perbukitan Bangladesh menunjukkan bahwa penderita malaria membentuk 3 *cluster* di wilayah tersebut (Haque et al., 2011). Di Provinsi Anhui China, diidentifikasi ada 8 kecamatan dan 2 kota yang kasus malaria mengelompok selama tahun 2002–2006 (Zhang et al., 2008). Terdapat pengelompokan (*cluster*) kasus malaria selama 4 tahun di dataran tinggi Kenya, individu yang tinggal di area *cluster* malaria memiliki risiko 3 kali lebih besar menderita malaria dibanding dengan yang tinggal di luar *cluster* (Ernst et al., 2006). Kejadian luar biasa (KLB) yang terjadi di Kota Albertsnek dan Thambokulu di Provinsi Mpumalanga Afrika Selatan sama dengan hasil analisis *space time cluster*. Hal ini menunjukkan *space time cluster* dengan SaTScan bisa digunakan sebagai sistem konfirmasi terjadinya KLB (Coleman et al., 2009).

Hasil analisis spasial malaria di Pulau Sebatik Kalimantan Timur tahun 2007–2009 menunjukkan pola sebaran malaria bersifat mengelompok, letak rumah kasus malaria cenderung berdekatan (65–75 m) dan rumah kasus malaria berdekatan dengan habitat jentik dan dalam jarak terbang nyamuk (Boewono et al., 2012). Hasil spasial kejadian malaria saat KLB di Purworejo tahun 2010–2011 menunjukkan terdapat pengelompokan (*clustering*) malaria secara kewilayahan, yaitu di Desa Somongari Kecamatan Kaligesing periode November 2010–Maret 2011 (Sulistyawati, 2012).

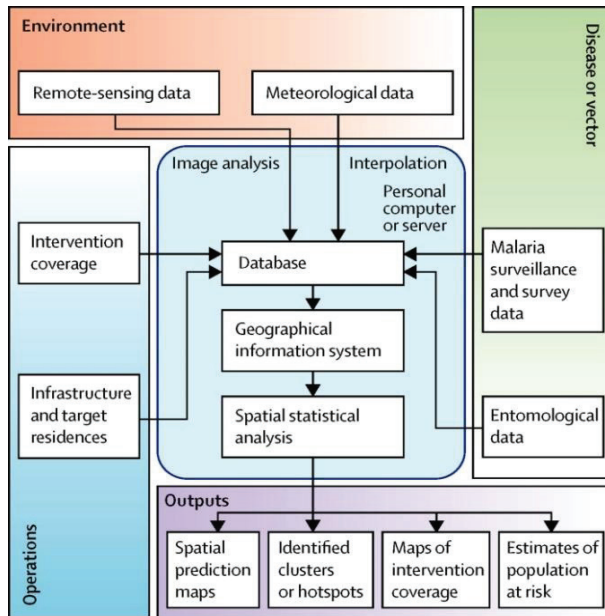
#### a. Spasiotemporal Malaria

Spasiotemporal epidemiologi malaria adalah metode yang digunakan untuk memahami spasial dan temporal pola epidemi penyakit malaria, menilai perubahan transmisi malaria, serta mengidentifikasi lokasi dan waktu epidemi malaria dengan risiko yang lebih tinggi (Alemu et al., 2014; Xia et al., 2015). Analisis spasiotemporal digunakan untuk mengidentifikasi lokasi *cluster* dari wilayah berisiko tinggi atau berisiko rendah malaria, aplikasi retrospektif analisis untuk menggambarkan secara epidemiologi dan investigasi, serta prospektif analisis untuk *surveillance real-time*.

Analisis spasial atau keruangan terhadap penyakit merupakan hal yang penting. Hal ini terkait penularan malaria pada setiap daerah yang memiliki ekosistem yang berbeda dan lokal spesifik. Analisis keruangan pada wilayah setingkat desa akan memudahkan dalam menjelaskan faktor yang secara spesifik memengaruhi penularan malaria atau mendeskripsikan pola penularan di wilayah tersebut. Pengetahuan tentang model transmisi malaria pada ekosistem tertentu, berarti kemampuan untuk mengetahui pola penularan sesuai dengan kondisi ekosistemnya masing-masing sehingga petugas kesehatan di lapangan akan mampu merencanakan intervensi sesuai dengan kondisi setempat (Alemu et al., 2014). Penerapan ilmu geospasial dalam rangka eliminasi malaria ditunjukkan oleh Gambar 4.1

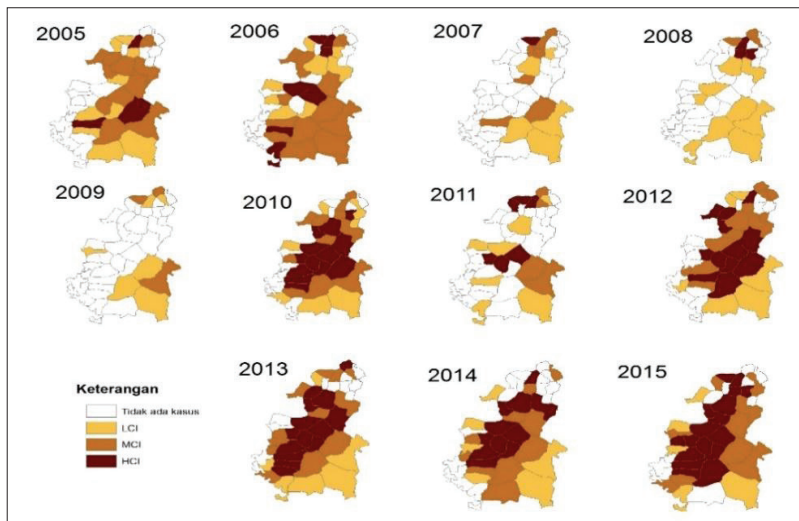
Pemanfaatan GIS dalam contoh peta endemisitas malaria di Perbukitan Menoreh dari tahun 2005–2015 disajikan pada Gambar 4.2. Gambaran endemisitas malaria dilihat dari angka *annual parasite incidence* (API) per desa selama 11 tahun di ekosistem Menoreh. Desa kategori *low case incidence* (LCI) jika API < 1 per 1.000 penduduk, *Moderate case incidence* (MCI) jika API 1,0–4,9 per 1.000 penduduk dan *high case incidence* (HCI) jika API  $\geq 5$  per 1000 penduduk.

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa kasus malaria dan angka API di ekosistem Menoreh berfluktuatif selama periode 11 tahun. Angka API cenderung turun sampai tahun 2009, tetapi terjadi peningkatan kembali sampai tahun 2015. Peningkatan API cukup signifikan dalam waktu 5 tahun terakhir. Jumlah kasus dan API tertinggi terjadi pada



Sumber: Clements et al. (2013)

**Gambar 4.1** Kerangka Kerja Geospasial untuk Eliminasi Malaria



**Gambar 4.2** Endemisitas Malaria Per Desa di Ekosistem Menoreh Tahun 2005–2015

tahun 2015. Desa-desa dengan API bervariasi selama 11 tahun. Selama 5 tahun terakhir jumlah desa yang endemis makin bertambah jumlahnya, jumlah desa LCI, MCI, dan HCI makin meningkat. Bahkan pada tahun 2015 desa-desa di Menoreh didominasi dengan desa HCI. Ada 17 (39,5%) desa HCI pada tahun 2015, meningkat dari 11 (25,6%) desa HCI pada tahun 2014. Setiap kecamatan yang ada di ekosistem Menoreh terdapat desa HCI pada tahun 2015.

#### b. Sebaran Malaria

Analisis *global spatial autocorrelation* (Indeks Global Moran) dilakukan untuk mengetahui pola sebaran kasus malaria di semua desa di Menoreh setiap tahunnya. Hasil analisis tiap tahun menghasilkan apakah pola sebaran malaria di Menoreh berpola mengelompok (*clustered*), menyebar (*dispersed*), atau *random* (tidak ada *autocorrelation*). Berikut hasil analisis *global spatial autocorrelation* menggunakan ArcGIS yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Insiden Malaria dan Global *Spatial Autocorrelation* di Ekosistem Perbukitan Menoreh

Tahun	N	<i>Incidence Rate</i>	I	Z	<i>p-value</i>	Keterangan
2005	24	1,3	0,01	8,12	0,01	Clustered
2006	29	3,0	0,09	2,29	0,05	Clustered
2007	13	0,6	0,03	6,16	0,01	Clustered
2008	15	0,9	-0,04	-0,44	0	Random (tidak ada autokorelasi)
2009	9	0,2	0,04	4,8	0,01	Clustered
2010	17	1,8	0,02	5,91	0,01	Clustered
2011	32	9,3	0,1	5,47	0,01	Clustered
2012	30	5,9	-0,01	0	0	Random (tidak ada autokorelasi)

Tahun	N	Incidence Rate	I	Z	p-value	Keterangan
2013	32	6,1	0,06	3,71	0,01	Clustered
2014	27	6,2	0,01	1,11	0	Random (tidak ada autokorelasi)
2015	32	10,8	0,1	5,1	0,01	Clustered

Keterangan:

N : jumlah desa yang melaporkan kasus malaria

I : koefisien Moran's

Z : nilai statistik Moran's

Sumber: Rejeki et al. (2019)

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa sebagian besar kasus malaria tahunan di ekosistem Perbukitan Menoreh dari tahun 2005–2015 berpola mengelompok (*clustered*). Pola *clustered* terjadi pada tahun 2005–2007, 2009–2011, 2013, dan 2015, sedangkan pada tahun 2008, 2012, dan 2014 berpola *random* (tidak terjadi *autocorrelation*). Jumlah desa yang melaporkan kasus malaria dari tahun 2005–2015 berkisar 9 desa sampai 32 desa, dan ada kecenderungan naik dalam 5 tahun terakhir.

### c. Pengelompokan Spasial Malaria

Untuk mengetahui pengelompokan spasial malaria menggunakan *software* SaTScan, yaitu dengan cara mendeteksi lokasi *cluster* yang berisiko tinggi. Hasil analisis menunjukkan pengelompokan malaria dari tahun 2005–2015 berdistribusi tidak *random* di ekosistem Menoreh. Dengan metode *Kulldorff's spatial scan statistic* diidentifikasi 19 *cluster spatial* signifikan yang berbeda (11 *most likely clusters* dan 8 *secondary likely clusters*), dengan jumlah per tahun satu atau dua *cluster*. Berikut ini *cluster* malaria yang terdeteksi dengan *purely spatial clustering* tahun 2005–2015.

**Tabel 4.2** Cluster Malaria yang Terdeteksi dengan *Purely Spatial Clustering*

Tahun	Tipe	N	Koordinat/ Radius	Observed	Expected	RR	LLR	p-value
2005	A	9	-7.819 S, 110.115 E/ 7,18 km	153	73,6	5,08	62,82	0,000
	B	1	-7.819 S, 110.115 E/ 0 km	23	1,18	21,87	47,76	0,000
2006	A	15	-7.731 S, 110.088 E/ 5,67 km	160	81,47	3,07	45,66	0,000
	B	5	-7.696 S, 110.103 E/ 1,95 km	69	18,71	4,49	44,54	0,000
2007	A	6	-7.691 S, 110.091 E/ 3,60 km	17	2,97	7,35	17,30	0,000
2008	A	6	-7.696 S, 110.103 E/ 2,34 km	51	21,68	2,35	6,95	0,000
2009	A	5	-7.691 S, 110.091 E/ 11,21 km	7	2,07	3,86	3,91	0,030
2010	A	10	-7.696 S, 110.103 E/ 11,19 km	99	27,02	15,13	95,93	0,000
	B	2	-7.789 S, 110.064 E/ 1,93 km	32	1,36	31,47	74,62	0,000
2011	A	13	-7.761 S, 110.035 E/ 6,42 km	704	298,73	6,72	374,09	0,000
	B	5	-7.789 S, 110.064 E/ 2,73 km	385	159,01	3,44	151,77	0,000
2012	A	2	-7.713 S, 110.062 E/ 1,43 km	73	13,88	5,91	65,42	0,000
	B	9	-7.776 S, 110.085 E/ 4,58 km	285	196,94	1,92	29,15	0,000
2013	A	13	-7.780 S, 110.049 E/ 5,25 km	419	237,44	3,83	117,78	0,000
	B	2	-7.780 S, 110.047 E/ 1,62 km	120	47,45	2,53	44,03	0,000

Tahun	Tipe	N	Koordinat/ Radius	Observed	Expected	RR	LLR	p-value
2014	A	13	-7.780 S, 110.049 E/ 5,16 km	414	230,21	3,69	117,32	0,000
	B	1	-7.776 S, 110.085 E/ 0 km	124	47,99	3,01	47,31	0,000
2015	A	2	-7.796 S, 110.079 E/ 1,83 km	247	71,74	3,44	148,75	0,000
	B	10	-7.713 S, 110.062 E/ 5,75 km	373	294,21	1,44	14,60	0,000

Keterangan:

Tipe : A: jenis *most likely cluster*; dan B: *secondary cluster*

N : jumlah *cluster* desa yang diidentifikasi dengan *Kulldorff's spatial scan*

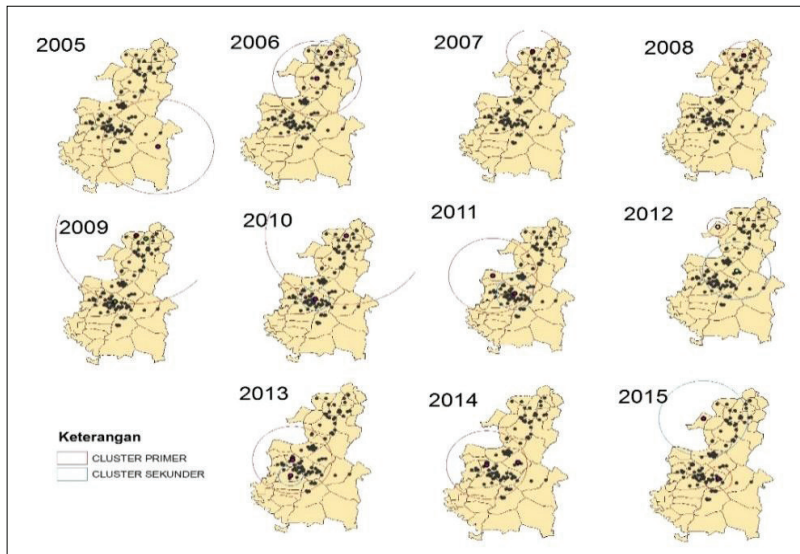
RR : *relative risk*, LLR: *log likelihood ratio*

Sumber: Rejeki et al. (2019)

Di ekosistem Perbukitan Menoreh, jumlah desa *most likely cluster* (*cluster primer*) berkisar antara 2–15 desa dan *secondary likely clusters* berkisar 1–10 desa antara tahun 2005–2015. Selama 11 tahun, terdapat 2 periode di mana terjadi *most likely cluster* lintas batas provinsi, yaitu tahun 2005 dan 2013 yang melibatkan Jawa Tengah dan DIY.

*Cluster primer (most likely cluster)* dan *cluster sekunder (secondary likely clusters)* di ekosistem Menoreh dari tahun 2005–2015 ditunjukkan oleh Gambar 4.3. *Cluster primer* tahun 2005 terjadi di lintas batas kabupaten, tahun 2006–2012 di Kabupaten Purworejo, tahun 2013 di Purworejo dan satu desa di Kokap, serta tahun 2014–2015 terjadi di Purworejo. Kejadian *cluster* baik primer maupun sekunder lebih banyak terjadi di wilayah Kabupaten Purworejo (terutama di Kaligesing) dan sebagian perbatasan Puworejo-Kokap Kulonprogo (Gambar 4.3).





Sumber: Rejeki et al. (2019)

**Gambar 4.3** *Annual Spatial* Malaria yang Terdeteksi dari Tahun 2005–2015 di Ekosistem Menoreh

#### 1) *Temporal cluster* tahun 2005–2015

Analisis *temporal cluster* untuk mengetahui waktu pengelompokan (*cluster*) terjadi di ekosistem Menoreh setiap tahun. Hasil analisis temporal kasus malaria di ekosistem Menoreh tahun 2005–2015 menggunakan *software* SaTScan dengan analisis *purely spatial* dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa *temporal cluster* di ekosistem Menoreh terbagi dalam bulan yang berbeda-beda, 5 bulan pada tahun 2005 (Agustus–Desember), 6 bulan pada tahun 2006 (Maret–Agustus), 5 bulan pada tahun 2007 (Februari–Juni), 2 bulan pada tahun 2008 (Juli–Agustus), 4 bulan pada tahun 2009 (Juni–September), 1 bulan pada tahun 2010 (Desember), 4 bulan pada tahun 2011 (September–Desember), 1 bulan pada tahun 2012 (Januari), 3 bulan pada tahun 2013 (September–November), 3 bulan pada tahun 2014 (Oktober–Desember), dan 3 bulan pada tahun 2015 (Juli–September).

**Tabel 4.3** Cluster Malaria yang Terdeteksi dengan *Purely Temporal Clustering* di Ekosistem Menoreh Tahun 2005–2015.

Tahun	Waktu Clusters	Observed	Expected	RR	LLR	p-value
2005	1/08/2005–31/12/2005	149	87,19	3,50	37,56	0,001
2006	1/03/2006–31/8/2006	205	151,23	2,12	19,75	0,001
2007	1/02/2007–30/6/2007	47	27,12	3,55	12,23	0,001
2008	1/07/2008–31/8/2008	26	11,18	3,19	9,33	0,001
2009	1/06/2009–30/09/2009	24	14,04	2,66	4,94	0,016
2010	1/12/2010–31/12/2010	38	10,36	4,87	25,49	0,001
2011	1/09/2011–31/12/2011	588	305,51	3,50	176,01	0,001
2012	1/01/2012–31/01/2012	126	46,92	3,18	51,89	0,001
2013	1/09/2013–30/11/2013	256	143,11	2,42	52,27	0,001
2014	1/10/2014–31/12/2014	336	148,46	3,94	134,13	0,001
2015	1/07/2015–30/09/2015	435	240,96	2,48	92,01	0,001

Keterangan:

RR : *relative risk*

LLR : *log likelihood ratio*

Sumber: Rejeki et al. (2019)

- 2) Spasiotemporal dengan analisis *space time clustering* tahun 2005–2015 di ekosistem Perbukitan Menoreh

Hasil analisis *space time clustering* tahun 2005–2015 di ekosistem Perbukitan Menoreh dapat dilihat pada data yang disajikan dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.4 menunjukkan kasus malaria yang terdeteksi dengan *space-time scan statistics* tahun 2005–2015 di ekosistem Perbukitan Menoreh. *The most likely cluster* dan *secondary cluster* terlihat pada

Tabel 4.4 serta Gambar 4.4 dan 4.5. *The most likely cluster* tercakup dalam 8 desa pada interval waktu Januari 2006–2010, meliputi Desa Hardimulyo, Gunungwangi, Sudorogo, Tlogorejo, Ngaran, Tlogobulu, Ngadirejo, dan Somowono. *Secondary cluster* pertama mencakup 5 desa dari bulan Januari 2005–Desember 2009, yaitu Desa Hargorejo, Hargowilis, Kalirejo (Kokap), Hargomulyo, dan Hargotirto. *Secondary cluster* kedua mencakup 2 desa dari bulan Januari–Desember 2012, yaitu Desa Jelok dan Kedunggubah. *Secondary cluster* ketiga mencakup 4 desa dari bulan Januari–Desember 2011, yaitu Desa Somongari, Hulosobo, Semagung, dan Jatirejo. *Secondary cluster* keempat mencakup 6 desa dari bulan Januari–Desember 2013, yaitu Desa Somorejo, Hargorojo, Tlogokotes, Bapangsari, Kalirejo, Sokoagung.

**Tabel 4.4** *Cluster Malaria yang Teridentifikasi Menggunakan Space Time Clustering Tahun 2005–2015 di Ekosistem Perbukitan Menoreh*

Type	N	Waktu	Koordinat, radius	Observed	Expected	RR	p-value
A	8	1/1/2006– 31/12/2010	-7.691 S 110.091 E 3,19 km	200	52,42	3,82	< 0,001
B1	5	1/1/2005– 31/12/2009	-7.847 S 110.104 E 5,57 km	299	119,35	2,51	< 0,001
B2	2	1/1/2012– 31/12/2012	-7.713 S 110.062 E 1,43 km	73	14,61	5,00	< 0,001
B3	4	1/1/2011– 31/12/2011	-7.763 S 110.065 E 2,63 km	383	223,41	1,71	< 0,001
B4	6	1/1/2013– 31/12/2013	-7.826 S 110.038 E 2,85 km	177	80,10	2,21	< 0,001

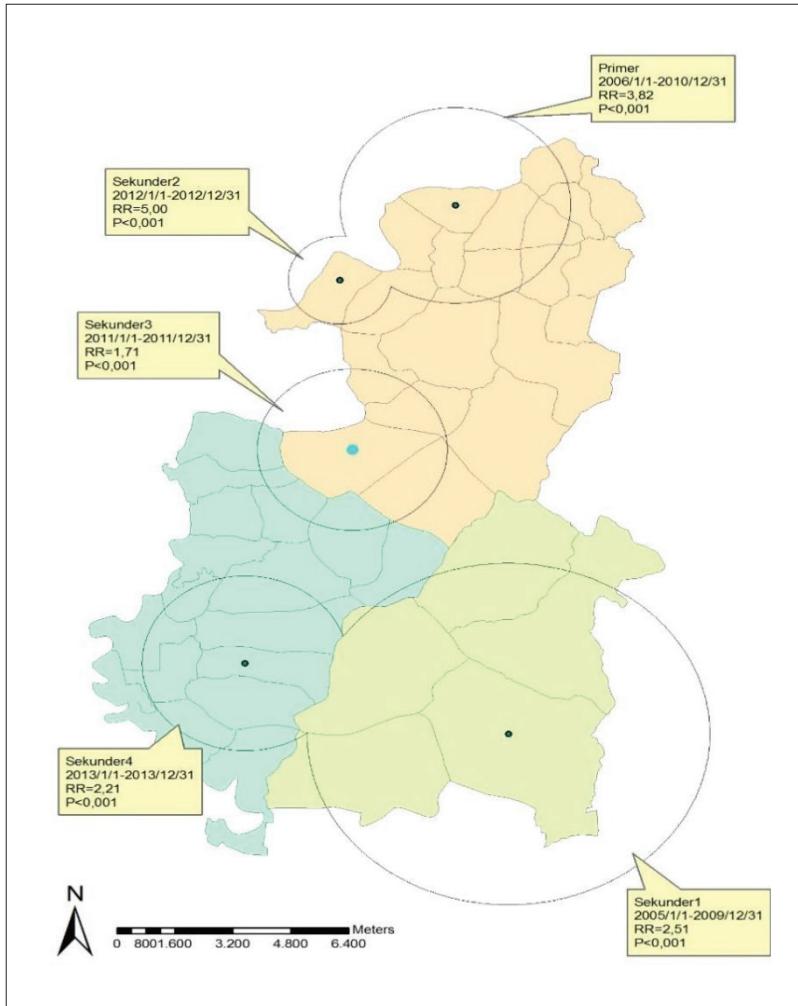
Keterangan:

Tipe : A: jenis *most likely cluster*; dan B: *secondary cluster*

N : jumlah *cluster* desa yang diidentifikasi dengan analisis *space-time*

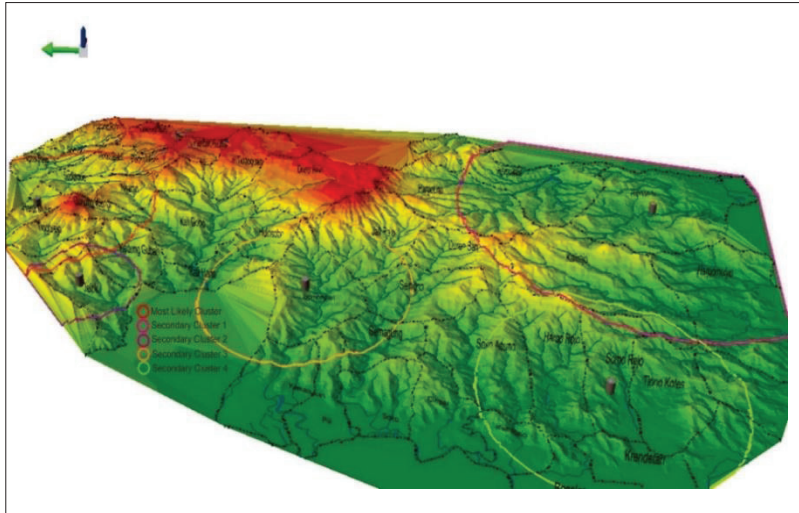
RR : *relative risk*

Sumber: Rejeki et al. (2019)



Sumber: Rejeki et al. (2019)

**Gambar 4.4** Lokasi yang terdeteksi *cluster* malaria dengan analisis *space-time* tahun 2005–2015 didominasi Kabupaten Purworejo.



Sumber: Rejeki et al. (2019)

**Gambar 4.5** Peta 3D cluster malaria dengan analisis space-time tahun 2005–2015 menunjukkan wilayah ekosistem Menoreh berisiko malaria.

Gambar 4.5 menunjukkan *cluster* primer terjadi di wilayah Puskesmas Kaligesing, *cluster* sekunder berturut-turut Kecamatan Kokap, Kecamatan Kaligesing, dan Kecamatan Bagelen. Hasil ini menunjukkan wilayah Menoreh masih merupakan wilayah berisiko malaria.

## 2. Pemanfaatan Epidemiologi Spasial pada Penyakit Demam Berdarah Dengue

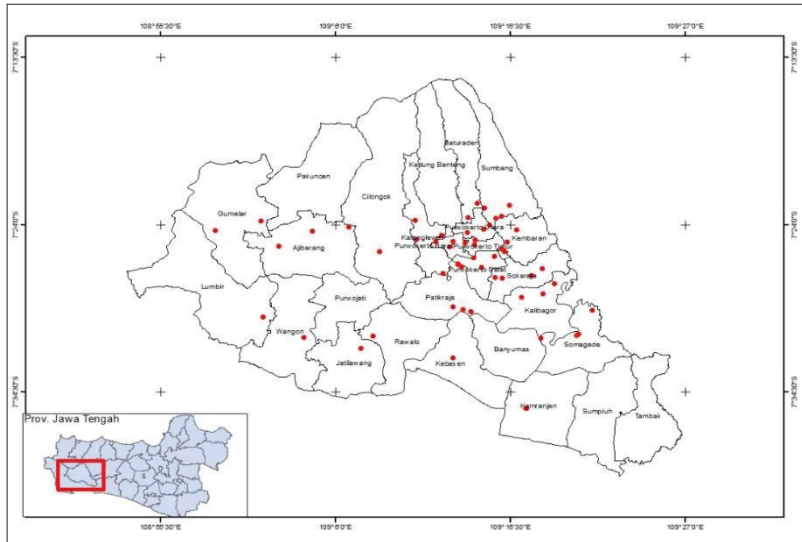
Dalam perumusan kebijakan, pengambilan keputusan, dan atau pelaksanaan kegiatan yang berhubungan dengan demam berdarah dengue (DBD), maka informasi spasiotemporal penyakit DBD diperlukan. Analisis spasiotemporal dalam epidemiologi sangat bermanfaat, terutama untuk mengevaluasi terjadinya perbedaan kejadian penyakit menurut area geografi/wilayah dan mengidentifikasi pengelompokan atau *clustering* penyakit. Manfaat analisis *clustering*, yaitu menampilkan *surveillance geographical* suatu penyakit dan

mengidentifikasi *cluster* penyakit secara spasial atau *space-time*, serta mengetahui apakah *cluster* signifikan secara statistik; mengetahui apakah suatu penyakit terdistribusi secara *random* menurut tempat, menurut waktu, serta menurut tempat dan waktu; mengevaluasi signifikansi statistik dari alarm *cluster* suatu penyakit; menampilkan prospektif *real-time* atau *real-periodic* dari surveilans penyakit untuk deteksi dini wabah (Wardani et al., 2013). Analisis spasiotemporal yang digunakan, meliputi analisis *overlay*, *buffering*, dan *clustering*. Analisis *overlay* adalah kegiatan untuk memperoleh informasi baru dengan menumpuk dua peta atau dua data spasial atau lebih atau dengan istilah lain menumpang-susunkan dua peta atau lebih untuk memperoleh informasi baru. Analisis ini mengintegrasikan dua atau lebih aspek keruangan yang berbeda. Analisis *buffering* adalah analisis spasial yang menghasilkan daerah batasan yang melingkupi objek (wilayah baru). Analisis ini menghasilkan *buffer*/penyangga yang berbentuk lingkaran yang melingkupi suatu objek sebagai pusatnya sehingga bisa mengetahui berapa parameter objek dan luas wilayah. Analisis *clustering* adalah analisis untuk mengidentifikasi kumpulan *cluster* (kelompok) berdasarkan atas kesamaan. Analisis ini mengelompokkan objek berdasarkan hubungan antar objek dengan prinsip untuk memaksimalkan kesamaan antar anggota satu kelas dan meminimumkan kesamaan antar kelas/*cluster*.

Dari hasil analisis spasiotemporal ini bisa digambarkan transmisi penularan penyakit DBD menurut tempat, menurut waktu, serta menurut tempat dan waktu sehingga sangat bermanfaat dalam melakukan pengendalian supaya tepat sasaran dan waktu pelaksanaannya. Berikut ini contoh penerapan analisis spasial pada penyakit DBD di Kabupaten Banyumas tahun 2018 (Rejeki et al., 2021).

#### 1) Sebaran kasus DBD di Kabupaten Banyumas tahun 2018

Analisis spasial digunakan untuk melihat bagaimana sebaran kasus DBD di Kabupaten Banyumas. Sebaran kasus ini diperoleh dari koordinat rumah penderita DBD dan dioverlaykan dengan peta tematik



Sumber: Rejeki et al. (2021)

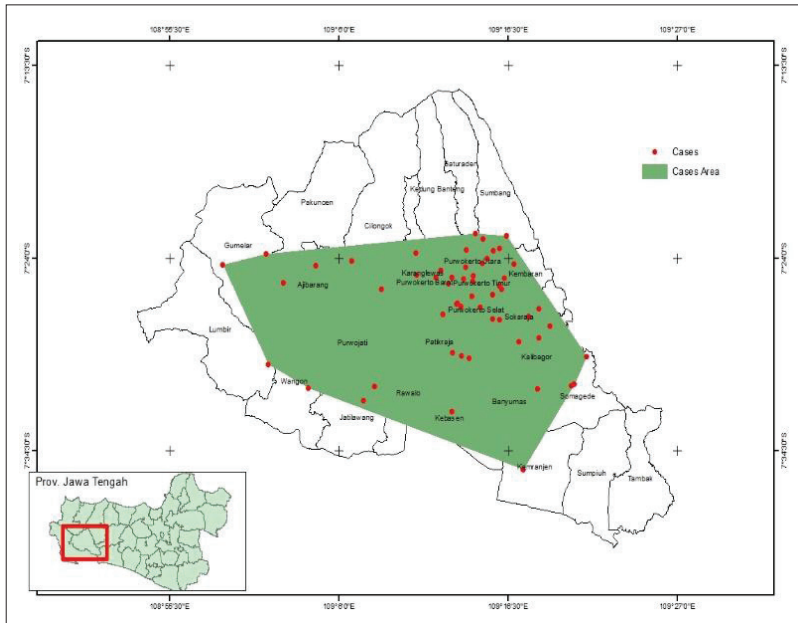
**Gambar 4.6** Sebaran Kasus DBD di Kabupaten Banyumas Tahun 2018

Kabupaten Banyumas. Peta penyebaran kasus DBD di Kabupaten Banyumas pada tahun 2018 disajikan pada Gambar 4.6. Terdapat 57 kasus yang wilayah terbanyak didominasi wilayah dekat dengan pusat pemerintahan Kabupaten Banyumas di Purwokerto.

Gambar 4.6 menunjukkan selama tahun 2018 sebaran kasus DBD di Kabupaten Banyumas terbanyak berada di 3 kecamatan, yaitu Purwokerto Timur, Purwokerto Barat, dan Somagede.

2) Luas sebaran kasus DBD di Kabupaten Banyumas tahun 2018

Peta yang menunjukkan luas sebaran kasus DBD di Kabupaten Banyumas tahun 2018 dapat dilihat pada Gambar 4.7. Luas sebaran kasus ini didapatkan dengan menghitung luasan wilayah berdasarkan titik-titik terluar dari kasus DBD. Gambar 4.7 menunjukkan bahwa luas sebaran kasus DBD di Kabupaten Banyumas tahun 2018, yaitu seluas 627.798.503,7 m<sup>2</sup>.



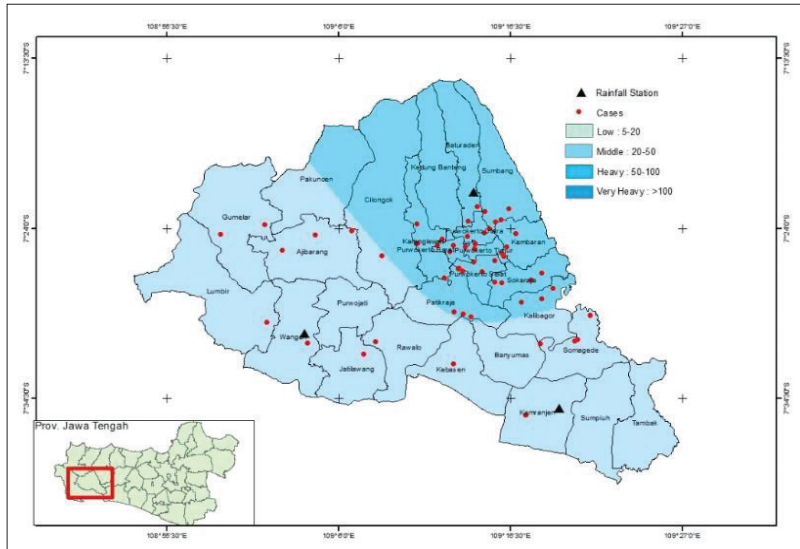
Sumber: Rejeki et al. (2021)

**Gambar 4.7** Luas Sebaran Kasus DBD di Kabupaten Banyumas Tahun 2018

### 3) Peta *overlay* kasus DBD dengan curah hujan di Kabupaten Banyumas tahun 2018

Peta curah hujan ini dibuat dengan menggunakan metode interpolasi dari data curah hujan dari 3 stasiun hujan yang ada di Kabupaten Banyumas, yaitu Stasiun Wangon, Stasiun Baturraden, dan Stasiun Kemranjen. Metode interpolasi digunakan dengan memanfaatkan data dari beberapa data yang sudah diketahui untuk mengestimasi nilai pada wilayah yang tidak diketahui sehingga sebaran nilai pada seluruh wilayah diketahui. Pada interpolasi curah hujan, dengan menggunakan data pengukuran dari 3 stasiun kemudian digunakan untuk mengestimasi curah hujan di daerah lain di luar 3 wilayah tersebut. Berikut adalah peta *overlay* kasus DBD dengan curah hujan di Kabupaten Banyumas pada tahun 2018.





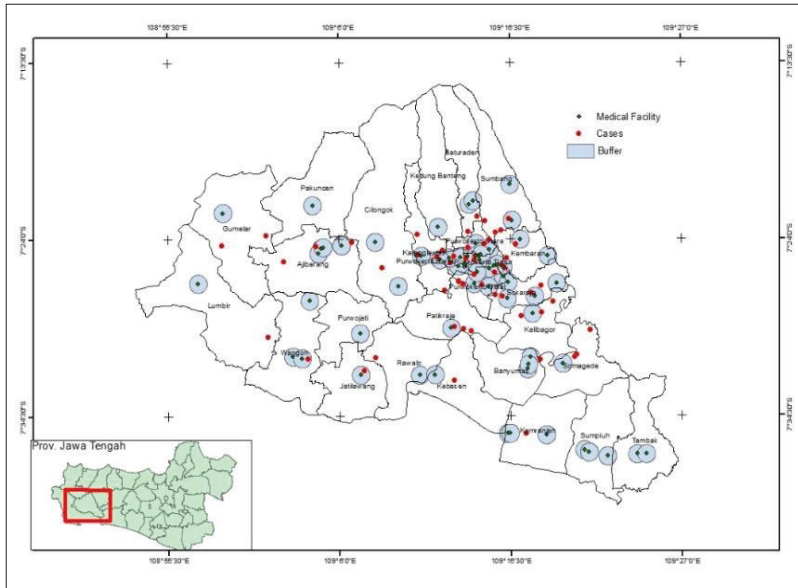
Sumber: Rejeki et al.(2021)

**Gambar 4.8** Peta *Overlay* Kasus DBD dengan Curah Hujan di Kabupaten Banyumas Tahun 2018

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa kasus DBD yang terjadi di Kabupaten Banyumas pada tahun 2018 lebih banyak terjadi pada wilayah dengan curah hujan yang sedang. Pada wilayah yang curah hujan sedikit, kejadian DBD juga cenderung lebih sedikit. Wilayah dengan curah hujan ringan/sedikit, meliputi Kecamatan Kebasen, Banyumas, Kemranjen, Jatilawang, Somagede, Warganegara, Ajibarang, Lumbir, dan Gumelar. Wilayah perkotaan di Kabupaten Banyumas, yaitu sekitaran Purwokerto yang meliputi Purwokerto Utara, Selatan, Timur, dan Barat merupakan wilayah dengan curah hujan sedang.

#### 4) Peta *buffering* kasus DBD dengan fasilitas kesehatan di Kabupaten Banyumas tahun 2018

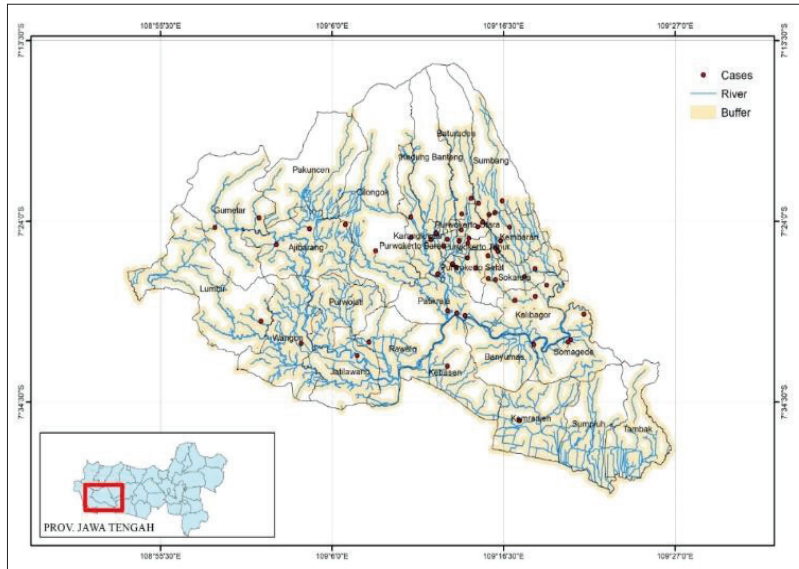
Analisis *buffering* digunakan untuk melihat daerah atau zona keterjangkauan atau perluasan suatu objek dengan ukuran tertentu.



Sumber: Rejeki et al. (2021)

**Gambar 4.9** Peta *Buffering* Kasus DBD dengan Fasilitas Kesehatan yang Ada di Kabupaten Banyumas Tahun 2018.

Kasus ini dapat digunakan untuk melihat keterjangkauan pelayanan kesehatan terhadap kasus DBD yang terjadi. Sementara itu, peta *buffering* kasus DBD dengan fasilitas kesehatan yang ada di Kabupaten Banyumas pada tahun 2018 dapat dilihat pada Gambar 4.9. *Buffering* di peta ini merupakan lokasi fasilitas kesehatan yang ada di Kabupaten Banyumas, yang meliputi Rumah Sakit, Puskesmas, dan Poliklinik. Gambar 4.9 menunjukkan sebagian besar kasus DBD yang terjadi di Kabupaten Banyumas tahun 2018 berlokasi dekat dengan fasilitas kesehatan, yaitu berjarak dengan radius kurang dari 1 km dari fasilitas kesehatan.



Sumber: Rejeki et al. (2021)

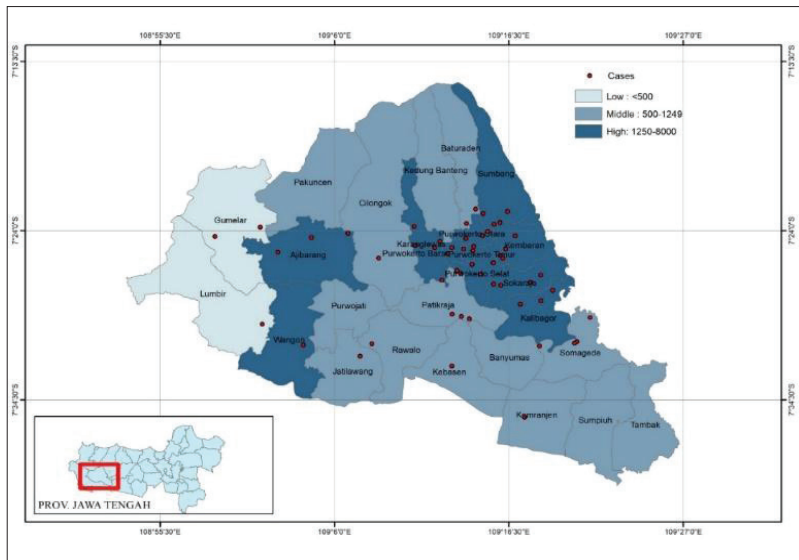
**Gambar 4.10** Peta *Buffering* Kasus DBD dengan Sungai yang Ada di Kabupaten Banyumas Tahun 2018

- 5) Peta *Buffering* Kasus DBD terhadap lokasi Sungai di Kabupaten Banyumas Tahun 2018

Peta *buffering* kasus DBD terhadap sungai di wilayah Kabupaten Banyumas pada tahun 2018 dapat dilihat pada Gambar 4.10. Gambar 4.10 menunjukkan bahwa sebaran kasus DBD di Kabupaten Banyumas tahun 2018 tidak mendekati aliran sungai, ada cukup banyak sungai yang ada di Kabupaten Banyumas, dan kasus DBD yang terjadi tidak di daerah aliran sungai.

- 6) Peta *overlay* kasus DBD terhadap kepadatan penduduk di Kabupaten Banyumas tahun 2018

Kepadatan penduduk diperoleh dengan mencari luas kecamatan di bagi dengan jumlah penduduk yang ada di kecamatan tersebut. Makin warna biru menjadi gelap maka menunjukkan kepadatan penduduk yang lebih tinggi. Berikut adalah peta *overlay* kasus DBD dengan kepadatan penduduk di Kabupaten Banyumas tahun 2018.



Sumber: Rejeki et al. (2021)

**Gambar 4.11** Peta *Overlay* Kasus DBD terhadap Kepadatan Penduduk di Kabupaten Banyumas Tahun 2018

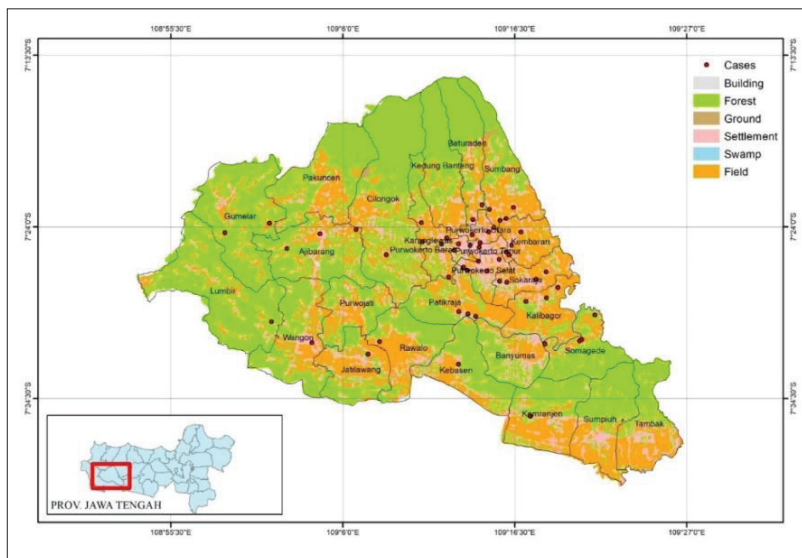
Gambar 4.11 menunjukkan bahwa kasus DBD yang terjadi di Kabupaten Banyumas terjadi pada wilayah kecamatan yang lebih padat penduduknya. Pada wilayah yang jarang penduduknya, memperlihatkan kasus DBD yang lebih sedikit jumlahnya. Wilayah perkotaan Purwokerto, yang meliputi Purwokerto Utara, Purwokerto Selatan, Purwokerto Timur, dan Purwokerto Barat mempunyai kepadatan penduduk yang lebih tinggi dan kasus DBD juga lebih banyak pada daerah tersebut.

Wilayah dengan angka kepadatan penduduk tertinggi ( $>1.250$  jiwa/km<sup>2</sup>), yaitu di Kecamatan Purwokerto Utara, Kecamatan Purwokerto Timur, Kecamatan Purwokerto Barat, Kecamatan Purwokerto Selatan, Kecamatan Kembaran, Kecamatan Ajibarang, Kecamatan Sokaraja, Kecamatan Sumbang, Kecamatan Wangon,

dan Kecamatan Karanglewas. Wilayah dengan angka kepadatan penduduk terendah ( $<500$  jiwa/km<sup>2</sup>), yaitu Kecamatan Lumbir dan Kecamatan Gumelar. Pada spasial, menunjukkan bahwa kasus DBD tertinggi terjadi di wilayah perkotaan, yaitu Kecamatan Purwokerto Utara, Kecamatan Purwokerto Timur, Kecamatan Purwokerto Selatan, dan Kecamatan Purwokerto Barat, yang memiliki angka kepadatan penduduk dengan kategori tinggi, sedangkan kasus DBD terendah terjadi di Kecamatan Lumbir yang memiliki angka kepadatan penduduk dengan kategori rendah.

- 7) Peta *overlay* kasus DBD terhadap pemanfaatan lahan di Kabupaten Banyumas tahun 2018

Berikut ini adalah peta *Overlay* kasus DBD terhadap pemanfaatan lahan di Kabupaten Banyumas pada tahun 2018 (Gambar 4.12).



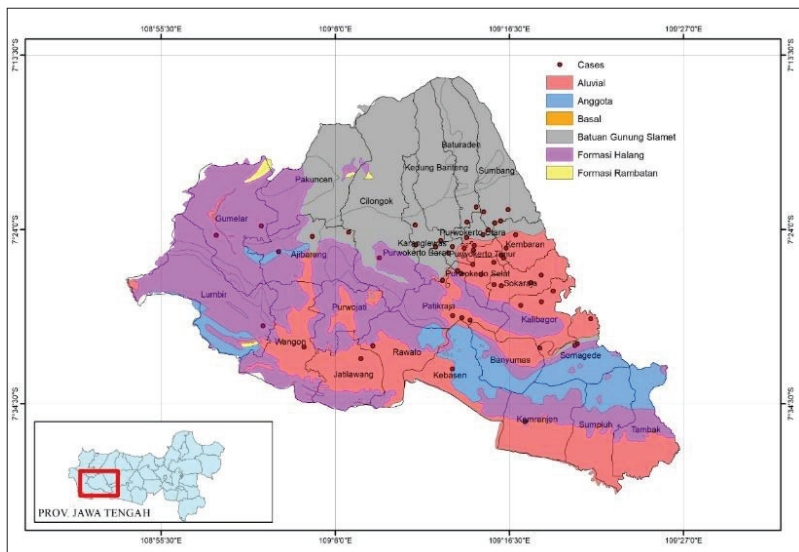
Sumber: Rejeki et al. (2021)

**Gambar 4.12** Peta *Overlay* Kasus DBD terhadap Pemanfaatan Lahan di Kabupaten Banyumas Tahun 2018

Simbol warna pada Gambar 4.12 antara lain warna abu-abu (gedung), hijau (hutan/perbukitan), coklat (tanah lapangan), merah muda (permukiman), biru (rawa), dan oranye (sawah). Peta *overlay* kasus DBD dengan pemanfaatan lahan ini menunjukkan bahwa kasus DBD di Kabupaten Banyumas tahun 2018 lebih banyak berada pada wilayah permukiman penduduk. Pada wilayah hijau, yaitu perbukitan dan hutan, dilaporkan jarang ditemukan kasus DBD.

8) Peta *overlay* kasus DBD terhadap jenis batuan di Kabupaten Banyumas tahun 2018

Peta *overlay* kasus DBD dengan jenis batuan di Kabupaten Banyumas pada tahun 2018 dapat dilihat pada Gambar 4.13. Gambar 4.13 menunjukkan bahwa kejadian DBD lebih banyak terdapat pada wilayah dengan jenis batuan aluvial dan batuan Gunung Slamet.

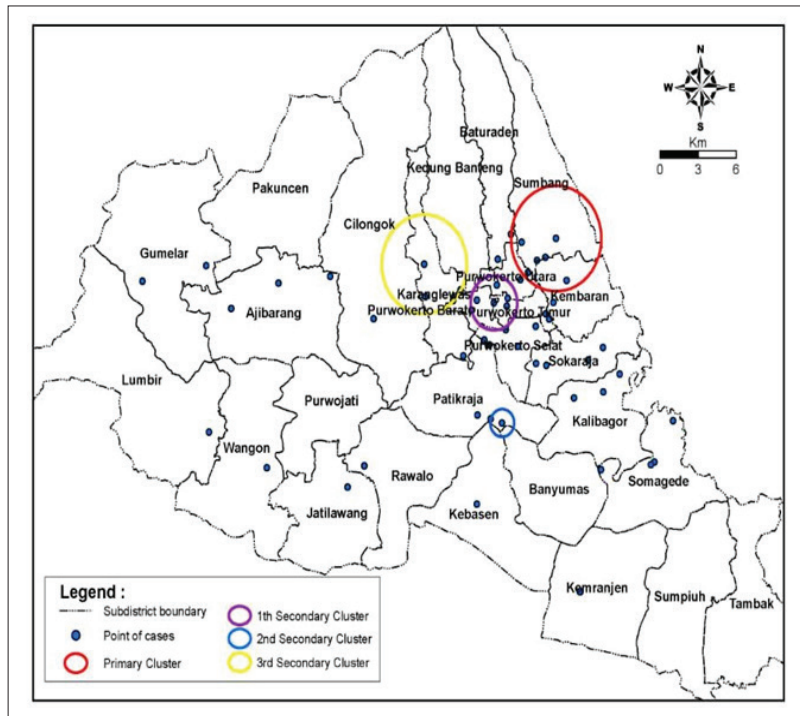


Sumber: Rejeki et al. (2021)

**Gambar 4.13** Peta *Overlay* Kasus DBD terhadap Jenis Batuan di Kabupaten Banyumas Tahun 2018

g) Analisis *clustering* kasus DBD di Kabupaten Banyumas tahun 2018

Analisis *clustering* ini dilakukan dengan 2 tahap. Tahap pertama dilakukan dengan *software* Satscanm untuk melihat uji statistik dan wilayah mana yang terjadi *cluster* primer dan sekunder. Selanjutnya, tahap kedua adalah pemetaan hasil Satscan menggunakan ArcGis untuk mengetahui letak pengelompokan yang terjadi. Analisis *clustering* dilakukan untuk mengetahui pengelompokan kasus DBD berdasarkan tempat dan waktu, yang tempatnya berdekatan dan waktunya hampir bersamaan akan membentuk kelompok/*cluster*. Gambar 4.14 adalah hasil analisis *clustering* kasus DBD terkait lokasi dan waktu di Kabupaten Banyumas tahun 2018.



Sumber: Rejeki et al. (2021)

**Gambar 4.14** Hasil Analisis *Clustering* Kasus DBD di Kabupaten Banyumas Tahun 2018



Hasil analisis dengan Satscan menunjukkan pengelompokan kasus DBD di Kabupaten Banyumas tahun 2018 menghasilkan *cluster* primer (*most likely cluster*) dan 3 *cluster* sekunder (*secondary cluster*). *Most likely cluster* (*cluster* primer) terjadi pada 13 Maret 2018 sampai 23 April 2018, dengan jumlah 6 kasus DBD dan berpusat pada titik koordinat (-7.380000 S, 109.273611 E) dengan radius pengelompokan sejauh 3,53 km dan secara statistik signifikan ( $p=0,001$ ). Wilayah *cluster* primer ini merupakan perpaduan 4 wilayah administrasi, yaitu Kecamatan Sumbang, Kembaran, Purwokerto Utara, dan Baturraden. Dari hasil Satscan tersebut, dapat disimpulkan bahwa sebaran kasus DBD di Kabupaten Banyumas berdistribusi tidak *random*. Hal ini menjelaskan jika ada satu penderita DBD dalam satu wilayah tersebut, penduduk yang berdomisili dengan radius sejauh 3,53 km dari tempat kasus DBD tinggal, akan memiliki peluang sangat besar (*high risk*) terkena penularan DBD apabila secara kewilayahan terdapat hubungan yang bermakna antara faktor lingkungan dengan kejadian DBD. *Cluster* primer adalah *cluster*/kelompok yang pertama terdeteksi, dan *cluster* sekunder adalah *cluster* berikutnya setelah *cluster* primer.

Pengelompokan kasus sekunder (*secondary cluster*) pertama di Kecamatan Purwokerto Utara dan Timur yang berpusat pada titik koordinat (-7.418889 S, 109.229444 E) dengan radius pengelompokan 1,82 km sebanyak 5 kasus DBD dan tidak bermakna secara statistik  $p=0,200$  yang terjadi pada tanggal 19 Juni 2018 sampai 13 Agustus 2018. Pengelompokan kasus sekunder kedua di Kecamatan Patikraja berpusat pada titik koordinat (-7.491111 S, 109.235278 E) dengan radius pengelompokan 0,93 km sebanyak 2 kasus yang terjadi pada tanggal 14 Agustus 2018 sampai 10 September 2018 dan tidak bermakna secara statistik  $p=0,375$ .

Pengelompokan kasus sekunder ketiga di Kecamatan Karanglewes berpusat pada titik koordinat (-7.395556 S, 109.180000 E) dengan radius pengelompokan 3,33 km sebanyak 3 kasus yang terjadi pada tanggal 25 September 2018 sampai 5 November 2018 dan tidak bermakna secara statistik  $p=0,540$ .



## F. Penutup

Pemanfaatan sistem informasi geografis (SIG) terutama dalam analisis spasial membantu dalam merumuskan kebijakan penanggulangan penyakit tular vektor terutama malaria dan demam berdarah dengue. Analisis spasial dalam pengendalian malaria dan demam berdarah dengue ini digunakan untuk menentukan target intervensi berdasarkan *trend* lokal transmisi. Sementara itu, informasi spasial ini digunakan untuk merencanakan pengendalian penyakit malaria dan DBD berdasarkan informasi yang didapat, yaitu informasi terkait tempat pengelompokan (cluster), waktu, dan bisa kita kaitkan dengan atribut, seperti kepadatan penduduk, pemanfaatan lahan, jenis batuan, pelayanan kesehatan, keberadaan sungai, dan aspek lingkungan lainnya.

## Referensi

- Alemu, K., Worku, A., Berhane, Y., & Kumie, A. (2014). Spatiotemporal clusters of malaria cases at village level, Northwest Ethiopia. *Malaria Journal*, 13(1), 223. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-13-223>
- Alemu, K., Worku, A., & Berhane, Y. (2013). Malaria Infection Has Spatial, Temporal, and Spatiotemporal Heterogeneity in Unstable Malaria Transmission Areas in Northwest Ethiopia. *PLoS One*, 8(11), 1–10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079966>
- Anselin, L. (2003). GeoDa™ 0.9 user's guide. *Design*, 126.
- Boewono, D. T., Widiarti, Ristiyanto, & Widyastuti, U. (2012). Studi bio-epidemiologi dan analisis spasial malaria daerah lintas batas Indonesia-Malaysia (Pulau Sebatik) Kabupaten Nunukan Provinsi Kalimantan Timur. *Buletin Penelitian Kesehatan*, 40(4), 171–180. <https://media.neliti.com/media/publications-test/20660-studi-bio-epidemiologi-dan-analisis-spas-65dfba09.pdf>
- Bousema, T., Griffin, J. T., Sauerwein, R. W., Smith, D. L., Churcher, T. S., Takken, W., Ghani, A., Drakeley, C., & Gosling, R. (2012). Hitting hotspots: Spatial targeting of malaria for control and elimination. *PLoS Medicine*, 9(1), 1–7. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001165>
- Carter, R., Mendis, K. N. N., & Roberts, D. (2000). Spatial targeting of interventions against malaria. *Bulletin of the World Health Organization*, 78(12), 1401–1411. <https://doi.org/S0042-96862000001200007>

- Centers for Disease Control and Prevention. (2019). *What is GIS?*. <https://www.cdc.gov/gis/what-is-gis.htm>.
- Clements, A. C. A., Reid, H. L., Kelly, G. C., & Hay, S. I. (2013). Further shrinking the malaria map: How can geospatial science help to achieve malaria elimination? *The Lancet Infectious Diseases*, 13(8), 709–718. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(13\)70140-3](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(13)70140-3)
- Coleman, M., Coleman, M., Mabuza, A. M., Kok, G., Coetzee, M., & Durrheim, D. N. (2009). Using the SaTScan method to detect local malaria clusters for guiding malaria control programmes. *Malaria Journal*, 8(1), 68. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-8-68>
- Coulibaly, D., Rebaudet, S., Travassos, M., Tolo, Y., Laurens, M., Kone, A. K., Traore, K., Guindo, A., Diarra, I., Niangaly, A., Daou, M., Dembele, A., Sissoko, M., Kouriba, B., Dessay, N., Gaudart, J., Piarroux, R., Thera, M. A., Plowe, C. V., & Doumbo, O. K. (2013). Spatio-temporal analysis of malaria within a transmission season in Bandiagara, Mali. *Malaria Journal*, 12(1), 1. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-12-82>
- Dhimal, M., O'Hara, R. B., Karki, R., Thakur, G. D., Kuch, U., & Ahrens, B. (2014). Spatio-temporal distribution of malaria and its association with climatic factors and vector-control interventions in two high-risk districts of Nepal. *Malaria journal*, 13, 457, 1–14. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-13-457>
- Elliott, P., & Wartenberg, D. (2004). Spatial epidemiology: Current approaches and future challenges. *Environmental Health Perspectives*, 112(9), 998–1006. <https://doi.org/10.1289/ehp.6735>
- Ernst, K. C., Adoka, S. O., Kowuor, D. O., Wilson, M. L., & John, C. C. (2006). Malaria hotspot areas in a highland Kenya site are consistent in epidemic and non-epidemic years and are associated with ecological factors. *Malaria journal*, 5(1), 78. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-5-78>
- Haque, U., Sunahara, T., Hashizume, M., Shields, T., Yamamoto, T., Haque, R., & Glass, G. E. (2011). Malaria prevalence, risk factors and spatial distribution in a Hilly forest area of Bangladesh. *PLoS ONE*, 6(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0018908>
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 293/Menkes/SK/IV/2009 tanggal 28 April 2009 tentang Eliminasi malaria di Indonesia. (2009). <https://repository.kemkes.go.id/book/1136>
- Kulldorff, M. (2015). *SaTScan User Guide for Version 9.4*. <http://www.satscan.org>

- Lai, P. C., So, F. M., & Chan, K. W. (2009). *Spatial epidemiological approach in disease mapping and analysis*. CRC Press LLC.
- Pfeiffer, D. U., Robinson, T. P., Stevenson, M., Stevens, K. B., Rogers, D. J., & Clements, A. C. A. (2008). *Spatial Analysis in Epidemiology*. Oxford University Press.
- Rejeki, D. S. S., Fuad, A., Widartono, B. S., Murhandarwati, E. E. H., & Kusnanto, H. (2019). Spatiotemporal patterns of malaria at cross boundaries area in Menoreh Hills, Java, Indonesia. *Malaria Journal*, 8, 80, 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12936-019-2717-y>
- Rejeki, D. S. S., Nurhayati, N., & Aji, B. (2021). A spatiotemporal analysis of dengue hemorrhagic fever in Banyumas, Indonesia. *International Journal of Public Health Science*, 10(2), 231–240. <https://doi.org/10.11591/ijphs.v10i2.20713>
- Sulistiyawati. (2012). *Spasial clustering pada kejadian luar biasa malaria di Kabupaten Purworejo*. Universitas Gadjah Mada.
- Tonnang, H. E. Z., Kangelawe, R. Y. M., & Yanda, P. Z. (2010). Predicting and mapping malaria under climate change scenarios: the potential redistribution of malaria vectors in Africa. *Malaria journal*, 9, 111. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-9-111>
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2011 Tentang Informasi Geospasial. (2011). [https://www.dpr.go.id/dokjdih/document/uu/UU\\_2011\\_4.pdf](https://www.dpr.go.id/dokjdih/document/uu/UU_2011_4.pdf)
- Waller, L. A., & Gotway, C. A. (2004). *Applied spatial statistics for public health data*. John Wiley & Sons, Inc.
- Wardani, D. W. S. R., Lazuardi, L., Mahendradhata, Y., Kusnanto, H. (2013). Pentingnya analisis cluster berbasis spasial dalam penanggulangan tuberkulosis di Indonesia. *Kesmas (Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional)*, 8(4), 147–151. <https://doi.org/10.21109/kesmas.v0i0.391>
- World Health Organization. (2006). *Public health mapping and GIS for global health security; A WHO strategic and operational framework*. [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69715/WHO\\_CDS\\_GIS\\_2006.1\\_eng.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69715/WHO_CDS_GIS_2006.1_eng.pdf).
- World Health Organization. (2023). *GIS centre for health*. <https://www.who.int/data/GIS>.
- Xia, J., Cai, S., Zhang, H., Lin, W., Fan, Y., Qiu, J., Sun, L., Chang, B., Zhang, Z., & Nie, S. (2015). Spatial, temporal, and spatiotemporal analysis of malaria in Hubei Province, China from 2004–2011. *Malaria Journal*, 14(1), 145. <https://doi.org/10.1186/s12936-015-0650-2>

Zhang, W., Wang, L., Fang, L., Ma, J., Xu, Y., Jiang, J., Hui, F., Wang, J., Liang, S., Yang, H., & Cao, W. (2008). Spatial analysis of malaria in Anhui province, China. *Malaria Journal*, 7(1), 206. <http://doi.org/10.1186/1475-2875-7-206>