

AUTOKORELASI KASUS DEMAM BERDARAH DENGUE BERBASIS SPASIAL DI WILAYAH AIR PUTIH, KOTA SAMARINDA

Autocorrelation of Spatial Based Dengue Hemorrhagic Fever Cases in Air Putih Area, Samarinda City

Syamsir^{1*}, Dwi Murdaningsih Pangestuty²

¹Fakultas Kesehatan dan Farmasi, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur, Jl. Juanda No. 15 Samarinda 75124, Indonesia

²Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur, Jl. Juanda No. 15 Samarinda 75124, Indonesia

Corresponding Author*:

sya809@umkt.ac.id

Article Info

Submitted : 19 September 2019
In reviewed : 21 January 2020
Accepted : 02 March 2020
Available Online : 30 April 2020

Kata Kunci : Pola, Dengue, Demam, Spasial

Keywords : Pattern, Dengue, Fever, Spatial

Published by Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga

Abstrak

Pendahuluan: Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan penyakit yang menular dengan cepat, khususnya di wilayah tropis dan subtropis. DBD dapat menular dengan cepat karena virus *dengue* dipindahkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* ke dalam tubuh manusia. Salah satu provinsi yang merasakan dampak dari wabah DBD yaitu Provinsi Kalimantan Timur, khususnya Kota Samarinda. Upaya penanggulangan DBD sebenarnya telah diupayakan oleh petugas puskesmas di Kota Samarinda. Penyebab belum maksimalnya program pengendalian DBD di Kota Samarinda karena belum adanya pemetaan terkait wilayah rentan DBD. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan pola sebaran DBD di wilayah kerja Puskesmas Air Putih sehingga dapat memaksimalkan pelaksanaan program pengendalian DBD. **Metode:** Populasi dalam penelitian ini yaitu seluruh penderita DBD yang tercatat di Puskesmas Air Putih pada tahun 2018. Penarikan sampel menggunakan teknik *total sampling*. Analisis yang digunakan pada penelitian ini yaitu analisis autokorelasi spasial dengan metode Moran's I atau Indeks Moran. Metode Indeks Moran digunakan untuk mengetahui autokorelasi sebaran kasus DBD. **Hasil dan Pembahasan:** Hasil analisis autokorelasi menunjukkan Z score $< -Z_{\alpha/2}$, artinya H_0 ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat autokorelasi spasial pada sebaran DBD di Puskesmas Air Putih. Berdasarkan nilai indeks moran (Moran's I = -0,045850) yang bernilai negatif menunjukkan bahwa sebaran DBD di wilayah kerja Puskesmas Air Putih cenderung menyebar atau termasuk kategori *dispersed*. **Kesimpulan:** Kesimpulan penelitian ini yaitu semakin banyak kasus DBD di suatu wilayah padat penduduk maka semakin besar peluang terjadinya autokorelasi spasial. Kedekatan jarak antar kasus DBD dapat membentuk autokorelasi spasial dengan kategori *dispersed*.

Abstract

Introduction: Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) is the disease that spread quickly in tropical and subtropical regions. DHF can spread quickly because the dengue virus is transmitted through the *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* into the human body. One of the provinces that felt the impact of the dengue outbreak was East Kalimantan, especially Samarinda City. Efforts to prevent dengue have been attempted by health center officials in Samarinda City. The cause has not yet been effective in controlling DHF programs in Samarinda City because there is no mapping of DHF vulnerable areas. This study aims to map the pattern of DHF distribution in the working area of the health center to maximize the implementation of the DHF control program. **Methods:** The population in this study were all DHF sufferers registered at the Air Putih Health Center in 2018. Withdrawal samples using total sampling techniques. The analysis used in this study is spatial autocorrelation analysis by Moran's I. The Moran Index method is used to determine the autocorrelation of the distribution of DHF cases. **Result and Discussion:** The results of the autocorrelation analysis showed a Z score $< -Z_{\alpha/2}$ meaning H_0 was rejected. This shows that there is spatial autocorrelation in the distribution of DHF in the Health Center. Based on the Moran's I value (Moran's I = -0.045850) which has a negative value indicates that the distribution of DHF in the working area of the Health Center tends to spread or dispersed. **Conclusion:** This study concludes that the more cases of DHF in a densely populated area, the greater the chance of spatial autocorrelation. The closeness between DHF cases can form spatial autocorrelation with the dispersed category.

PENDAHULUAN

Demam Berdarah *Dengue* (DBD) adalah penyakit yang menular dengan cepat, khususnya di wilayah tropis dan subtropis. DBD dapat menular dengan cepat karena *agent* penyakit DBD berupa virus *dengue* masuk ke dalam tubuh ke manusia melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes Albopictus*. Bionomik (kebiasaan) *Aedes aegypti* memiliki keterkaitan dengan lingkungan manusia sehingga menyebabkan penularan DBD dapat terjadi dengan cepat. Pada wilayah endemik, peningkatan kasus DBD dapat terjadi dalam kurun waktu yang singkat bahkan dapat menimbulkan kejadian luar biasa (KLB) di sebagian wilayah di dunia.

DBD menyebar dengan cepat di sebagian besar wilayah di dunia. Menurut laporan WHO, jumlah penderita DBD terbanyak berada di wilayah Pasifik Barat, Asia Tenggara dan beberapa negara di Amerika. Jumlah kasusnya tercatat lebih dari satu juta kasus pada tahun 2008 kemudian meningkat menjadi lebih dari tiga juta kasus pada tahun 2015. Bahkan pada tahun 2016, terjadi wabah DBD di berbagai belahan dunia, khususnya di negara yang berada pada wilayah khatulistiwa (1). Indonesia termasuk negara dengan jumlah kasus Demam Berdarah *Dengue* yang terbanyak di benua Asia. Letak geografis Indonesia yang berada di kawasan tropis memberikan pengaruh terhadap kejadian DBD. Berdasarkan data Kementerian Kesehatan (Kemenkes) Republik Indonesia, jumlah kasus DBD pada tahun 2015 hingga 2016 tercatat sebanyak lebih dari seratus ribu kasus. Bahkan pada tahun 2016, penderita Demam Berdarah *Dengue* yang meninggal dunia sebanyak 1.598 orang (2).

Jumlah kasus DBD di Indonesia bersifat fluktuatif, sebagaimana data Kementerian Kesehatan RI menunjukkan bahwa terjadi penurunan kasus DBD pada tahun 2017 jika dibandingkan dengan kasus DBD pada tahun 2016. Namun DBD tetap menjadi penyakit berbahaya karena kasus DBD terjadi di sebagian besar kabupaten/kota di Indonesia setiap tahunnya (3). Maka dari itu, DBD masih menjadi permasalahan yang membutuhkan penanganan serius dari pemerintah.

Salah satu provinsi yang merasakan dampak dari wabah DBD yaitu Kalimantan Timur, khususnya Kota Samarinda. Dinas Kesehatan Kalimantan Timur pernah mencatat jumlah kasus DBD pada tahun 2014 sebanyak 1.686 penderita yang tersebar di seluruh kecamatan (4). Dua tahun setelahnya, kasus DBD di Kota Samarinda mengalami peningkatan yang cukup signifikan sebanyak 2.814 penderita DBD. Selain itu, *Incidence Rate* (IR) Demam Berdarah *Dengue* mengalami peningkatan sebanyak 290 per 100.000 penduduk (5). Meskipun jumlah kasus DBD di Kota Samarinda berkurang pada

tahun 2017, tetapi kejadian DBD masih tersebar di sebagian besar wilayah yang ada di Kota Samarinda, khususnya di wilayah kerja Puskesmas Air Putih (6).

Tantangan yang dihadapi dalam mencegah terjadinya wabah DBD yaitu belum adanya vaksin yang dapat menjadi antibodi terhadap serangan virus *dengue*. Saat ini belum ditemukan vaksin yang dapat menjadi antibodi bagi manusia dari infeksi virus *dengue*. Maka dari itu, cara yang paling tepat untuk memutus mata rantai penularannya penyakit DBD adalah melakukan pengendalian vektor DBD. Maka dari itu, upaya yang terus digalakkan oleh pemerintah dalam mengendalikan penyebaran kasus DBD yaitu dengan program pengendalian vektor DBD.

Pemaksimalan program pencegahan penularan Demam Berdarah *Dengue* (DBD) di instansi kesehatan menjadi agenda utama yang harus diprioritaskan agar dapat menurunkan kasus DBD. Upaya penanggulangan DBD sebenarnya telah diupayakan oleh petugas puskesmas. Salah satu program pengendalian DBD yang dimaksimalkan oleh puskesmas yaitu pengendalian vektor DBD. Program tersebut telah dikampanyekan secara masif melalui program 3M (Menguras, Menutup, Mendaur ulang). Bahkan program ini kemudian didukung dengan gerakan JUMANTIK (Juru Pemantau Jentik) di setiap wilayah kerja puskesmas.

Permasalahan yang dihadapi oleh tenaga kesehatan dalam mengendalikan penyebaran *Dengue Hemorrhagic Fever* (DHF) di Kota Samarinda yaitu belum maksimalnya pemetaan wilayah rentan, termasuk di wilayah kerja Puskesmas Air Putih. Setiap puskesmas harus mengetahui pola sebaran DBD sebelum melakukan *fogging* atau program DBD lainnya agar pelaksanaan program DBD dapat berjalan efektif. Untuk memaksimalkan pelaksanaan program DBD maka dibutuhkan pemetaan wilayah rentan DBD yang akurat. Penggunaan peta spasial akan membantu puskesmas untuk memprediksi letak wilayah rentan DBD. Peta spasial dapat mendeteksi wilayah rentan DBD khususnya di wilayah yang padat penduduk. Bahkan peta spasial tidak hanya mampu menyajikan sebaran kasus DBD saja, tetapi juga dapat memetakan faktor risiko DBD seperti keberadaan jentik dan kondisi lingkungan seperti *breeding habit* (7).

Pemantauan penyebaran DBD dengan menggunakan data spasial menjadi sangat penting untuk memutuskan mata rantai penyebaran virus *dengue*. Penggunaan data spasial untuk mendapatkan suatu informasi penting, dikenal dengan istilah Sistem Informasi Geografis (SIG). SIG digunakan sebagai alat bantu untuk memantau atau monitoring sejauh mana penyebaran penyakit melalui media vektor, kondisi lingkungan, sosial,

pelayanan kesehatan, dan menyelesaikan berbagai masalah kesehatan masyarakat. Sistem informasi geografis (SIG) atau *Geographic Information System* (GIS) digunakan untuk melihat hubungan antara kasus DBD dengan kondisi lingkungan. Sistem informasi geografis dapat menganalisis tren curah hujan dengan kejadian DBD. Maka dari itu, SIG dapat membantu dalam mengetahui pola kejadian DBD bahkan mengetahui pola sebaran kasus DBD (8). SIG dapat menjadi alat analisis yang dapat memprediksi secara akurat kejadian DBD beberapa tahun ke depan berdasarkan pola kasus DBD terdahulu.

Dalam penggunaan data spasial, terdapat beberapa metode yang telah dikembangkan untuk dapat menjelaskan tingkat hubungan pada suatu variabel. Jika dalam analisis yang tidak menggunakan data spasial atau data statistik yang bersifat umum, biasanya analisis yang digunakan jika melibatkan dua variabel yaitu uji korelasi. Namun dalam data spasial, satu variabel dapat diuji dengan sesama objek yang ada di dalam variabel tersebut atau sering disebut autokorelasi. Dalam istilah spasial, autokorelasi diartikan sebagai analisis yang bertujuan untuk melihat tingkat kesamaan pada suatu objek dalam suatu ruang (9).

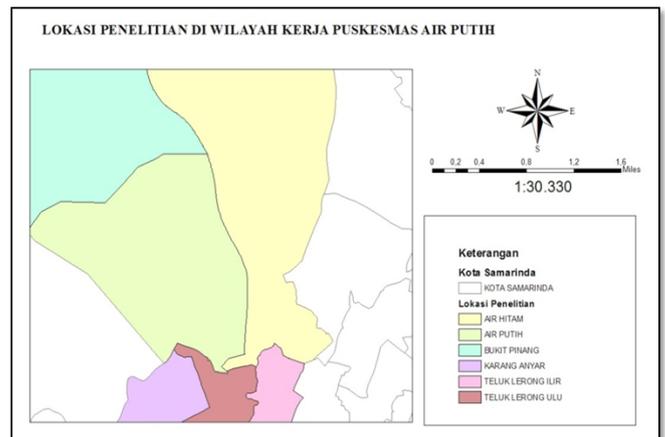
Uji autokorelasi akan menghasilkan output berupa *clustered* (berkelompok), *dispersed* (menyebarkan), dan *random* (acak). Metode yang dapat digunakan dalam pengujian autokorelasi spasial suatu kejadian yaitu *Moran's I* atau disebut juga dengan istilah Indeks Moran. Metode *Moran's I* sangat aplikatif dalam menganalisis berbagai permasalahan, termasuk bidang kesehatan khususnya penyebaran penyakit (10).

Pemetaan wilayah rentan DBD dengan menggunakan *Moran's I* belum pernah dilakukan di Kota Samarinda. Beberapa penelitian DBD yang telah dilakukan di Kota Samarinda hanya sebatas uji statistik pada variabel tertentu. Belum pernah dilakukan uji autokorelasi spasial pada kasus DBD yang terjadi setiap tahunnya di Kota Samarinda. Oleh karena itu, dalam memaksimalkan pelaksanaan program pengendalian DBD maka dibutuhkan pengelolaan data spasial menjadi basis data surveilans DBD. Pengembangan data spasial dalam mendukung pemaksimalan program DBD diharapkan dapat diterapkan oleh semua puskesmas yang ada di Kota Samarinda. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui pola sebaran DBD di wilayah kerja Puskesmas Air Putih sehingga dapat memaksimalkan pelaksanaan program pengendalian DBD.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah kerja puskesmas Air Putih, Kota Samarinda. Latar belakang

yang mendasari pemilihan lokasi penelitian di Puskesmas Air Putih karena merupakan salah satu puskesmas yang memiliki kasus DBD tertinggi pada tahun 2018. Oleh karena itu, puskesmas Air Putih sangat representatif dijadikan objek penelitian. Desain yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *cross sectional*, dimana data titik koordinat penderita DBD yang dikumpulkan yaitu data DBD yang tercatat pada tahun 2018. Penggunaan data DBD untuk penelitian telah mendapat persetujuan dari Dinas Kesehatan Kota Samarinda dan Puskesmas Air Putih Kota Samarinda. Pengumpulan titik koordinat dilaksanakan pada bulan Mei – Agustus 2019. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Wilayah Kerja Puskesmas Air Putih

Populasi penelitian ini yaitu seluruh penderita DBD di wilayah kerja Puskesmas Air Putih pada tahun 2018. Teknik *sampling* yang digunakan yaitu *total sampling* dengan menggunakan kriteria berupa alamat penderita DBD lengkap. Berdasarkan teknik *sampling* yang digunakan maka sampel penelitian ini yaitu data titik koordinat (alamat) penderita DBD tahun 2018. Variabel penelitian ini yaitu titik koordinat alamat rumah penderita DBD di wilayah kerja Puskesmas Air Putih, Kota Samarinda. Korelasi antar titik koordinat alamat rumah penderita DBD diukur dengan menggunakan *Moran's I* atau Indeks Moran pada ArcGIS Map.

Penelitian ini menjadikan data DBD sebagai objek yang diteliti untuk mendapatkan pola sebaran DBD dengan menggunakan peta. Data primer pada penelitian ini yaitu titik koordinat alamat penderita DBD tahun 2018 yang dikumpulkan dengan *Global Positioning System* (GPS) *Garmin*. GPS *Garmin* memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan GPS biasa seperti yang terdapat dalam *handphone* sehingga dapat mendukung tingkat akurasi penelitian. Adapun data sekunder yang digunakan yaitu data alamat penderita yang tercatat di Puskesmas Air Putih.

Analisis pada penelitian ini yaitu analisis spasial dengan metode *Moran's I* atau Indeks Moran. Metode

Indeks Moran digunakan untuk mengetahui autokorelasi sebaran kasus DBD. Indeks Moran juga dikenal sebagai metode yang mampu melihat dependensi dan heterogenitas spasial. Oleh karena itu, Indeks Moran menjadi metode yang lebih representatif digunakan untuk menentukan wilayah rentan DBD melalui analisis dependensi dan heterogenitas spasial kasus DBD.

Hasil analisis autokorelasi dilihat dari nilai Z-score atau Z_{hitung} dari output analisis ArcGIS yang dibandingkan dengan $Z_{\alpha/2}$. Ho ditolak jika Z score > $Z_{\alpha/2}$ atau -Z score < $-Z_{\alpha/2}$. Selain itu, untuk mengetahui apakah sampel (titik koordinat) yang diuji memiliki autokorelasi positif atau negatif maka dilakukan perhitungan nilai Moran's I. Perhitungan nilai Moran's I dapat dilakukan dengan menggunakan rumus matematika dan kedua, dengan menggunakan software ArcGIS (11).

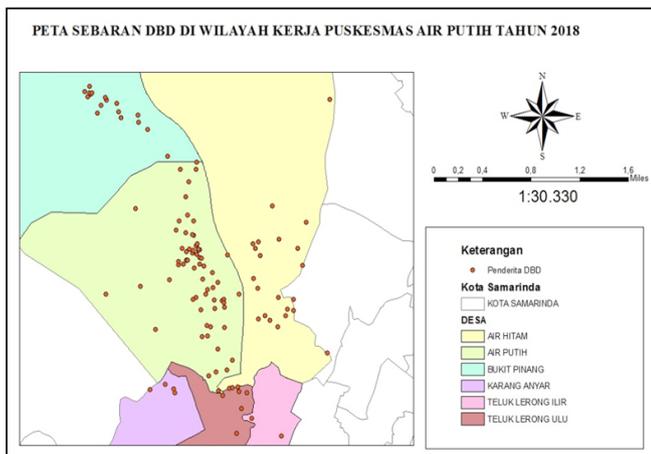
Perhitungan nilai Moran's I dengan rumus matematika sebagai berikut (9):

$$I = \frac{n \sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{(\sum_{i \neq j} w_{ij}) \sum_i (x_i - \bar{x})^2}$$

Keterangan:

- I : Indeks Moran
- Wij : Elemen penimbang spasial yang mengacu pada letak wilayah i terhadap wilayah tetangga j
- \bar{x} : Rata-rata
- Xi : Nilai variabel pengamatan wilayah i
- Xj : Nilai variabel pengamatan wilayah tetangga j

Nilai Indeks Moran (I) < 0 menunjukkan bahwa autokorelasi negatif, artinya pola sebaran *dispersed* (menyebar). Jika nilai I = 0 menunjukkan bahwa tidak terjadi autokorelasi spasial, artinya pola sebaran tidak berkelompok. Sedangkan jika nilai I > 0 menunjukkan bahwa autokorelasi positif, artinya pola sebaran membentuk *clustered* atau berkelompok (10).



Gambar 2. Peta Sebaran DBD di Wilayah Kerja Puskesmas Air Putih Tahun 2018

Titik koordinat alamat penderita DBD yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis menggunakan

software ArcGIS. Sebelum melakukan uji autokorelasi spasial pada titik sebaran DBD, terlebih dahulu titik koordinat dimasukkan ke dalam peta yang telah memiliki *spatial reference*. Peta sebaran DBD (gambar 2) yang telah memiliki *spatial reference* dan titik koordinat (penderita DBD tahun 2018) kemudian dianalisis dengan menggunakan ArcGIS tools yaitu *Hawths Analysis Tools* dan *Spatial Statistics Tools*.

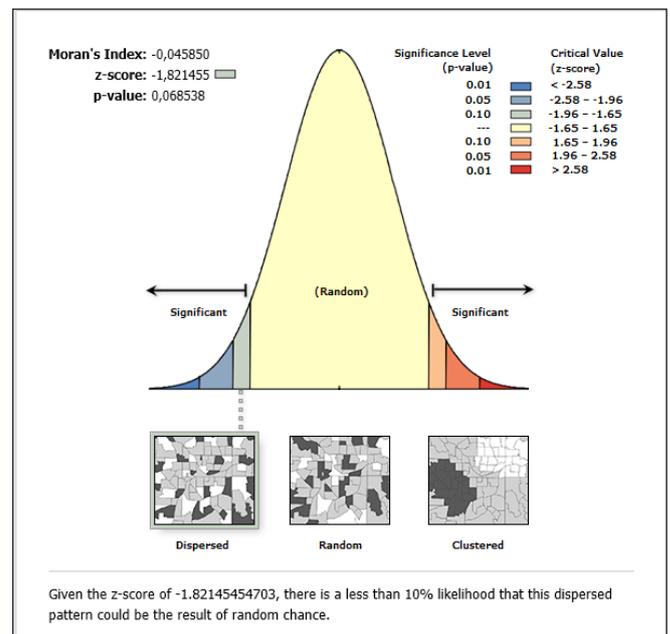
HASIL

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai Z-score atau Z_{hitung} = -1,821455. Berdasarkan output ArcGIS nilai kritis sebesar 10% dan $Z_{\alpha/2}$ = -1.65. Hasil ini menunjukkan -Z score < $-Z_{\alpha/2}$, artinya Ho ditolak. Ini menunjukkan bahwa terdapat autokorelasi spasial pada sebaran DBD di Puskesmas Air Putih. Namun untuk mengetahui apakah autokorelasi yang terjadi ke arah positif atau negatif maka dapat dilihat dari nilai *Moran's Index*. Berikut nilai *Moran's Index* yang ditunjukkan pada gambar 3.

Tabel 1. Hasil Analisis Moran's Index pada Sebaran DBD di Wilayah Kerja Puskesmas Air Putih Tahun 2018

Moran's I	Expected Index	Variance	Z-score	p-value
-0,045850	-0,014706	0,000292	-1,821455	0,068538

*signifikansi pada $\alpha = 10\%$,



Gambar 3. Hasil Analisis Autokorelasi Spasial

Berdasarkan nilai indeks moran (Indeks Moran = -0,045850) yang bernilai negatif menunjukkan bahwa autokorelasi kasus DBD di puskesmas Air Putih yaitu autokorelasi negatif sehingga sebaran DBD di wilayah kerja Puskesmas Air Putih cenderung menyebar atau termasuk kategori *dispersed*. Artinya pola sebaran DBD di wilayah kerja Puskesmas Air Putih tidak berkelompok pada suatu lokasi tertentu. Pola sebaran DBD di

Puskesmas Air Putih cenderung tersebar di beberapa wilayah di Kelurahan Bukit Pinang, Air Hitam dan Air Putih.

PEMBAHASAN

Autokorelasi Spasial Demam Berdarah *Dengue*

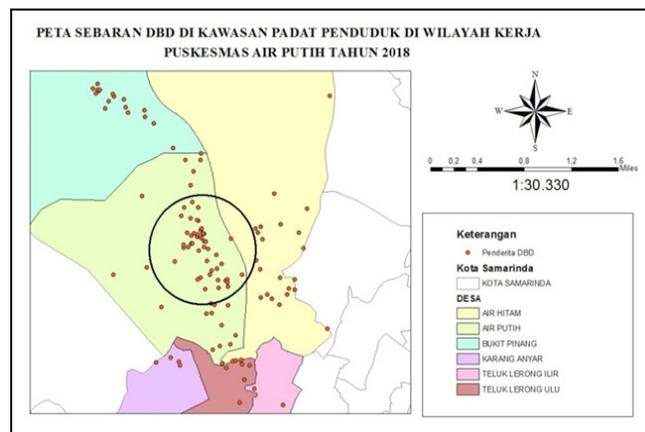
Demam Berdarah *Dengue* masih menjadi salah satu *emerging disease* di sebagian besar wilayah di dunia. Maka dari itu, tenaga surveilans dinas kesehatan kabupaten/kota membutuhkan metode pemetaan sebaran DBD yang akurat sehingga dapat membantu dalam menanggulangi penyebaran Demam Berdarah *Dengue* (DBD). Pola sebaran dan tingkat kerentanan suatu wilayah terhadap penyebaran DBD dapat dianalisa dengan menggunakan *Moran's I*. Pendekatan yang digunakan dalam *Moran's I* yaitu menghitung tingkat korelasi antar titik (autokorelasi spasial) sehingga memiliki tingkat akurasi yang baik dalam menentukan wilayah rentan DBD (12).

Pola penularan DBD yang terjadi di berbagai belahan dunia menunjukkan adanya autokorelasi spasial. Penelitian yang dilakukan di Kabupaten Lumajang, Indonesia, menunjukkan pola sebaran kasus DBD termasuk kategori *dispersed* atau menyebar (13). Pola sebaran kasus DBD di Kota Madurai, India, juga termasuk kategori *dispersed* (menyebar) (14). Selain itu, sebaran kasus DBD di wilayah Seksyen 7 Shah Alam, Malaysia, juga menunjukkan autokorelasi spasial dengan kategori *clustered* atau berkerumun (15).

Autokorelasi spasial pada kasus DBD dapat dipengaruhi oleh adanya riwayat kejadian DBD sebelumnya pada suatu lokasi. Kasus DBD yang baru memiliki hubungan dengan kejadian DBD sebelumnya. Virus *dengue* dalam tubuh nyamuk *Aedes aegypti* berasal dari penderita DBD sebelumnya kemudian ditularkan ke manusia lain yang berada di lingkungan terdekat. Semakin banyak titik kasus DBD pada suatu wilayah maka semakin memperbesar peluang terjadinya autokorelasi spasial.

Semakin banyak kasus DBD di suatu wilayah yang padat penduduk maka semakin besar peluang terjadinya autokorelasi spasial. Sebagaimana yang terjadi di Kota Bandung, pola sebaran kasus DBD memiliki autokorelasi spasial yang bersifat positif (16). Selain itu, fenomena autokorelasi spasial kasus DBD juga terjadi di Kabupaten Tanah Datar, Sumatera Barat, menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara kepadatan penduduk dengan pola sebaran kasus DBD. Alasannya karena jarak terbang nyamuk sekitar 50 meter akan memudahkan perpindahan virus *dengue* pada perumahan yang padat penduduk (7). Kondisi yang sama juga terjadi di wilayah kerja puskesmas Air

Putih, dimana kasus DBD banyak terjadi di kawasan perumahan padat penduduk sebagaimana Gambar 4.



Gambar 4. Peta Sebaran DBD di Kawasan Padat Penduduk di Wilayah Kerja Puskesmas Air Putih Tahun 2018

Sebaran kasus DBD dapat dihitung jarak penyebaran kasusnya dengan menggunakan *average nearest neighbor*. Beberapa kasus DBD memiliki jarak penyebaran penyakit antara 100-200 meter (14-15). Namun terdapat juga metode lain yang dapat digunakan untuk memetakan radius kerentanan suatu wilayah terhadap DBD seperti *buffer* dan *proximity spatial*. Sebagaimana penelitian yang pernah dilakukan di Kota Samarinda terkait analisis efektivitas *fogging* dengan menggunakan *buffer*. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa program *fogging* belum mampu menjangkau seluruh wilayah rentan DBD di wilayah kerja Puskesmas Makroman, Kota Samarinda (17).

Penggunaan metode *Moran's I*, *average nearest neighbor* dan *buffer analysis* dapat membantu dalam menentukan pusat lokasi penyebaran kasus DBD (18). Sebagai contoh, *hotspot* utama penyebaran kasus DBD di wilayah Taiwan Selatan terdapat di pusat perkotaan yang padat penduduk. Penentuan hotspot DBD tersebut ditentukan dengan menggunakan *Moran's I* (19). *Hotspot* DBD didasarkan pada pola korelasi antar titik kasus DBD di suatu wilayah. Hubungan antar titik kasus DBD ditunjukkan dengan bobot spasial sehingga dapat diukur banyaknya titik (*neighbor point*) yang saling berdekatan satu sama lain (20).

Risiko penyebaran DBD pada *hotspot* yang padat penduduk dapat meningkat jika masyarakat di wilayah tersebut masih belum berperilaku hidup bersih dan sehat, khususnya melaksanakan program 3M (Menguras, Menutup, Mendaur ulang). Maka dari itu, peran ibu rumah tangga menjadi sangat penting dalam memutus mata rantai perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti* di sekitar rumah. Pengelompokan rumah tangga berdasarkan kepadatan larva nyamuk *Aedes aegypti* di sekitar rumah dapat membantu dalam memaksimalkan penanganan penularan DBD (21).

Program pengendalian penularan DBD di puskesmas harus dilaksanakan secara efektif. Pelaksanaan program pengendalian DBD harus tepat pada radius penyebaran virus *dengue*. Misalnya pelaksanaan *fogging*, harus menjangkau seluruh radius yang terdeteksi keberadaan nyamuk *Aedes aegypti* yang telah membawa virus *dengue* atau di lokasi yang masyarakatnya telah terkena penyakit DBD. Namun perlu dipahami bahwa pengendalian vektor DBD melalui program *thermal fogging* dapat menimbulkan permasalahan baru jika tidak dikelola dengan baik. Penggunaan *malatation* dalam program *thermal fogging* dapat membuat nyamuk *Aedes aegypti* menjadi resisten (22).

Faktor lingkungan fisik juga memberikan pengaruh terhadap peningkatan radius *hotspot* DBD. Berdasarkan beberapa penelitian, faktor lingkungan fisik seperti curah hujan dan kepadatan penduduk termasuk faktor risiko yang berkontribusi besar terhadap penyebaran penyakit DBD. Selain itu, faktor lainnya yang menyebabkan mudahnya DBD menjadi wabah yaitu keberadaan tempat bertelur (*breeding habit*) nyamuk *Aedes aegypti* pada air jernih dan bersih di sekitar lingkungan rumah. Habitat yang paling disukai oleh nyamuk *Aedes aegypti* yaitu lingkungan dalam rumah terutama di bak mandi.

Kebiasaan menggigit nyamuk *Aedes aegypti* bersifat *antropofilik*, artinya nyamuk *Aedes aegypti* lebih cenderung menghisap darah manusia dibandingkan makhluk hidup lainnya. Pada saat nyamuk *Aedes aegypti* menghisap darah penderita DBD maka virus *dengue* menginfeksi tubuh nyamuk tersebut. Virus *dengue* yang masuk ke dalam tubuh nyamuk *Aedes aegypti*, akhirnya masuk ke dalam kelenjar ludahnya. Virus *dengue* membutuhkan lebih dari delapan hari untuk berkembang biak dengan baik sehingga menjadi infeksi. Setelah delapan hari, virus *dengue* dalam tubuh nyamuk *Aedes aegypti* kemudian akan terus bersifat infeksi sepanjang hidupnya

Penanggulangan penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) harus dimulai dengan menghambat perkembangbiakan jentik nyamuk. Salah satu cara untuk mengurangi penyakit DBD dapat dilakukan dengan menekan populasi serangga vektor pembawanya (23). Selain itu, pengendalian perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti* dapat dilakukan dengan pendekatan biologi seperti dengan menggunakan Teknik Serangga Mandul (TSM). TSM merupakan suatu metode pengendalian vektor DBD dengan membunuh serangga menggunakan serangga itu sendiri (*autocidal technique*). Teknik ini dapat mengurangi kepadatan nyamuk *Aedes aegypti* di suatu wilayah (24).

Pemetaan Wilayah Rentan Demam Berdarah Dengue

DBD dapat dengan mudah menjadi wabah karena nyamuk *Aedes aegypti* merupakan vektor (media pemindahan penyakit) yang dapat dengan mudah berkembang biak di sekitar manusia. Apabila nyamuk *Aedes aegypti* telah terinfeksi virus *dengue* maka pemindahan virus *dengue* dari nyamuk *Aedes aegypti* ke dalam tubuh manusia dapat berlangsung cepat. Virus *dengue* merupakan anggota genus dari *flavivirus* dimana terdiri dari empat *serotipe*. Semua *serotipe* tersebut dapat menyebabkan epidemi DBD. Virus *dengue* yang terdapat dalam tubuh penderita Demam Berdarah Dengue (DBD) dapat berpindah ke manusia lainnya (bukan penderita DBD) melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*.

Dalam memaksimalkan pelaksanaan program pengendalian penularan DBD, setiap puskesmas harus melakukan surveilans atau pemantauan penyakit secara berkala dan akurat. Data surveilans penyakit akan memberikan gambaran yang jelas tentang bagaimana mekanisme program pengendalian DBD yang efektif. Namun sebagian besar puskesmas belum mampu memaksimalkan program pengendalian DBD karena terkendala keterlambatan dan tidak lengkapnya data penyakit yang dimiliki. Oleh karena itu, pembuatan sistem informasi surveilans epidemiologi penyakit menular dapat mengatasi permasalahan pemantauan penyakit di puskesmas. Tidak hanya di puskesmas, permasalahan serupa juga terjadi di beberapa dinas kesehatan. Pelaksanaan surveilans penyakit yang berpotensi KLB (Kejadian Luar Biasa) masih belum optimal (25).

Pencegahan penularan penyakit DBD tidak cukup hanya dengan program penyuluhan semata. Nyamuk *Aedes aegypti* mampu memindahkan virus *dengue* di suatu wilayah dengan cepat. Agar tidak terjadi wabah DBD maka dibutuhkan sebuah strategi pencegahan penyakit berbasis wilayah. Pemantauan penyebaran DBD dengan menggunakan data spasial-temporal (ruang-waktu) menjadi sangat penting untuk memutuskan mata rantai penyebaran virus *dengue*. Dalam memaksimalkan program pengendalian DBD maka puskesmas harus memiliki sistem pemantauan yang mampu memberikan informasi dengan analisa akurat terkait wilayah rentan penularan DBD. Sistem pemantauan DBD yang dirancang harus mampu membantu pelaksanaan program pengendalian DBD sehingga berjalan efektif. Selain itu, data spasial kasus DBD dapat digunakan untuk membuat peta sebaran dengan menggunakan berbagai metode yang ada dalam *Geographic Information System* (GIS).

Data surveilans DBD yang biasanya terdapat

di puskesmas hanya berbentuk laporan kasus seperti jumlah penderita DBD dari rumah sakit, identitas penderita DBD, pemeriksaan epidemiologi (PE), pemberian bubuk abate, penyuluhan dan program pengendalian DBD lainnya (26). Data surveilans tersebut seharusnya masih bisa dikembangkan untuk mendapatkan informasi yang detail terkait pola penyebaran DBD. Oleh karena itu, GIS dapat menjadi solusi dalam pengolahan data surveilans DBD. GIS merupakan sebuah sistem informasi yang berfungsi untuk memetakan sebaran DBD dengan menggunakan titik koordinat yang diambil dengan menggunakan alat *Global Position System* (GPS) sehingga mampu mengidentifikasi wilayah penularan DBD.

GIS memetakan wilayah endemis sehingga mengoptimalkan sistem pemantauan DBD. Metode GIS dapat menghasilkan peta pola sebaran penyakit berdasarkan faktor risiko tertentu. Peta persebaran tersebut dapat digunakan dalam perencanaan, monitoring dan evaluasi program pemberantasan DBD. Metode GIS berguna untuk memantau transmisi penyakit berbasis lingkungan dan dapat memberikan rekomendasi strategi pencegahan penyakit (27)

Data atribut surveilans/pemantauan DBD seperti angka bebas jentik (ABJ) dan data lainnya dapat dikolaborasi dengan metode GIS untuk menentukan strategi pengendalian nyamuk pembawa DBD yang efektif. Sebagaimana sebuah penelitian menunjukkan bahwa distribusi kasus DBD Kabupaten Kendal dibagi menjadi tiga kelompok berdasarkan radius *buffer* kasus DBD. Ketiga kelompok tersebut yaitu wilayah dengan tingkat kerentanan rendah, wilayah dengan tingkat kerentanan sedang dan wilayah dengan tingkat kerentanan tinggi (28). Penentuan wilayah rentan DBD dapat didasarkan pada pola penularan DBD yang dipengaruhi oleh perilaku nyamuk vektor DBD. Maka dari itu, dalam menentukan strategi pengendalian vektor pembawa DBD maka dibutuhkan pemetaan kasus DBD dengan menggunakan sistem informasi geografis yang dikolaborasi dengan keberadaan jentik nyamuk *Aedes aegypti*.

Penggunaan aplikasi komputer dalam pemantauan penyakit DBD menjadi solusi cerdas dalam menganalisa tingkat keparahan sebuah lokasi terhadap kejadian DBD. Sebagaimana pengembangan sistem pemantauan DBD berbasis web yang dilakukan oleh Dinas Kesehatan Kota Pekanbaru. Selain membantu pelaporan DBD, sistem pemantauan DBD tersebut juga dapat memudahkan dinas kesehatan untuk menentukan wilayah berdasarkan tingkat kerentanan DBD seperti endemis, sporadis dan bebas DBD (29).

Secara spesifik, model aplikasi yang diterapkan dalam pemantauan penyakit DBD yaitu aplikasi berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) dimana output yang dihasilkan berupa pemetaan kejadian DBD pada sebuah lokasi. Penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG) di bidang kesehatan bertujuan untuk memberikan informasi terkait hubungan lingkungan manusia dengan kejadian penyakit, status gizi dan pelayanan kesehatan.

GIS dapat membantu dalam menganalisa kejadian DBD dengan faktor lingkungan seperti kondisi cuaca atau iklim. Kejadian DBD dapat terjadi secara musiman mengikuti curah hujan pada suatu wilayah. Namun tidak semua kejadian DBD memberikan dipengaruhi oleh curah hujan. Faktor curah hujan tidak memberikan pengaruh secara langsung perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti*, tetapi dipengaruhi oleh curah hujan yang menimbulkan genangan air yang menjadi wadah perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti* (30).

Faktor lingkungan fisik lainnya yang dapat memberikan pengaruh terhadap penyebaran penyakit DBD yaitu kepadatan penduduk di suatu wilayah. Kejadian DBD memiliki keterkaitan secara spasial dengan kepadatan penduduk di suatu wilayah. Nyamuk *Aedes aegypti* yang dapat terbang hingga jarak 100 meter berpotensi besar memindahkan virus *dengue* kepada manusia yang berada pada lingkungan yang padat penduduk. Distribusi kasus DBD ditemukan berkelompok (*clusters/gregorious*) pada wilayah padat penduduk (31).

Mobilitas manusia juga memberikan pengaruh terhadap penyebaran DBD, dimana setiap hari manusia berpindah tempat, termasuk berpindah ke wilayah endemi DBD sehingga membuat mereka dapat tertular penyakit DBD melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. DBD dapat menular dengan cepat di lokasi yang padat penduduk. Nyamuk *Aedes aegypti* dapat memindahkan virus *dengue* dengan durasi singkat di wilayah padat penduduk. Kemampuan nyamuk *Aedes aegypti* untuk dapat terbang pada radius lebih dari 100 meter memudahkan virus *dengue* berpindah ke manusia. Tentu ini menjadi sinyal bahaya bagi sebuah lokasi yang telah terdapat kasus DBD sebelumnya (32).

Pemantauan penyebaran DBD dengan menggunakan data spasial-temporal (ruang-waktu) menjadi sangat penting untuk memutuskan mata rantai penyebaran virus *dengue*. Pemantauan penyakit DBD berbasis spasial-temporal akan membantu tenaga kesehatan puskesmas untuk mengetahui wilayah mana yang menjadi prioritas dalam pelaksanaan program pengendalian DBD. Transmisi virus *serotipe dengue*

memiliki implikasi penting terhadap pengendalian Demam Berdarah Dengue sehingga menjadi sangat penting untuk melakukan pemantauan penularan virus *dengue* dengan spasial-temporal.

Peta spasial tidak hanya mampu menyajikan sebaran kasus DBD saja, tetapi juga dapat memetakan faktor risiko yang berhubungan DBD seperti keberadaan jentik dan kondisi lingkungan *breeding habit*. Distribusi kejadian DBD dapat dihubungkan dengan faktor lingkungan sehingga dapat digambarkan secara spasial dalam bentuk peta sebaran DBD (33). Pemantauan penyakit berbasis spasial-temporal akan membantu tenaga kesehatan untuk mengetahui wilayah mana yang menjadi prioritas dalam pelaksanaan program pengendalian DBD.

Salah satu program pengendalian vektor DBD yang menggunakan sistem informasi geografis yaitu program JUMANTIK (Juru Pemantau Jentik). Program JUMANTIK merupakan program yang bertujuan untuk mengurangi jentik nyamuk *Aedes aegypti* di sekitar rumah. Program ini dilakukan oleh kader puskesmas yang telah dilatih. Untuk memaksimalkan pelaksanaan program JUMANTIK maka dibutuhkan pemetaan wilayah rentan DBD berbasis spasial agar memudahkan kader JUMANTIK untuk mengidentifikasi rumah yang terdapat jentik. Selain itu, penggunaan peta spasial dapat memudahkan untuk memprediksi wilayah rentan DBD.

ACKNOWLEDGEMENT

Ucapan terimakasih, penulis sampaikan kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah mendanai penelitian ini. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada tim pengumpul data yang telah berupaya maksimal sehingga penelitian dapat selesai sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan. Ucapan terima kasih, penulis juga sampaikan kepada pengelola LPPM Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur yang telah membantu administrasi penelitian ini.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dalam penelitian ini yaitu semakin banyak kasus DBD di suatu wilayah padat penduduk maka semakin besar peluang terjadinya autokorelasi spasial. Kedekatan jarak antar kasus DBD dapat membentuk autokorelasi spasial dengan kategori *dispersed*. Saran dalam penelitian ini yaitu petugas dinas kesehatan dan puskesmas harus berupaya memaksimalkan sistem surveilans DBD yang lebih akurat dengan berbasis sistem informasi geografis.

DAFTAR PUSTAKA

1. WHO. Dengue and Severe Dengue. WHO. 2017. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en/>
2. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Profil Kesehatan Indonesia. Jakarta : Kemenkes RI; 2017.
3. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Data dan Informasi, Profil Kesehatan Indonesia 2017. Jakarta: Kemenkes RI; 2018.
4. Dinas Kesehatan Kalimantan Timur. Profil Kesehatan Kalimantan Timur. Samarinda; 2015.
5. Dinas Kesehatan Kota Samarinda. Profil Kesehatan Kota Samarinda Tahun 2016. Samarinda; 2016.
6. Dinkes Kota Samarinda. Laporan Dinas Kesehatan Kota Samarinda Tahun 2017. Samarinda; 2017.
7. Manguang MD, Ari NP. Analisis Kasus DBD Berdasarkan Unsur Iklim dan Kepadatan Penduduk melalui Pendekatan GIS di Tanah Datar. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*. 2017;10(2):166–171. <https://doi.org/10.24893/jkma.v10i2.202>
8. Nisaa A, Hartono, Sugiharto E. Analisis Spasial Dinamika Lingkungan Terkait Kejadian Demam Berdarah Dengue Berbasis Sistem Informasi Geografis Di Kecamatan Colomadu, Kabupaten Karanganyar. *Journal of Information System Public Health*. 2016;1(2):23–28. <https://jurnal.ugm.ac.id/jisph/article/view/8300>
9. Yuriantari NP, Hayati MN, Wahyuningsih S. Analisis Autokorelasi Spasialtitik Panas Di Kalimantan Timur Menggunakan Indeks Moran dan Local Indicator Of Spatial Autocorrelation (LISA). *Jurnal Ekspansional*. 2017;8(1):63–70. <http://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/exponensial/article/view/78>
10. Anuraga G, Sulistiyawan E. Autokorelasi Spasial Untuk Pemetaan Karakteristik Indeks Pembangunan Kesehatan Masyarakat (IPKM) pada Kabupaten/ Kota Di Jawa Timur. *J Statistika*. 2017;5(2):32-41. <http://jurnal.unimus.ac.id/index.php/statistik/article/view/3193>
11. Nisa EK. Identifikasi Spatial Pattern dan Spatial Autocorrelation pada Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Papua Barat Tahun 2012. *Jurnal At-Taqaddum*. 2017;9(2):202-226. <http://journal.walisongo.ac.id/index.php/attaqaddum/article/view/1914>
12. Pertiwi KD, Lestari IP. Spasial Autokorelasi Sebaran Demam Berdarah Dengue di Kecamatan Ambarawa. *Pro Health Jurnal Ilmiah Kesehatan*. 2020;2(1):29-34. <http://jurnal.unw.ac.id:1254/index.php/PJ/article/view/29-34>
13. Kurniadi A, Sutikno. Analisis Spasial Persebaran dan Pemetaan Kerawanan Kejadian Kasus Dengue di Kabupaten Lumajang dengan Spatial Pattern Analysis dan Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 2018;7(2):D32-D39. http://ejournal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/view/36634
14. Balaji D, Saravanabavan V. Geo Spatial Variation of Dengue Risk Zone in Madurai City Using

- Autocorrelation Techniques. *Geo Journal*. 2020; 1-21. <https://doi.org/10.1007/s10708-020-10143-1>.
15. Hasim MH, Hiong TG, Mutalip MHA, Mahmud MAF, Lodz NA, Yoep N, et al. Spatial Density of Dengue Incidence : A Case Study of A Dengue Outbreak in Seksyen 7 , Shah Alam. *International Journal of Mosquito Reseach*. 2018;5(2):9–14. <http://www.dipterajournal.com/archives/2018/5/2/A/5-1-9>
 16. Hernawati R, Ardiansyah MY. Analisis Pola Spasial Penyakit Demam Berdarah Dengue di Kota Bandung Menggunakan Indeks Moran. *Jurnal Rekayasa Hijau*. 2017;1(3):221–232. <https://doi.org/10.26760/jrh.v1i3.1774>
 17. Syamsir S, Daramusseng A. Analisis Spasial Efektivitas Fogging di Wilayah Kerja Puskesmas Makroman, Kota Samarinda. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan*. 2019;1(2):1-7. <http://journal.unhas.ac.id/index.php/jnik/article/view/5996>
 18. Latif ZA, Mohamad MH. Mapping of Dengue Outbreak Distribution Using Spatial Statistics and Geographical Information System. In: *2015 2nd International Conference on Information Science and Security (ICISS)*. Seoul: IEEE; 2012. <https://ieeexplore.ieee.org/document/7371016>
 19. Huang C, Tam TYT, Chern Y, Lung SC, Chen N, Wu C. Spatial Clustering of Dengue Fever Incidence and Its Association with Surrounding Greenness. *International Journal of Environmental Research Public Health*. 2018;1869(15):1–12. <https://www.mdpi.com/1660-4601/15/9/1869>
 20. Suryowati K, Bekti RD, Faradila A. A Comparison of Weights Matrices on Computation of Dengue Spatial Autocorrelation. In: *IOP Conf Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing; 2018. Available from: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/335/1/012052>
 21. Putra FH, Kurniawan R. Clustering for Disaster Areas Endemic Dengue Hemorrhagic Fever Based on Factors Had Caused in East Java Using Fuzzy Geographically Weighted Clustering - Particle Swarm Optimization. *Jurnal Aplikasi Statistika & Komputasi Statistik*. 2016;7(2):27–37. <https://jurnal.stis.ac.id/index.php/jurnalasks/article/view/10>
 22. Sukmawati, Ishak H, Arsin AA. Uji Kerentanan untuk Insektisida Malathion dan Cypermethrine (Cyf 50 EC) Terhadap Populasi Nyamuk Aedes aegypti di Kota Makassar dan Kabupaten Barru. *Higiene*. 2018;4(1):41–47. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/higiene/article/download/5838/5069>
 23. Syam I, Pawenrusi EP. Efektifitas Ekstrak Buah Pare (Momordica Charantia) dalam Mematikan Jentik Aedes aegypti. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*. 2016;10(1):19–23. <https://doi.org/10.24893/jkma.v10i1.158>
 24. Sutiningsih D, Rahayu A, Sari DP, Santoso L, Yuliawati S. Analisis Kepadatan Nyamuk dan Persepsi Masyarakat terhadap Penggunaan Teknik Serangga Mandul. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*. 2016;10(1):108–113. <https://doi.org/10.24893/jkma.v10i1.171>
 25. Mahfudhoh B. Komponen Sistem Surveilans Demam Berdarah Dengue (DBD) di Dinas Kesehatan Kota Kediri. *Jurnal Berkala Epidemiologi*. 2015;3(1):95–107. <https://e-journal.unair.ac.id/index.php/JBE/article/download/1319/1078>
 26. Sinawan, Martini S, Purnomo W. Pengembangan Basis Data Surveilans Faktor Risiko Kejadian Demam Berdarah Dengue Di Dinas Kesehatan Kota Mataram. *Jurnal Berkala Epidemiologi*. 2015;3(2):254–264. <http://dx.doi.org/10.20473/jbe.v3i22015.254-264>
 27. Megawaty DA, Simanjuntak RY. Pemetaan Penyebaran Penyakit Demam Berdarah Dengue Menggunakan Sistem Informasi Geografis Pada Dinas Kesehatan Kota Metro. *Explore Jurnal Sistem Informasi dan Telematika*. 2017;8(2):147–151. <http://dx.doi.org/10.36448/jsit.v8i2.954>
 28. Wijaya AP, Sukmono A. Media Pengembangan Ilmu dan Profesi Kegeografian Informasi Geografis (SIG) akan diperoleh Berdarah. *Jurnal Geografi*. 2017;14(1):40–53. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JG/article/view/9776>
 29. Novita R, Karluci. Sistem Informasi Pemetaan Daerah Terjangkit Demam Berdarah Dengue (DBD Wilayah Kota Pekanbaru (Studi Kasus : Dinas Kesehatan Kota Pekanbaru). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Informasi*. 2015;1(1):44–48. <http://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/RMSI/article/view/1304>
 30. Kirana K, Pawenang ET. Analisis Spasial Faktor Lingkungan pada Kejadian Demam Berdarah Dengue di Kecamatan Genuk. *Unnes Journal of Public Health*. 2017;6(4):225-231. <https://doi.org/10.15294/ujph.v6i4.10543>
 31. Kusuma AP, Sukendra DM. Analisis Spasial Kejadian Demam Berdarah Dengue Berdasarkan Kepadatan Penduduk. *Unnes Journal of Public Health*. 2016;5(1):48-56. <https://doi.org/10.15294/ujph.v5i1.9703>
 32. Novasari AM, Sasongkowati R. Efektivitas Larutan Biji Srikaya (Annona Squamosa L) Sebagai Insektisida Terhadap Kematian Nyamuk Aedes Aegypti dengan Metode Liquid Electric. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 2017;9(2):200-208. <http://dx.doi.org/10.20473/jkl.v9i2.2017.200-208>
 33. Yana Y, Rahayu SR. Analisis Spasial Faktor Lingkungan dan Distribusi Kasus Demam Berdarah Dengue. *Higeia Journal of Public Health Research Development*. 2017;1(3):106-116. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/higeia/article/view/14779>