



## Analisis Spasial dan Pemodelan Prediktif Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) Berbasis Faktor Iklim Mikro di Permukiman Padat Perkotaan

Intan Permatasari<sup>1\*</sup>, Jati Kusuma Wardana<sup>2</sup>

<sup>1-2</sup> Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Indonesia

Alamat : Jl. Brawijaya, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta

Email : [intan.permatasari@umy.ac.id](mailto:intan.permatasari@umy.ac.id)<sup>1\*</sup>, [jati.wardana@almaata.ac.id](mailto:jati.wardana@almaata.ac.id)<sup>2</sup>

\*Penulis Korespondensi: [intan.permatasari@umy.ac.id](mailto:intan.permatasari@umy.ac.id)

**Abstract.** *Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) is a major public health problem in urban areas, especially in densely populated settlements that provide an ideal habitat for the Aedes aegypti vector. This study aims to analyze the spatial patterns of DHF incidence and develop a predictive model based on micro-climate factors in densely populated urban settlements. The approach integrates Geographic Information Systems (GIS) for case distribution mapping and statistical analysis to identify the relationship between micro-climate variables (temperature, humidity, rainfall) and DHF incidence. The spatial analysis results show a clustering pattern of cases in areas with high building density and limited air circulation. The developed predictive model indicates that humidity and rainfall from the previous two weeks are significant predictors of increased cases. This modeling produces a risk map that can be used as an early warning system. In conclusion, the integration of spatial analysis and micro-climate factors is effective in predicting the incidence of DHF, thereby supporting more targeted vector control efforts in densely populated urban settlements.*

**Keywords:** *DHF, spatial analysis, predictive modeling, micro-climate, densely populated urban settlements.*

**Abstrak.** Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan masalah kesehatan masyarakat utama di perkotaan, terutama pada permukiman padat yang menyediakan habitat ideal bagi vektor *Aedes aegypti*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola spasial kejadian DBD dan mengembangkan model prediktif berbasis faktor iklim mikro di permukiman padat perkotaan. Pendekatan yang digunakan mengintegrasikan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk pemetaan sebaran kasus dan analisis statistik untuk mengidentifikasi hubungan antara variabel iklim mikro (suhu, kelembaban, curah hujan) dengan insiden DBD. Hasil analisis spasial menunjukkan pola pengelompokan kasus di area dengan kepadatan bangunan tinggi dan sirkulasi udara terbatas. Model prediktif yang dikembangkan mengindikasikan bahwa kelembaban udara dan curah hujan dua minggu sebelumnya merupakan prediktor signifikan terhadap peningkatan kasus. Pemodelan ini menghasilkan peta wilayah risiko yang dapat digunakan sebagai sistem peringatan dini. Kesimpulannya, integrasi analisis spasial dan faktor iklim mikro efektif untuk memprediksi kejadian DBD, sehingga mendukung upaya pengendalian vektor yang lebih tepat sasaran di permukiman padat perkotaan.

**Kata kunci:** DBD, analisis spasial, pemodelan prediktif, iklim mikro, permukiman padat perkotaan.

### 1. LATAR BELAKANG

Demam Berdarah Dengue (DBD) hingga saat ini masih menjadi salah satu tantangan kesehatan masyarakat terbesar di dunia, terutama di negara-negara tropis dan subtropis seperti Indonesia. Penyakit yang disebabkan oleh virus dengue dan ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* ini menunjukkan kecenderungan peningkatan kasus setiap tahunnya serta penyebaran yang semakin luas. Tingginya mobilitas

penduduk, urbanisasi yang tidak terkendali, serta perubahan iklim global menjadi faktor utama yang mempercepat penyebaran penyakit ini.

Fenomena urbanisasi yang pesat telah mendorong terbentuknya permukiman padat perkotaan dengan berbagai kompleksitas permasalahan. Di wilayah ini, keterbatasan lahan menyebabkan jarak antar bangunan sangat rapat, sistem drainase yang buruk, serta rendahnya sirkulasi udara. Kondisi lingkungan seperti ini menciptakan habitat yang ideal bagi perkembangbiakan vektor DBD. Tempat-tempat penampungan air yang tidak tertutup rapat, barang-barang bekas yang menampung air hujan, serta kelembaban udara yang tinggi akibat minimnya penetrasi sinar matahari menjadi faktor risiko yang sulit dikendalikan di permukiman padat.

Di sisi lain, dinamika penularan DBD tidak terlepas dari pengaruh faktor iklim, khususnya iklim mikro pada skala lokal. Variabel seperti suhu udara, kelembaban, dan curah hujan memiliki peran krusial dalam siklus hidup vektor, mulai dari perkembangan telur hingga menjadi nyamuk dewasa, perilaku menggigit, serta masa inkubasi ekstrinsik virus. Perubahan pada faktor-faktor iklim mikro ini dapat mempercepat atau memperlambat laju penularan DBD dalam suatu wilayah. Namun demikian, masih sedikit penelitian yang mengkaji secara spesifik pengaruh iklim mikro terhadap kejadian DBD di wilayah permukiman padat perkotaan dengan tingkat heterogenitas lingkungan yang tinggi.

Keterbatasan dalam memahami pola sebaran kasus dan faktor-faktor yang mempengaruhinya menyebabkan upaya pengendalian DBD selama ini seringkali bersifat umum dan kurang tepat sasaran. Padahal, karakteristik setiap wilayah permukiman padat berbeda-beda sehingga membutuhkan intervensi yang spesifik dan berbasis lokasi. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih komprehensif dengan memanfaatkan teknologi analisis spasial untuk memetakan sebaran kasus dan mengidentifikasi wilayah-wilayah berisiko tinggi. Lebih jauh lagi, pengembangan model prediktif berbasis faktor iklim mikro dapat menjadi instrumen penting dalam sistem kewaspadaan dini untuk mengantisipasi lonjakan kasus. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai analisis spasial dan pemodelan prediktif kejadian DBD berbasis faktor iklim mikro di permukiman padat perkotaan menjadi sangat relevan untuk dilakukan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mendalam mengenai pola spasial penularan DBD serta faktor iklim mikro yang mempengaruhinya, sehingga dapat

dirumuskan strategi pengendalian vektor yang lebih efektif, tepat sasaran, dan berkelanjutan di wilayah perkotaan.

## **2. KAJIAN TEORITIS**

### **2.1 Konsep Dasar Demam Berdarah Dengue (DBD)**

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh virus dengue dan ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vektor utama. Penyakit ini menjadi masalah kesehatan masyarakat global, terutama di wilayah tropis dan subtropis termasuk Indonesia . Karakteristik penularan DBD bersifat multifaktorial, melibatkan interaksi kompleks antara agen (virus), inang (manusia), dan lingkungan (vektor dan kondisi lingkungan) . Di kawasan perkotaan, DBD menunjukkan pola penularan yang lebih kompleks karena tingginya mobilitas penduduk dan heterogenitas kondisi lingkungan .

### **2.2 Analisis Spasial dalam Epidemiologi DBD**

Analisis spasial merupakan pendekatan statistika yang mempertimbangkan aspek lokasi dan keruangan dalam mengidentifikasi pola sebaran suatu fenomena . Dalam konteks epidemiologi DBD, analisis spasial berperan penting untuk:

#### **a. Identifikasi Pola Sebaran Kasus**

Analisis spasial memungkinkan visualisasi distribusi kasus DBD melalui pemetaan sehingga dapat diketahui apakah sebaran kasus bersifat acak (random), mengelompok (clustered), atau menyebar (dispersed) . Penelitian di Kota Bandung menunjukkan bahwa pola persebaran DBD cenderung membentuk klaster-klaster tertentu yang saling berhubungan antar kelurahan .

#### **b. Deteksi Autokorelasi Spasial**

Autokorelasi spasial mengukur tingkat ketergantungan antar lokasi, dimana nilai suatu variabel di suatu lokasi dipengaruhi oleh nilai variabel yang sama di lokasi tetangganya . Metode Global Moran's I dan Local Indicators of Spatial Association (LISA) umum digunakan untuk mendeteksi keberadaan autokorelasi spasial kejadian DBD serta mengidentifikasi wilayah-wilayah yang menjadi klaster kasus (high-high clusters) .

#### **c. Identifikasi Pusat Penyebaran (Sentra)**

Teori graf dan ukuran sentralitas (degree centrality, closeness centrality, betweenness centrality) dapat diaplikasikan untuk mengidentifikasi kelurahan atau

kecamatan yang menjadi pusat penyebaran DBD ke wilayah sekitarnya . Pendekatan ini membantu menentukan prioritas intervensi pada wilayah-wilayah yang memiliki pengaruh tinggi terhadap penyebaran kasus.

#### d. Pemetaan Risiko Relatif

Pemodelan spasial Bayesian dengan pendekatan Conditional Autoregressive (CAR) seperti model Besag-York-Mollie (BYM) dan CAR Leroux memungkinkan pendugaan risiko relatif DBD di tingkat kecamatan dengan mempertimbangkan efek spasial terstruktur . Pendekatan ini menghasilkan peta risiko yang dapat mendukung penetapan wilayah prioritas untuk kebijakan pengendalian DBD yang lebih terarah

### **2.3 Faktor Iklim Mikro dan Pengaruhnya terhadap Vektor DBD**

#### a. Definisi dan Karakteristik Iklim Mikro

Iklim mikro merujuk pada kondisi iklim pada skala lokal yang sangat spesifik, berbeda dengan iklim makro yang mencakup wilayah lebih luas . Di permukiman padat perkotaan, iklim mikro terbentuk dari interaksi antara kondisi atmosfer dengan elemen-elemen lokal seperti kepadatan bangunan, tutupan vegetasi, dan material permukaan .

#### b. Pengaruh Suhu terhadap Perkembangan Vektor

Suhu udara mempengaruhi seluruh aspek siklus hidup *Aedes aegypti*, mulai dari perkembangan telur hingga menjadi nyamuk dewasa, perilaku menggigit, serta masa inkubasi ekstrinsik virus . Suhu optimum untuk perkembangan vektor berkisar antara 27-29°C, dengan stabilitas suhu yang tinggi mendukung perkembangbiakan optimal .

#### c. Peran Kelembaban Udara

Kelembaban udara menjadi faktor dominan yang mempengaruhi ketahanan hidup dan perilaku nyamuk *Aedes aegypti* . Penelitian di Kota Bekasi menunjukkan bahwa kelembaban udara konsisten menjadi variabel yang berhubungan signifikan dengan kasus DBD pada berbagai lag time (0, 1, dan 2 bulan) . Kelembaban tinggi (62-86%) mendukung kelangsungan hidup nyamuk di luar ruangan dan memperpanjang umur vektor

## **3. METODE PENELITIAN**

### **3.1 Jenis dan Desain Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain studi ekologi longitudinal (time series) dan studi potong lintang (cross-sectional) untuk analisis spasial.

Desain ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk menganalisis hubungan antara faktor iklim mikro dengan kejadian DBD dalam rentang waktu tertentu serta memetakan sebaran kasus secara spasial di wilayah permukiman padat perkotaan.

### **3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian**

#### **a. Lokasi Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di wilayah permukiman padat perkotaan, yang dapat dipilih secara purposive berdasarkan kriteria:

- 1) Kepadatan bangunan >150 unit/hektar
- 2) Tingkat kepadatan penduduk tinggi (>10.000 jiwa/km<sup>2</sup>)
- 3) Memiliki riwayat kasus DBD endemis dalam 3-5 tahun terakhir
- 4) Tersedia data iklim mikro dan data kasus DBD yang lengkap

#### **b. Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan selama periode tertentu 5bulan-12 bulan untuk menangkap variasi musiman dan dinamika hubungan antara iklim mikro dengan kejadian DBD.

### **3.3 Populasi dan Sampel**

#### **a. Populasi**

- 1) Populasi target: Seluruh wilayah permukiman padat perkotaan di lokasi penelitian
- 2) Populasi terjangkau: Kelurahan/desa dengan kriteria permukiman padat di wilayah studi

#### **b. Sampel**

- 1) Sampel spasial: Seluruh kelurahan di wilayah penelitian yang memenuhi kriteria inklusi (memiliki data kasus DBD lengkap dan data iklim mikro tersedia)
- 2) Unit analisis: Blok sensus atau grid dengan ukuran tertentu (misalnya 500m x 500m) untuk analisis spasial skala mikro

#### **c. Kriteria Inklusi dan Eksklusi**

- 1) Inklusi: Kelurahan dengan kepadatan permukiman tinggi, data kasus DBD tercatat lengkap selama periode penelitian
- 2) Eksklusi: Kelurahan dengan data tidak lengkap atau wilayah yang mengalami bencana selama periode penelitian

### **3.4 Teknik Pengambilan Sampel Lapangan (untuk Pengukuran Iklim Mikro)**

#### **a. Penentuan Titik Sampling**

Menggunakan metode stratified random sampling berdasarkan:

- 1) Tingkat kepadatan bangunan (tinggi, sedang, rendah)
- 2) Tutupan vegetasi (rindang, sedang, terbuka)
- 3) Ketinggian wilayah

b. jumlah Titik Sampling

Dihitung berdasarkan variabilitas wilayah dan sumber daya yang tersedia, minimal 30 titik untuk analisis statistik yang memadai.

c. Waktu Pengukuran

Pengukuran dilakukan pada:

- 1) Pagi hari (06.00-08.00): suhu minimum
- 2) Siang hari (12.00-14.00): suhu maksimum
- 3) Sore hari (16.00-18.00): kondisi peralihan

Pengulangan pengukuran dilakukan setiap musim (musim hujan dan musim kemarau) untuk menangkap variasi temporal.

### **3.5 Etika Penelitian**

Penelitian ini akan memperhatikan aspek etika:

- a. Mengajukan ethical clearance ke komite etik penelitian kesehatan
- b. Menjaga kerahasiaan data pribadi penderita DBD
- c. Menggunakan data sesuai peruntukannya
- d. Menyampaikan hasil penelitian kepada instansi terkait untuk kepentingan pengendalian DBD

## **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian**

Wilayah penelitian merupakan kawasan permukiman padat perkotaan dengan karakteristik kepadatan bangunan tinggi (rata-rata 180-220 unit/hektar), luas ruang terbuka hijau terbatas (<10% dari total luas wilayah), dan sistem drainase yang kurang memadai. Kepadatan penduduk mencapai 12.500-15.000 jiwa/km<sup>2</sup> dengan mayoritas bangunan berupa rumah tinggal permanen semi-permanen yang saling berhimpitan. Jarak antar bangunan rata-rata kurang dari 1 meter, menciptakan celah-celah sempit dengan sirkulasi udara terbatas dan pencahayaan alami minim.

#### 4.1.2 Analisis Deskriptif Variabel Penelitian

##### a. Distribusi Kasus DBD

Selama periode penelitian (24 bulan), tercatat 1.247 kasus DBD dengan rata-rata 52 kasus per bulan (kisaran 12-148 kasus). Pola temporal menunjukkan fluktuasi musiman dengan puncak kasus terjadi pada bulan Januari-Maret (puncak musim hujan) dan bulan Juni-Agustus (puncak musim kemarau). Insiden rate rata-rata sebesar 85 per 100.000 penduduk per tahun, dengan variasi antar kelurahan yang cukup besar (25-210 per 100.000 penduduk).

**Tabel 1. Statistik Deskriptif Kasus DBD per Kelurahan per Bulan**

Variabel	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Standar Deviasi
Jumlah Kasus	0	28	4,3	5,8
Insiden Rate (per 100.000)	0	210	32,5	41,2

#### 4.1.3 Hasil Analisis Hubungan Iklim Mikro dengan Kejadian DBD

##### a. Analisis Korelasi dengan Lag Time

Analisis cross-correlation function (CCF) menunjukkan pola hubungan temporal antara faktor iklim mikro dengan kejadian DBD:

**Tabel 2. Korelasi Faktor Iklim Mikro dengan Kasus DBD pada Berbagai Lag Time**

Variabel	Lag 0	Lag 1 bulan	Lag 2 bulan	Lag 3 bulan
Suhu Rata-rata	0,18	0,24*	0,21	0,12
Suhu Maksimum	0,21	0,29*	0,23	0,15
Suhu Minimum	0,15	0,19	0,17	0,11
Kelembaban Rata-rata	0,42**	0,51**	0,38**	0,26*
Kelembaban Maksimum	0,38**	0,46**	0,35**	0,23
Kelembaban Minimum	0,31*	0,39**	0,29*	0,18
Curah Hujan	0,08	0,33**	0,41**	0,27*
Hari Hujan	0,12	0,36**	0,43**	0,29*

## 4.2 Pembahasan

### a. Pola Spasial dan Implikasinya terhadap Penularan DBD

Temuan bahwa sebaran kasus DBD membentuk pola mengelompok (*clustered*) dengan autokorelasi spasial positif signifikan konsisten dengan penelitian sebelumnya di berbagai kota endemis DBD. Pola ini mengkonfirmasi teori bahwa penularan DBD bersifat lokal dan sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar.

Identifikasi hot spot di wilayah dengan kepadatan bangunan tertinggi (>200 unit/hektar) menunjukkan bahwa konfigurasi spasial permukiman memainkan peran krusial dalam menciptakan risiko penularan. Temuan ini sejalan dengan konsep "produksi ruang" dalam permukiman padat, dimana keputusan individu dalam membangun dan memperluas hunian secara kumulatif menciptakan ruang negatif (*celah sempit, area ternaungi permanen*) yang menjadi mikrohabitat ideal bagi vektor.

### b. Curah Hujan dengan Pola Lag 2 Bulan

Hubungan antara curah hujan dan kasus DBD dengan lag 2 bulan mencerminkan siklus biologis vektor yang membutuhkan waktu untuk menyelesaikan perkembangan dari telur hingga menjadi nyamuk dewasa infeksius. Prosesnya sebagai berikut:

- a. Minggu 1-2: Hujan mengisi kontainer dan tempat penampungan air, telur menetas menjadi larva
- b. Minggu 3-4: Larva berkembang melalui 4 instar menjadi pupa
- c. Minggu 5-6: Nyamuk dewasa muncul, mencari darah, virus berkembang dalam tubuh nyamuk (masa inkubasi ekstrinsik 8-12 hari)
- d. Minggu 7-8: Nyamuk infeksius menggigit manusia, muncul gejala setelah masa inkubasi intrinsik (4-7 hari)

Rentang waktu 2 bulan (8 minggu) dari hujan hingga kasus muncul sangat sesuai dengan rangkaian proses biologis tersebut. Temuan ini konsisten dengan penelitian yang melaporkan lag optimal 1-2 bulan untuk curah hujan .

#### c. Suhu dalam Rentang Optimal

Meskipun korelasi suhu dengan kasus DBD signifikan namun lebih lemah dibanding kelembaban, hal ini dapat dijelaskan karena suhu di lokasi penelitian sepanjang tahun berada dalam rentang optimal untuk perkembangan vektor (27-30°C). Pada rentang ini:

- a. Perkembangan telur hingga dewasa hanya membutuhkan 7-10 hari (minimum)
- b. Masa inkubasi ekstrinsik virus menjadi lebih pendek (8-10 hari)
- c. Frekuensi menggigit meningkat (setiap 2-3 hari)

Dengan suhu yang selalu optimal, variasi kecil yang terjadi ( $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) tidak cukup menjadi faktor pembatas. Namun demikian, interaksi suhu dengan kelembaban tetap penting dipertimbangkan. Kombinasi suhu 28-30°C dengan kelembaban  $>80\%$  menciptakan kondisi paling ideal bagi penularan.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis spasial dan pemodelan prediktif kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) berbasis faktor iklim mikro di permukiman padat perkotaan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

#### a. Pola Spasial Kejadian DBD

Sebaran kasus DBD di wilayah permukiman padat perkotaan menunjukkan pola yang mengelompok (clustered) secara signifikan. Analisis autokorelasi spasial dengan Global Moran's I mengkonfirmasi adanya ketergantungan spasial antar

wilayah, dimana kelurahan dengan kasus tinggi cenderung berdekatan dengan kelurahan lain yang juga memiliki kasus tinggi. Identifikasi hot spot menggunakan Getis-Ord  $G_i^*$  menunjukkan bahwa wilayah-wilayah dengan kepadatan bangunan tertinggi ( $>150$  unit/hektar), sirkulasi udara terbatas, dan tutupan vegetasi rindang merupakan klaster dengan risiko penularan DBD tertinggi. Sebaliknya, wilayah dengan kepadatan bangunan lebih rendah dan ruang terbuka lebih luas cenderung menjadi cold spot dengan risiko lebih rendah.

b. Pengaruh Faktor Iklim Mikro terhadap Kejadian DBD

Faktor iklim mikro memiliki hubungan yang signifikan dengan fluktuasi kejadian DBD di permukiman padat perkotaan:

- 1) Kelembaban udara merupakan prediktor paling dominan dengan korelasi positif kuat. Kelembaban tinggi ( $>75\%$ ) menciptakan kondisi optimal bagi kelangsungan hidup dan perkembangbiakan vektor *Aedes aegypti*.
- 2) Curah hujan menunjukkan hubungan dengan pola lag atau keterlambatan, dimana peningkatan curah hujan 2-4 minggu sebelumnya berkorelasi dengan peningkatan kasus DBD. Hal ini sesuai dengan siklus hidup vektor dari telur hingga menjadi nyamuk dewasa yang mampu menularkan virus.
- 3) Suhu udara berada dalam rentang optimal ( $27-30^\circ\text{C}$ ) di sebagian besar wilayah penelitian, sehingga mendukung percepatan siklus hidup vektor dan masa inkubasi ekstrinsik virus.

c. Karakteristik Permukiman Padat sebagai Faktor Risiko

Konfigurasi spasial permukiman padat perkotaan menciptakan mikrohabitat ideal bagi vektor DBD melalui:

- 1) Tingginya proporsi area ternaungi ( $75-85\%$ ) yang menjaga kestabilan suhu dan kelembaban
- 2) Terbentuknya ruang-ruang negatif antar bangunan dengan sirkulasi udara terbatas
- 3) Banyaknya kontainer dan tempat penampungan air baik disengaja maupun tidak disengaja
- 4) Rendahnya penetrasi sinar matahari ke permukaan tanah

## **5.2 Saran**

Berdasarkan temuan dan kesimpulan penelitian, berikut adalah saran yang dapat diberikan:

### **5.2.1 Bagi Dinas Kesehatan dan Pemangku Kebijakan**

- a. Penguatan Sistem Surveilans Berbasis Spasial
  - 1) Mengintegrasikan sistem pencatatan kasus DBD dengan koordinat geografis (geocoding) untuk memudahkan analisis spasial rutin
  - 2) Mengembangkan peta risiko DBD dinamis yang diperbarui secara berkala (bulanan/triwulan) berdasarkan data kasus terkini dan prediksi iklim
  - 3) Memprioritaskan intervensi pengendalian vektor pada wilayah-wilayah hot spot dan buffer zone di sekitarnya

### **5.2.2 Bagi Puskesmas dan Tenaga Kesehatan Lapangan**

- a. Penguatan Program Pengendalian Vektor
  - 1) Melaksanakan Pemantauan Jentik Berkala (PJB) secara lebih terfokus pada wilayah-wilayah berisiko tinggi
  - 2) Meningkatkan frekuensi penyuluhan dan gerakan PSN di permukiman padat, terutama pada periode pra-puncak kasus (1-2 bulan sebelum musim hujan)
  - 3) Melatih kader kesehatan dalam melakukan pengukuran sederhana iklim mikro (suhu dan kelembaban) di lingkungan masing-masing

### **5.2.3 Bagi Masyarakat Permukiman Padat**

- a. Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS)
  - 1) Melaksanakan gerakan 3M Plus secara rutin: Menguras, Menutup, Mendaur ulang, plus menghindari gigitan nyamuk
  - 2) Memperhatikan potensi tempat perkembangbiakan nyamuk di sekitar rumah, termasuk barang-barang tidak terpakai dan talang air
  - 3) Meningkatkan ventilasi dan pencahayaan alami dalam rumah untuk mengurangi kelembaban

## DAFTAR REFERENSI

- Anggraini FP, Pawenang ET. Autokorelasi Faktor Lingkungan Dengan Kejadian DBD di Kota Semarang 2019-2023. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 2024;
- Budhidharma DSA. Hubungan Faktor Iklim dan Pemodelan Prediksi Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kota Bekasi 2014-2023 [tesis]. Padang: Universitas Andalas; 2025.
- Situmorang A, Purwaningsih SS, Widayatun, Fatoni Z, Astuti Y, Seftiani S. Perubahan iklim dan kasus DBD di perkotaan: respons pemerintah dan masyarakat madani di Kota Malang. Jakarta: Pusat Penelitian Kependudukan-LIPI; 2012.
- Situmorang A, Widayatun, Purwaningsih SS, Astuti Y, Seftiani S, Fatoni Z. Perubahan iklim dan perilaku kesehatan masyarakat: Kasus demam berdarah dengue (DBD) di Kota Semarang. Yogyakarta: Pital; 2013.
- Tia ALT. Prediksi Kasus Demam Berdarah Dengue di Kota Bandar Lampung Menggunakan Model Regresi Binomial Negatif Berdasarkan Data Iklim dan Indeks ENSO [skripsi]. Lampung: Institut Teknologi Sumatera; 2025.
- Puspiasari D, dkk. Penggunaan Logika Fuzzy Dalam Pemodelan Spasial Kerentanan DBD di Kota Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 2018;
- Marti R, Li Z, Catry T, Roux E, Mangeas M, Handschumacher P, et al. A Mapping Review on Urban Landscape Factors of Dengue Retrieved from Earth Observation Data, GIS Techniques, and Survey Questionnaires. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. 2024;
- Yasanayake CN, Zaitchik BF, Gnanadesikan A, Gardner LM, Shet A. Mechanistic Modeling of *Aedes aegypti* Mosquito Habitats for Climate-Informed Dengue Forecasting. *GeoHealth*. 2025;9(9):e2025GH001376.
- Yasanayake CN, Zaitchik BF, Gnanadesikan A, Gardner L, Shet A. Mechanistic Modeling of *Aedes aegypti* Mosquito Habitats for Climate-Informed Dengue Forecasting. *Semantic Scholar*. 2025;
- Gaytán Hernández D, Sánchez Hernández D, Hernández Ibarra LE, Ibarra Zapata E, Parra Rodríguez O, Gallegos García V, et al. High-Resolution Geospatial Analysis of Dengue Vulnerability in Urban and Rural Areas of San Luis Potosí, Mexico. *Tropical Medicine and Infectious Disease*. 2025;10(11).
- Bhatt S, Gething PW, Brady OJ, Messina JP, Farlow AW, Moyes CL, et al. The global distribution and burden of dengue. *Nature*. 2013;496(7446):504-507.
- Brady OJ, Gething PW, Bhatt S, Messina JP, Brownstein JS, Hoen AG, et al. Refining the global spatial limits of dengue virus transmission by evidence-based consensus. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. 2012;6(8):e1760.
- Gubler DJ. Dengue, urbanization and globalization: The unholy trinity of the 21st century. *Tropical Medicine and Health*. 2011;39(4 Suppl):3-11.
- Morin CW, Comrie AC, Ernst K. Climate and dengue transmission: evidence and implications. *Environmental Health Perspectives*. 2013;121(11-12):1264-1272.

- Messina JP, Brady OJ, Golding N, Kraemer MUG, Wint GRW, Ray SE, et al. The current and future global distribution and population at risk of dengue. *Nature Microbiology*. 2019;4(9):1508-1515
- Ryan SJ, Carlson CJ, Mordecai EA, Johnson LR. Global expansion and redistribution of Aedes-borne virus transmission risk with climate change. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. 2019;13(3):e0007213.
- Scott TW, Morrison AC. Vector dynamics and transmission of dengue virus: implications for dengue surveillance and prevention strategies. *Current Topics in Microbiology and Immunology*. 2010;338:115-128.
- Tun-Lin W, Burkot TR, Kay BH. Effects of temperature and larval diet on development rates and survival of *Aedes aegypti*. *Medical and Veterinary Entomology*. 2000;14(1):31-37.
- Canyon DV, Hii JL, Müller R. The effect of diet quality on survival and development of *Aedes aegypti*. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 1999;15(3):332-337.
- Reiskind MH, Lounibos LP. Effects of intraspecific larval competition on adult longevity in the mosquitoes *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Medical and Veterinary Entomology*. 2009;23(1):62-68.