

Analisis Faktor Spasial Terhadap Kejadian Demam Berdarah Dengue Menggunakan Pendekatan *Geographically Weighted Regression* di Kota Pekanbaru, Provinsi Riau

Eggy Arya Giofandi¹, Purwantiningrum², Firson Madino³, dan Agape Lumbantobing⁴

¹Program Studi Ilmu Perencanaan Wilayah, Sekolah Pascasarjana, IPB University; email: eggyarya@apps.ipb.ac.id

²Program Studi Ilmu Perencanaan Wilayah, Sekolah Pascasarjana, IPB University; email: arumpurwantiningrum@apps.ipb.ac.id

³Program Studi Ilmu Perencanaan Wilayah, Sekolah Pascasarjana, IPB University; email: firsonmadino@apps.ipb.ac.id

⁴Program Studi Ilmu Perencanaan Wilayah, Sekolah Pascasarjana, IPB University; email: agapelumbantobing@apps.ipb.ac.id

ABSTRAK

Permasalahan penyakit menular menjadi salah satu wabah endemik yang belum terselesaikan, dimana nyamuk *Aedes aegypti* menjadi salah satu vektor dalam melakukan transmisi ke manusia. Kondisi ini menjadi salah satu landasan dalam mencapai tujuan penelitian yaitu mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh penularan demam berdarah dengue. Metode yang digunakan ialah *Geographically Weighted Regression* dengan variabel kepadatan penduduk, fasilitas kesehatan, kepadatan bangunan, usia <15 tahun, ketinggian, dan curah hujan. Temuan selama penelitian menghasilkan nilai *Local R-Square* 0,6503 atau 65,03%. Nilai koefisien tertinggi pada variabel Fasilitas Kesehatan mencapai 4,4375, koefisien pada variabel pengaruh Penduduk usia <15 Tahun memiliki nilai 0,0035. Sementara nilai koefisien pada variabel pengaruh Ketinggian sampai 0,1801. Hasil signifikansi faktor yang berpengaruh terhadap data kejadian penyakit DBD di Kota Pekanbaru pada taraf kepercayaan 95% sebanyak 13 kelurahan yang signifikan terhadap faktor fasilitas kesehatan, kemudian variabel penduduk berusia <15 tahun berpengaruh terhadap data kejadian kasus DBD di 5 kelurahan, dan untuk variabel ketinggian terdapat pada 13 kelurahan. Diharapkan untuk studi selanjutnya dapat mempertimbangkan aspek pengendalian dan sosial ekonomi dalam melakukan pengelolaan skala mikro sehingga mampu meningkatkan pengawasan surveilans.

Kata kunci: demam berdarah dengue, OLS, *Geographically Weighted Regression*, Kota Pekanbaru.

ABSTRACT

The problem of infectious diseases is one of the unresolved endemic epidemics, and the *Aedes aegypti* mosquito is one of the vectors for transmitting them to humans. This condition becomes one of the cornerstones in achieving the research objective, namely identifying the factors that influence the transmission of dengue hemorrhagic fever. The method used is geographically weighted regression with variables of population density, health facilities, building density, age 15 years, elevation, and rainfall. The findings during the study resulted in a local R-square value of 0.6503, or 65.03%. The highest coefficient value on the health facility variable reached 4.4375; the coefficient on the population influence variable for those aged 15 years had a value of 0.0035. While the value of the coefficient on the influence variable Altitude is up to 0.1801. The results of the significance of the factors that affect the data on the incidence of DHF in Pekanbaru City at the 95% confidence level as many as 13 villages are significant for the health facility factor, then the population variable aged <15 years affects the data on the incidence of DHF cases in 5 villages, and for the height variable there is in 13 wards. It is hoped that further studies can consider control and socio-economic aspects in micro-scale management so as to improve surveillance supervision.

Keywords: dengue hemorrhagic fever, OLS, geographically weighted regression, Pekanbaru City.

Citation: Giofandi, E. A., Purwantiningrum., Madino, F., Lumbantobing, A. (2024). Analisis Faktor Spasial Terhadap Kejadian Demam Berdarah Dengue Menggunakan Pendekatan *Geographically Weighted Regression* di Kota Pekanbaru, Provinsi Riau. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(1), 50-59, doi:10.14710/jil.22.150-59

1. Pendahuluan

Penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD) adalah infeksi virus yang ditularkan oleh nyamuk yang umum terjadi di iklim tropis yang hangat, khususnya pada negara yang berkembang. (WHO 2017). Berdasarkan data WHO dari tahun 2015-2019, kasus DBD di wilayah Asia Tenggara (SEARO) meningkat sebesar 46% (dari 451.442 menjadi 658.301). Berdasarkan data publikasi WHO (2020), Indonesia termasuk dalam 30 negara dengan endemik demam berdarah paling tinggi di dunia. Indonesia sebagai anggota SEARO sejak tahun 1990-2018 menduduki urutan pertama sebagai negara dengan masalah DBD berdasarkan *Incidence Rate (IR)* dan *Case Fatality Rate (CFR)* (Kementerian Kesehatan RI 2018).

Penyakit demam berdarah pada umumnya terjadi di negara beriklim tropis. Kasus demam berdarah ini menjadi tantangan di beberapa wilayah endemik DBD di Indonesia salah satunya di Kota Pekanbaru. Berdasarkan penyebaran kasusnya, dari data Kementerian Kesehatan Tahun 2020, Provinsi Riau memiliki Angka Kesakitan/*Incidence Rate (IR)* DBD yaitu 41,4 per 100.000 penduduk dengan proporsi kematian/*Case Fatality Rate (CFR)* terhadap kasus DBD yakni 0,96%. Sementara di tahun 2021, Riau juga sempat menempati wilayah endemik dengan IR DBD tertinggi di Indonesia yaitu 80,9 per 100.000 penduduk (Depkes RI 2022). Data ini menunjukkan bahwa sampai saat ini kasus DBD masih marak terjadi di sejumlah daerah di Indonesia khususnya di Kota Pekanbaru. Menurut (Fauzi et al. 2022), peningkatan kasus DBD dipengaruhi oleh faktor fisik wilayah, dimana persebaran nyamuk *Aedes aegypti* tidak hanya ditemukan di kawasan pemukiman tetapi juga ke tempat-tempat umum. Selain itu, persebaran nyamuk juga tergantung pada jangkauan terbang <40 meter dengan ketinggian hingga 1000 meter di atas permukaan laut (Verdonschot and Besse-Lototskaya 2014).

Penyakit menular seperti DBD erat hubungannya dengan aspek spasial. Sebab salah satu sumber terjadinya penyakit ini tidak lepas dari faktor lingkungan (Sekarrini et al. 2022b). Kemajuan dalam Sistem Informasi Geografi (SIG) telah banyak memberikan kontribusi analisis yang lebih efektif dari berbagai aspek sistem kesehatan. SIG merupakan teknologi spasial yang sangat berguna di bidang pengolahan dan perencanaan pemberantasan penyakit menular pada saat ini, termasuk analisis penyakit DBD (Meade and Emch 2010). Dengan perangkat SIG, gambaran spasial penyebaran penyakit DBD di permukaan bumi dapat ditampilkan dalam bentuk digital dan dapat divisualisasikan dalam

bentuk peta. SIG juga bisa membantu pengambilan keputusan di bidang kesehatan (Saita, Maeakhian, and Silawan 2022).

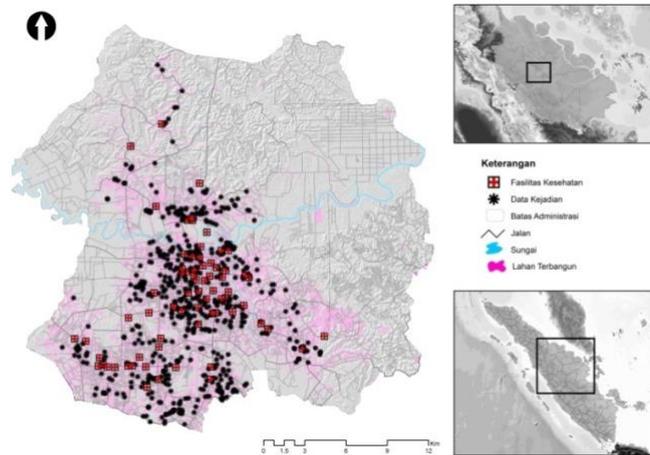
Di Indonesia sendiri sudah banyak studi yang melakukan analisis penyakit DBD menggunakan metode SIG (Pakaya, Hano, and Olii 2021). Saat ini pola hubungan sebab akibat yang memuat efek spasial pada variabel prediktor sudah bisa dianalisis dengan pemodelan regresi spasial menggunakan metode *Geographically Weighted Regression (GWR)* (Rezzy Eko Cakara and Yasin 2017). GWR adalah metode yang dapat memprediksi jumlah kasus DBD serta dapat menentukan bobot dari masing-masing variabel yang mempengaruhi penyebaran DBD di bidang klimatologi. Peneliti melakukan analisis spasial untuk mengetahui hubungan antara data kejadian dan faktor-faktor yang mempengaruhi kasus demam berdarah di Kota Pekanbaru.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kota Pekanbaru. Secara geografis Kota Pekanbaru terletak antara 101°14'-101°34' Bujur Timur dan 0°25' -0°45' Lintang Utara dan berada pada ketinggian 5-50 meter di atas permukaan laut (**Gambar 1**). Kota Pekanbaru memiliki 15 kecamatan dengan 82 kelurahan. Topografi Kota Pekanbaru relatif datar dengan pembagian wilayah Utara didominasi oleh daratan yang landai dan bergelombang dengan ketinggian bervariasi antara 5 - 11 meter. Kota Pekanbaru memiliki suhu udara berkisar antara 20,2-34,1°C dengan kelembaban antara 46%-100%. Curah hujan maksimum mencapai 409,90 mm³ dengan jumlah hari hujan selama 20 hari yang terjadi di bulan April. Sedangkan curah hujan minimum terjadi di bulan Juli sebesar 91,30 mm³ dengan jumlah hari hujan selama 8 hari (BPS 2021).

2.1 Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer titik kejadian kasus demam berdarah sebanyak 607 titik yang didapatkan dari survey lapangan dan data dari Dinas Kesehatan Kota Pekanbaru. Data sekunder didapatkan dari Badan Informasi Geospasial yang berupa data fasilitas kesehatan, kepadatan bangunan didapatkan dari Data Citra Sentinel-2A, data kepadatan penduduk dan data penduduk usia <15 tahun didapatkan dari BPS Kota Pekanbaru dalam Angka 2021, data curah hujan didapatkan dari CHIRPS, data ketinggian didapatkan dari *Digital Elevation Model National*.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

2.2 Geographically Weighted Regression

Model *Geographically Weighted Regression* (GWR) adalah model yang sederhana yang digunakan dalam penelitian regresi berbasis spasial (Nakaya et al. 2015). Heterogenitas spasial dari hubungan antara kejadian DBD dan faktor-faktor yang mempengaruhinya dianalisis dengan GWR model yang memungkinkan estimasi regresi yang berbeda parameter di setiap desa. Model ini diterapkan untuk mengidentifikasi variasi kekuatan hubungan antara variabel dependen dan variabel penjelas dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Dalam penelitian ini, faktor penularan DBD digunakan sebagai variabel dependen (variabel Y), sedangkan variabel sosial lingkungan seperti kepadatan penduduk (X1), fasilitas kesehatan (X2), kepadatan bangunan (X3), data penduduk usia <15 tahun (X4), dan ketinggian (X5) dijadikan sebagai variabel penjelas. Untuk memperoleh wawasan yang lebih luas, data independen global, yaitu curah hujan (X6), juga dimasukkan dalam analisis ini. Sehingga Model GWR dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$Y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{j=1}^k \beta_j(u_i, v_i)X_{ij} + \epsilon_i$$

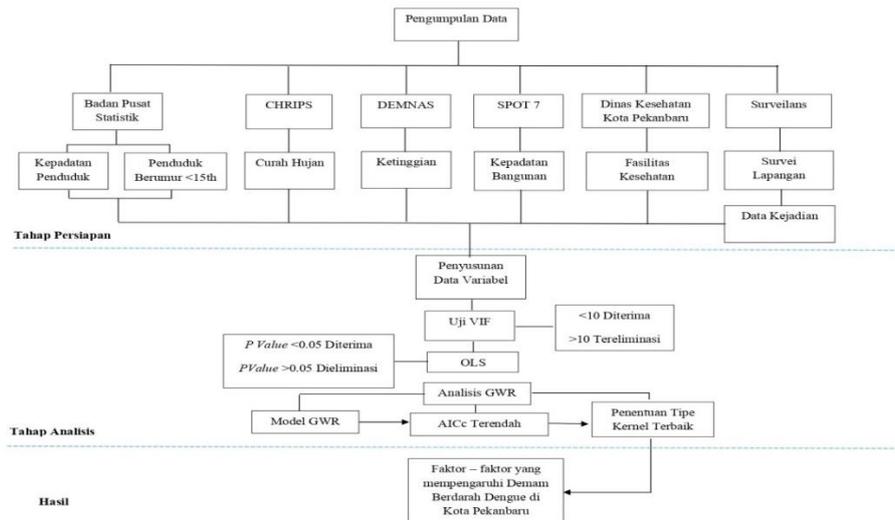
Di mana Y_i menandakan tingkat insiden kumulatif demam berdarah pada tahun 2021 di dewan serikat i ; u_i dan v_i adalah koordinat pusat untuk i ; X_{ij} mewakili satu set variabel k -independen (di mana $j=1, \dots, k$); dan β_0 dan β_j adalah perkiraan koefisien untuk lokasi yang sesuai (Fotheringham, Brunson, and Charlton 2002). Dalam pendekatan pemodelan GWR perlu untuk menilai mana dari independen yang dipilih variabel menunjukkan lokal dan yang menunjukkan pola global (Oshan et al. 2019). Model pencarian ukuran *bandwidth* untuk pembobotan geografis yang optimal diperoleh dari nilai skor AIC terendah

(Acharya et al. 2018). Sedangkan untuk mengetahui distribusi heterogen data di wilayah studi dihitung antara model adaptif dan mutlak, bagian koefisien determinasi (R^2) dan *Akaike's Information Criterion* (AICc) yang dikoreksi untuk mengetahui kinerja model GWR. Berikutnya proses evaluasi menggunakan pendekatan *Variance Inflation Factor* (VIF) untuk mengetahui sejauh mana multikolinieritas antar variabel independen. Apabila nilai VIF lebih besar dari 10 menunjukkan adanya multikolinieritas yang kuat antar variabel, begitu pula sebaliknya jika diperoleh nilai dari 10 yang menjelaskan tidak adanya multikolinieritas variabel (Shen and Tao 2022).

Peneliti menggunakan uji variabilitas geografi dan global, untuk menemukan kondisi global aktual dan lokal diukur menggunakan *software* GWR 4.0 (Nakaya 2016), sedangkan *software geographic information system* digunakan sebagai pembuatan hasil dalam bentuk data spasial. Pemilihan model regresi bertahap dengan menghitung nilai *weighting function* seperti *fixed Gaussian*, *fixed Bisquare*, *adaptive Gaussian*, dan *adaptive Bisquare*. *Software* GWR 4.0 cocok dalam melakukan pemodelan GWR dengan variabel yang dipilih sebagai variasi spasial dan perhitungan nilai AIC (Widayani et al. 2016). Kondisi pembentukan kesederhanaan komputasi melalui perbandingan model dipasang dengan nilai *bandwidth* yang sama untuk seluruh tipe *weighting function*. Tahapan penelitian ditampilkan pada (Gambar 2).

3. Hasil

Pada dasarnya, variabel terikat harus tidak berkorelasi dengan variabel yang lain saat diuji menggunakan *Geographically Weighted Regression* sehingga perlu dilakukan uji statistic dengan *Pearson Correlation*, dan *Variance Inflation Factors* (VIF).



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

Tabel 1. Hasil test *Variance Inflation Factor*

Model	Coefficients					
	Unstand. Coefficients		Stand. Coefficients	t	Sig.	VIF
	B	Std. Error	Beta			
(Constant)	4.394	4.235		1.038	0.303	
KP	3.07E-05	0	0.02	0.133	0.133	2.62
FK	2.71	0.743	0.362	3.649	0	1.193
KB	-0.05	0.035	-0.222	-1.409	0.163	3.019
<15 tahun	0.002	0	0.481	4.809	0	1.211
Ketinggian	-0.196	0.076	-0.274	-2.564	0.012	1.378
Curah Hujan	0.001	0.001	0.05	0.517	0.607	1.124

VIF (*Variance Inflation Factor*); KP (Kepadatan Penduduk); FK (Fasilitas Kesehatan); KB (Kepadatan Bangunan)

Setelah melakukan perhitungan korelasi antar kejadian DBD dan faktor risiko melalui uji *pearson*, berikutnya dilakukan perhitungan uji *variance inflation factor*. Nilai VIF yang ditampilkan (**Tabel 1**) menunjukkan tidak ditemukan redundansi di antara variabel penjelas. Berdasarkan keterangan dari tabel 1 nilai VIF tertinggi berada pada variabel kepadatan bangunan sebesar 3.019 dan terkecil di kondisi curah hujan berkisar 1.124 menunjukkan bahwa tidak ada variabel yang berlebihan. Variabel penjelas kepadatan penduduk, fasilitas kesehatan, kepadatan bangunan, usia <15 tahun, ketinggian, dan curah hujan menghasilkan nilai *t* signifikan masing-masing sebesar 4.809, 3.649 dan 1.409. Temuan ini menginformasikan keseluruhan variabel dapat dipergunakan untuk dilakukan dalam analisis ketahap berikutnya.

Apabila nilai VIF <10 dan tidak terjadinya eliminasi variabel, tujuan dari bagian ini untuk mengukur seberapa besar kenaikan ragam dari koefisien penduga regresi yang dihubungkan secara linear (Tesema et al. 2021). Apabila nilai VIF >10 menjelaskan terdapat korelasi yang semakin besar diantara variabel bebas (Atique et al. 2018). Informasi yang menjelaskan bagian hasil ringkasan regresi global OLS mengenai kelayakan variabel untuk digunakan dalam model GWR ditampilkan pada (**Tabel 2**).

Setelah melakukan uji nilai VIF terhadap variabel yang digunakan, selanjutnya akan dilakukan model

regresi OLS (**Tabel 2**) yang bertujuan untuk mengevaluasi hubungan global antara variabel dependen terhadap variabel independen. Variabel yang tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen akan tereliminasi dan tidak akan digunakan untuk analisis selanjutnya. Persamaan model OLS ditampilkan sebagai berikut.

$$Y = 0.00 + 0.00 + 0.012$$

Dari hasil nilai *t* pada tabel 2 dapat dilihat bahwa dari 6 variabel yang digunakan, 4 variabel berhubungan positif dan 2 variabel berhubungan negatif terhadap kejadian DBD. Namun, hanya 3 parameter yang berpengaruh signifikan (*p*-Value < 0,05), yaitu Fasilitas Kesehatan, Kepadatan Penduduk, dan Elevasi (kejadian DBD menurun seiring dengan meningkatnya elevasi di daerah tersebut). Dari hasil analisis regresi OLS diatas dapat disimpulkan bahwa dari 6 variabel, terdapat 3 variabel yang tereliminasi dan 3 variabel lainnya yang tidak tereliminasi akan digunakan untuk analisis GWR.

Dari keenam variabel yang telah diteliti dalam analisis regresi OLS sebelumnya, memperoleh hasil signifikan terhadap kejadian DBD di Pekanbaru (**Gambar 2**) untuk masing-masing *p* < 0,05 kecuali untuk variabel kepadatan penduduk, kepadatan bangunan, dan curah hujan. Penelitian sebelumnya telah mengkonfirmasi bahwa faktor penyebaran penyakit DBD dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan sosial ekonomi. Menurut (Kemenkes 2010) terdapat banyak faktor yang menyebabkan peningkatan kasus

DBD, antara lain nyamuk *Aedes aegypti*, faktor lingkungan dan unsur iklim serta faktor sosial ekonomi yang akan ditinjau dari aspek temporal. Fenomena penyakit DBD merupakan fenomena berbasis wilayah yang melibatkan ekosistem dalam dimensi waktu yang meliputi variabel lingkungan, penduduk dan wilayah administrasi sedemikian rupa sehingga keragaman karakteristik antar wilayah turut menentukan kualitas kesehatan wilayah tersebut.

Pola sebaran variabel yang berpengaruh terhadap peningkatan kasus DBD (**Gambar 1**), yang secara rinci terdistribusi spasial angka kejadian DBD Kota Pekanbaru terkonsentrasi di bagian Selatan dan beberapa di bagian tengah diantaranya yaitu pada Kelurahan Air Dingin, Perhentian Marpoyan, Sidomulyo Barat, Maharatu, Tangkerang Tengah, dan Limbungan Baru dengan angka kejadian 20-31 kasus dalam satu tahun. Kejadian ini didukung dengan faktor penyebab DBD diantaranya yaitu banyaknya penduduk berusia <15 tahun di bagian Selatan Kota Pekanbaru dimana DBD kebanyakan menyerang anak-anak. Menurut (Monintja et al. 2021) anak-anak berusia <15 tahun merupakan kelompok resiko tinggi terhadap kejadian DBD dengan persentase *Dengue Virus Neutralizing Antibody* (DENV) sebesar 68%. Selain itu, wilayah tersebut memiliki topografi yang relatif datar hingga landai yaitu berkisar 0-43 mdpl.

Menurut (Tsai and Teng 2016) wilayah dengan tingkat ekonomi yang tinggi, cakupan ruang terbuka hijau yang sedikit dan elevasi yang lebih rendah beresiko terhadap kerentanan perubahan cuaca dimana hal ini berhubungan terhadap kejadian DBD. Fasilitas kesehatan di Kota Pekanbaru masih belum memadai, ditunjukkan dengan adanya fasilitas kesehatan yang hanya mampu mengakomodasi kebutuhan masyarakat di beberapa wilayah dan belum menjangkau untuk wilayah yang lebih luas. Pada tahap selanjutnya, variabel yang telah terpilih dilakukan analisis GWR dengan melakukan uji coba pada beberapa tipe kernel untuk melihat model mana yang memberikan hasil yang terbaik (**Tabel 3**).

Setelah melakukan analisis regresi OLS, selanjutnya akan dilanjutkan ke analisis GWR

berdasarkan tipe *kernel function* (**Tabel 3**) yang bertujuan untuk menentukan tipe kernel terbaik yang akan digunakan. Tipe kernel ditentukan berdasarkan nilai koefisien AICc. Semakin kecil nilai AICc dari suatu tipe, maka akan semakin bagus pula model yang terbentuk. Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa nilai AICc yang terkecil adalah kernel *Adaptive Gaussian* dengan nilai sebesar 544.45. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tipe *kernel function* yang akan dipakai untuk analisis lebih lanjut adalah kernel *Adaptive Gaussian*.

Informasi yang ditampilkan (**Tabel 3**) menjelaskan nilai estimasi parameter dari empat tipe kernel, setelah melakukan pemilihan tipe kernel terbaik yang sebelumnya telah dijelaskan pada bagian (**Tabel 4**) dengan tipe kernel *Adaptive Gaussian* sebagai model terbaik. Fungsi pembobotan dengan *Adaptive Gaussian* dari masing-masing parameter yang digunakan dijelaskan dalam tabel 4. Parameter fasilitas kesehatan memiliki nilai minimum 2.0718 dan nilai maksimum 2.3508, parameter ini dapat mempengaruhi kejadian penularan vektor di Kota Pekanbaru hingga 2.3508. Sedangkan untuk nilai kuartil 1 berkisar 2.1537 dan kuartil 3 berkisar 2.5061 dengan nilai median 2.1978. Hal ini menghasilkan makna estimasi global dari variabel fasilitas kesehatan mencapai 2.2520, dengan nilai estimasi lebih tinggi dibandingkan variabel lain yang digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian penularan di Kota Pekanbaru.

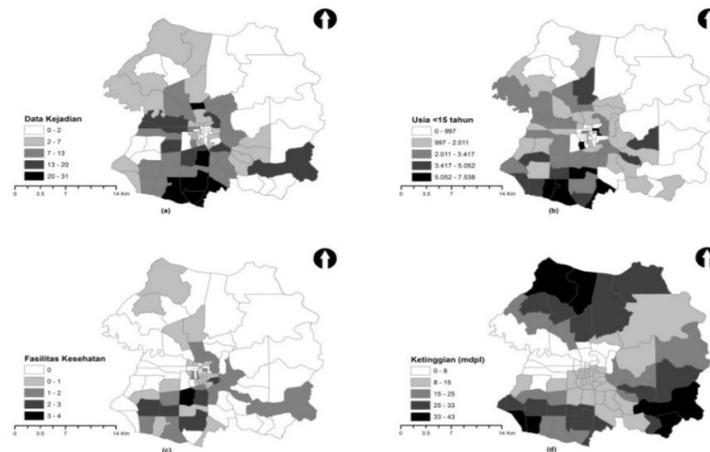
Berdasarkan hasil pemilihan model kernel terbaik didapatkan nilai AICc 544.45, dimana proses penentuan model ini dengan melihat nilai AICc terendah dari empat percobaan tipe kernel yang dipergunakan. Temuan ini menghasilkan model GWR dengan fungsi *Adaptive Gaussian* dapat dipergunakan dalam analisis lebih lanjut. Pengujian parsial pada tiap variabel juga dilakukan pada keempat tipe kernel, jika dilihat pada tabel di atas nilai koefisien parameter dan estimasi global memiliki kondisi yang mirip satu sama lain dengan nilai perbedaan sangat kecil di bagian koefisien parameter. Hasil analisis GWR terdapat pada (**Gambar 3**).

Tabel 2. Regresi OLS

Kode	Beta	Std Err. Beta	B	Std. Err. B	t	p-Value
Intercept	4.394	4.234	0.302	3.673	1.196	0.235
KP	0.000	0.000	0.894	0.000	0.200	0.841
FK	2.709	0.742	0.000	0.837	3.233	0.001*
KB	-0.049	0.035	0.163	0.029	-1.676	0.097
<15 tahun	0.002	0.000	0.000	0.000	3.995	0.000*
Ketinggian	-0.195	0.076	0.012	0.069	-2.822	0.006*
Curah Hujan	0.000	0.001	0.606	0.001	0.595	0.553

Tabel 3. Tipe Kernel Function

Tipe Weighting Function	Local	Global	AICc	R ²	Adjusted R ²
Fixed Gaussian	X2, X3, X4	X6	545.62	0.3327	0.2738
Fixed bi-square	X2, X3, X4	X6	545.00	0.4385	0.3293
Adaptive Gaussian	X2, X3, X4	X6	544.45	0.3358	0.2822
Adaptive bi-square	X2, X3, X4	X6	544.50	0.5231	0.3904

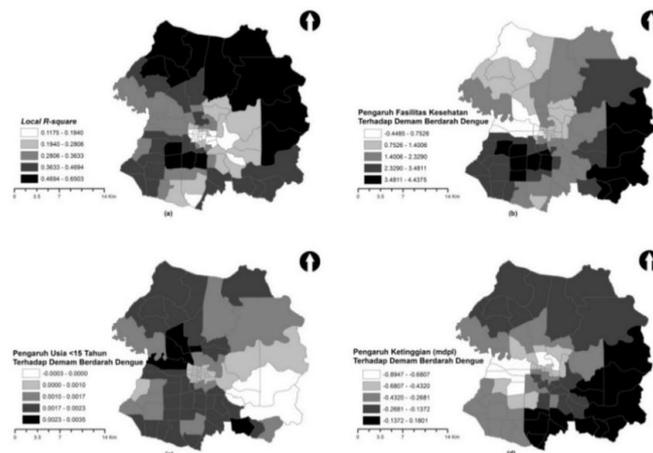


Gambar 2 Variabel GWR (a) Data Kejadian, (b) Penduduk Usia <15 Tahun, (c) Fasilitas Kesehatan, (d) Ketinggian

Tabel 4. Rangkuman Setiap Parameter Estimasi

Weighting function	Variabel	Parameter Coefficient					Global (Estimate)
		Min	Lwr Quart	Median	Upr Quart	Max	
Fixed Gaussian	Intercept	0.0704	1.5228	1.7363	1.8808	2.6267	0.9468
	FasKes	1.8772	2.1694	2.2021	2.2601	2.441	2.2520
	Usia <15th	0.0017	0.0019	0.002	0.0020	0.0021	0.0020
	Ketinggian	-0.1738	-0.1518	-0.1415	-0.1341	-0.094	-0.1338
Fixed Bisquare	Intercept	0.1689	1.3464	1.6031	1.7652	3.1709	0.9468
	FasKes	1.6407	2.1643	2.1978	2.2678	2.5061	2.2520
	Usia <15th	0.0015	0.0019	0.0020	0.002	0.0022	0.0020
	Ketinggian	-0.1969	-0.1599	-0.1451	-0.1374	-0.0806	-0.1338
Adaptive Gaussian	Intercept	0.7610	1.1556	1.4208	1.5646	1.8568	0.9468
	FasKes	2.0718	2.1537	2.1978	2.2571	2.3508	2.2520
	Usia <15th	0.0019	0.0019	0.0020	0.0020	0.0021	0.0020
	Ketinggian	-0.1672	-0.1541	-0.1473	-0.137	-0.1155	-0.1338
Adaptive Bisquare	Intercept	-0.1674	0.9782	1.6352	2.2292	2.9040	0.9468
	FasKes	1.5622	2.0658	2.2043	2.2996	2.6010	2.2520
	Usia <15 th	0.0015	0.0018	0.0020	0.0021	0.0022	0.0020
	Ketinggian	-0.2445	-0.2069	-0.1832	-0.1502	-0.0775	-0.1338

FasKes (Fasilitas Kesehatan)



Gambar 3 Hasil GWR (a) Local R², (b) Pengaruh FasKes Terhadap Demam Berdarah Dengue, (c) Pengaruh Usia <15 Tahun Terhadap Demam Berdarah Dengue, (d) Pengaruh Ketinggian Terhadap Demam Berdarah Dengue

Hasil GWR menunjukkan Prevalensi DBD yang bervariasi pada tingkat lokal berdasarkan faktor spasial yang mempengaruhinya. Setelah merangkum setiap parameter estimasi, penjelasan dalam (**Gambar 3**) hasil dari Local R-Square, Pengaruh Fasilitas Kesehatan, Pengaruh Penduduk Usia <15 Tahun dan Pengaruh Ketinggian yang dikategorikan dengan *Natural Bricks (jenks)*. Manfaat utama dari statistik spasial lokal termasuk GWR adalah

kemampuannya untuk secara visual mewakili berbagai kekuatan hubungan antara variabel dependen dan independen (Carrel et al. 2011), serta memfasilitasi interpretasi berdasarkan konteks spasial dan karakteristik yang diketahui dari wilayah studi. Dari hasil GWR pada Gambar 3, diperoleh nilai *Local R-Square* berkisar 0,4694-0,6503 atau berkisar 46,94%-65,03%.

Nilai koefisien tertinggi pada variabel Fasilitas Kesehatan yaitu berkisar 3,4811-4,4375. Nilai koefisien pada variabel pengaruh Penduduk usia <15 Tahun berkisar 0,0023-0,0035. Sementara Nilai koefisien pada variabel pengaruh Ketinggian yaitu berkisar -0,1372 - 0,1801. Persamaan model GWR ditampilkan sebagai berikut:

$$Y = 4.31 + 0.00 - 0.50 (R - Square = 0.65)$$

Setiap observasi dalam model GWR memiliki nilai Local R-Square yang menunjukkan bagaimana pengaruh setiap variabel terhadap setiap Kelurahan di Kota Pekanbaru. Nilai Local R-Square yang paling tinggi berada di Kelurahan Tangkerang Barat yaitu 0,6503, bermakna bahwa variabel-variabel prediktor tersebut mampu menjelaskan tingkat kejadian DBD di Kelurahan Tangkerang Barat sebesar 65,03% sedangkan sisanya dijelaskan di variabel prediktor diluar model ini. Nilai Local R-Square terendah terdapat di Kelurahan Rejosari yaitu 0,1175 yang menunjukkan bahwa kejadian DBD yang terjadi di Kabupaten Rejosari 11,75% dapat dijelaskan oleh variabel-variabel prediktor sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variabel prediktor lain di luar model ini.

Berdasarkan hasil GWR tahun 2020 didapatkan tingkat pengaruh dari setiap variabel terhadap setiap Kelurahan di Kota Pekanbaru terdiri dari variabel Fasilitas Kesehatan, variabel Penduduk <15 Tahun dan variabel Ketinggian. Pada model GWR ini variabel Fasilitas Kesehatan merupakan variabel yang memiliki pengaruh paling besar terhadap jumlah kejadian DBD di Pekanbaru. Ini menunjukkan bahwa semakin banyak sarana Fasilitas Kesehatan yang disediakan maka membuat jangkauan pelayanan semakin baik dalam mendeteksi kejadian DBD. Banyaknya fasilitas Kesehatan juga berdampak positif terhadap upaya pencegahan, penanganan, dan pengendalian penyakit DBD secara lebih efektif, sehingga resiko penyebaran penyakit tersebut dapat diminimalisir dan kesehatan masyarakat dapat terjaga dengan lebih baik. Hasil analisis GWR menunjukkan nilai Koefisien atau *parameter estimate* (C) variabel Fasilitas Kesehatan yang tertinggi berada di Kelurahan Melebung dengan nilai 4,4375 yang menunjukkan pengaruh variabel Fasilitas Kesehatan terhadap terdeteksinya jumlah kejadian DBD di Kelurahan Melebung lebih besar dibandingkan kelurahan yang lain. Nilai yang positif menandakan jika Fasilitas Kesehatan ditingkatkan di setiap kelurahan maka akan meningkatkan terdeteksinya jumlah kejadian DBD. Setiap kenaikan Fasilitas Kesehatan sebesar 1 unit maka akan meningkatkan kejadian DBD berkisar sebesar -0,4485 - 4,4375. Sedangkan kelurahan dengan nilai koefisien Fasilitas Kesehatan terendah yaitu Kelurahan Tirtasiak yaitu -0,4485. Nilai ini menunjukkan pengaruh variabel Fasilitas Kesehatan terhadap terdeteksinya jumlah kejadian DBD di Kelurahan Tirtasiak lebih kecil dibandingkan kelurahan yang lain, dimana nilai negatif menunjukkan pengaruh yang berbanding

terbalik yaitu setiap kenaikan 1 unit variabel Fasilitas Kesehatan di wilayah tersebut akan menurunkan tingkat kejadian berkisar -0,4485 - 4,4375.

Hasil analisis GWR menunjukkan nilai Koefisien atau *parameter estimate* (C) variabel penduduk yang berumur <15 tahun, nilai Koefisien tertinggi berada di Kelurahan Sri Meranti dengan nilai 0,003 yang menunjukkan pengaruh variabel penduduk usia <15 Tahun terhadap jumlah kejadian DBD di Kelurahan Sri Meranti lebih besar dibandingkan kelurahan yang lain. Nilainya yang positif menandakan jika jumlah warga <15 tahun meningkat 1 unit maka akan meningkatkan kejadian DBD berkisar -0,0003 - 0,0035. Sementara kelurahan dengan koefisien variabel penduduk berumur <15 tahun yang terendah yaitu Kelurahan Tuahnegeri yaitu -0,00004. Nilai ini menunjukkan bahwa variabel penduduk berumur <15 Tahun di Kelurahan Tuahnegeri memiliki pengaruh paling kecil terhadap kejadian DBD dibandingkan dengan seluruh kelurahan yang ada di Kota Pekanbaru. Negatif menunjukkan pengaruh yang berbanding terbalik yaitu jika 1 unit variabel penduduk berusia <15 tahun meningkat di wilayah itu maka akan menurunkan tingkat kejadian DBD sekitar -0,0003 - 0,0035.

Hasil analisis GWR menunjukkan nilai Koefisien variabel Ketinggian yang tertinggi yaitu di Kelurahan Air Dingin dengan nilai koefisien 0,1801. Nilai tertinggi ini menunjukkan pengaruh variabel ketinggian terhadap kejadian DBD di Kota Pekanbaru paling berpengaruh di Kelurahan Air Dingin dibandingkan terhadap kelurahan yang lain. Nilainya yang positif menunjukkan jika variabel ketinggian naik 1 unit, maka akan meningkatkan kejadian DBD berkisar -0,8947 - 0,1801, sementara kelurahan dengan nilai koefisien variabel Ketinggian terendah adalah Kelurahan Sialangrampai yaitu sebesar -0,0001. Nilai ini menunjukkan bahwa pengaruh variabel Ketinggian terhadap kejadian DBD di Kelurahan Sialangrampai lebih kecil jika dibanding dengan kelurahan yang lain.

Nilai negatif menunjukkan pengaruh yang berbanding terbalik, yaitu semakin rendah variabel Ketinggian maka kejadian DBD akan semakin meningkat, begitu juga sebaliknya. Setiap kenaikan 1 unit variabel Ketinggian maka akan menurunkan kejadian DBD -0,8947 - 0,1801. Setelah mengetahui visualisasi variabel yang paling mempengaruhi prevalensi DBD di Kota Pekanbaru, selanjutnya akan dilihat variabel signifikan dalam model GWR dengan tipe kernel *Adaptive Gaussian* (**Tabel 5**).

Model GWR menunjukkan distribusi spasial yang terperinci dari hubungan antara kejadian demam berdarah dengan faktor yang mempengaruhi kejadian DBD. Secara keseluruhan, nilai R-Square local menunjukkan bahwa model GWR memiliki hasil yang kuat di wilayah Utara Kota Pekanbaru. Model GWR mampu menunjukkan variasi wilayah berdasarkan pengelompokkan kemiripan variabel yang berpengaruh. Pada (**Tabel 5**) terlihat bahwa hasil

GWR dan uji signifikansi terhadap masing-masing variabel di setiap lokasi menghasilkan 5 wilayah yang memiliki kesamaan variabel. Dengan begitu, data tersebut dapat digunakan sebagai upaya untuk mengurangi kasus DBD Kota Pekanbaru berdasarkan model variabel yang dihasilkan dimana di setiap wilayahnya dapat ditentukan faktor-faktor yang perlu ditangani untuk kemudian mampu melahirkan kebijakan yang sesuai untuk diterapkan di masing-masing wilayah.

Hasil signifikansi faktor-faktor yang berpengaruh terhadap data kejadian penyakit DBD di Kota Pekanbaru pada taraf kepercayaan 95% didapatkan hasil sebanyak 13 kelurahan yang signifikan terhadap faktor fasilitas kesehatan. Kelurahan yang memiliki signifikansi tertinggi berada di Kelurahan Melebung, dengan nilai signifikansi 4,437. Variabel penduduk berusia <15 tahun berpengaruh terhadap data kejadian kasus DBD di 5 kelurahan, dengan nilai signifikansi tertinggi 0,003 yaitu berada di Kelurahan Sri Meranti. Sedangkan pada variabel ketinggian, terdapat 13 desa/kelurahan yang berpengaruh terhadap data kejadian penyakit DBD dengan nilai signifikansi tertinggi sebesar 0,180 yang berada di Kelurahan Air Dingin.

4. Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis dari 6 variabel prediktor yaitu kepadatan penduduk, fasilitas kesehatan, kepadatan bangunan, penduduk usia <15 tahun, ketinggian, dan curah hujan ditemukan bahwa terdapat multikolinearitas terhadap 3 variabel yaitu kepadatan penduduk, kepadatan bangunan, dan curah hujan. Menurut (Servadio et al. 2018) kepadatan penduduk merupakan faktor yang penting dalam transmisi penyakit DBD, karena vektor nyamuk *Aedes aegypti* cenderung berada di wilayah perkotaan yang padat penduduk (Giofandi and Umar 2021). Di daerah perkotaan dengan kepadatan bangunan yang berdekatan menjadi tempat ideal nyamuk dewasa untuk berkembang biak, sebab sinar matahari tidak dapat menembus area ini dengan baik sehingga meningkatkan risiko nyamuk *Aedes aegypti* betina memiliki tempat lembab yang cocok untuk bertelur, terutama di area yang sering terkena tetesan air, seperti dari *Air Conditioner* (Sekarrini et al. 2022a). Vektor nyamuk *Aedes aegypti* dikaitkan dengan tempat tinggal manusia yang rapat sehingga mudah berpindah antar bangunan untuk mencari makan dan istirahat selama periode tidak aktif, sedangkan menurut (Sumanasinghe et al. 2016) curah hujan merupakan salah satu faktor penyebaran penyakit DBD. Terdapat kenaikan populasi nyamuk setelah terjadi hujan. Curah hujan yang tinggi membuat sumber perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti* yang melimpah akibat adanya genangan dan suhu

yang sesuai dengan siklus perkembangbiakan (Giofandi 2021). Adanya variabel yang tereliminasi disebabkan oleh hubungan yang kuat antar variabel bebas sehingga apabila variabel tersebut tetap digunakan dalam analisis akan mengakibatkan hasil analisis memiliki standar eror yang besar.

Terdapat 3 variabel yang memberikan pengaruh signifikan terhadap penyakit DBD di Kota Pekanbaru antara lain Fasilitas Kesehatan, Usia <15 tahun, dan ketinggian. Fasilitas Kesehatan memberi pengaruh yang signifikan terhadap penyakit DBD karena dengan adanya fasilitas kesehatan di wilayah tersebut, akan ada promosi kesehatan melalui kearifan lokal yang disampaikan petugas penyuluh kesehatan puskesmas efektif mengubah perilaku dan budaya bersih masyarakat agar pencegahan DBD bisa dioptimalkan. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Bashar et al. 2020) yang menyatakan keberadaan fasilitas kesehatan memegang peranan penting terhadap penyebaran wabah DBD, wilayah dengan fasilitas kesehatan yang memadai lebih mudah untuk melakukan penanganan terhadap kesakitan. Usia <15 tahun lebih rentan terkena penyakit DBD karena memiliki tingkat kekebalan imun yang lebih rendah dibandingkan dengan masyarakat dengan usia >15 tahun. Hal ini juga disebabkan karena nyamuk *Aedes aegypti* adalah nyamuk yang beraktivitas dari pagi hingga siang hari, waktu tersebut adalah waktu anak berusia <15 tahun sedang beraktivitas.

Pengendalian *Aedes aegypti* adalah cara utama yang dilakukan untuk mengendalikan penyakit DBD. Pengendalian *Aedes aegypti* dapat dilakukan terhadap nyamuk dewasa atau jentiknya. Salah satu cara yang efektif untuk menanggulangi penyakit DBD secara tuntas adalah dengan melibatkan masyarakat dalam membasmi jentik nyamuk yang dikenal dengan istilah Pemberantasan Sarang Nyamuk Demam Berdarah Dengue (PSN DBD). Pada dasarnya PSN bertujuan untuk memberantas jentik atau mencegah agar nyamuk tidak dapat berkembang biak (Umardiono, Andriati, and Haryono 2019). Upaya pemberantasan DBD melalui PSN adalah dengan cara memberikan penyuluhan kepada masyarakat yang intensif. Pesan-pesan penyuluhan yang disampaikan berupa pengenalan tentang tanda-tanda, gejala awal, dan cara pencegahan penularan DBD skala rumah maupun skala lingkungan yang disesuaikan dengan pendidikan yang mereka miliki. Kegiatan masyarakat bisa juga digunakan sebagai upaya pemberantasan DBD, seperti pengajian, pertemuan warga, dan gotong-royong, sedangkan penyuluhan massal bisa dilakukan media massa seperti radio, TV, surat kabar, dan majalah. Melalui langkah ini, kegiatan penyuluh kesehatan dari puskesmas daerah adalah ujung tombak dalam memberantas penyebaran penyakit DBD (Sekarrini et al. 2021).

Tabel 5. Variabel Signifikan Model GWR Tipe Kernel *Adaptive Gaussian*

Variabel Signifikan	Kelurahan
Fasilitas Kesehatan	Kelurahan Bandarraya, Delima, Kulim, Labuh Baru Barat, Melebung, Mentangor, Sialangrampai, Simpangbaru, Tangkerang Barat, Tangkerang Tengah, Tobekgodang, Tuahnegeri, dan Wonorejo
Usia <15 Tahun	Kelurahan Limbungan Baru, Pebatuan, Sri Meranti, Tirtasiak, dan Umban Sari
Ketinggian	Kelurahan Air Dingin, Bencahlesung, Kulim, Maharatu, Melebung, Mentangor, Pebatuan, Perhentianmarpoyan, Sialangrampai, Sialangsakti, Sidomolyo Timur, Simpang Tiga, dan Tuahnegeri

Studi kami mewarisi beberapa keterbatasan yang perlu diatasi dalam studi yang akan datang. Laporan kasus demam berdarah karena pengawasan dan manajemen data yang tidak satu portal bisa menimbulkan bias dalam penelitian kami. Keterbatasan dalam memasukkan beberapa faktor risiko skala lokal seperti mobilitas perkotaan, pola migrasi, serta tingkat cakupan dengue menjadi kelemahan data analisis tidak tersedia. Kami tidak memperimbangkan perilaku mobilitas rinci individu seperti pilihan moda transportasi atau tujuan dari perjalanan. Keterbatasan lain dalam parameter perkiraan terkendala dengan skala dan tingkat resolusi, sehingga standarisasi spasial diperlukan. Durasi studi yang singkat mungkin telah mempengaruhi temuan spatio-temporal model kami, data pengawasan pasif tidak dilaporkan karena kasus demam berdarah subklinis tidak menjadi perhatian medis dan minim ditangkap oleh sistem pengawasan. Pada bagian akhir, data spasial dan variabilitas data temporal mungkin telah dikacaukan oleh faktor lain seperti ekologi dan sosio-ekonomi yang tidak termasuk dalam penelitian, sehingga diperlukannya variabel-variabel tambahan untuk menilai hubungan temporal dengan benar.

Berdasarkan hasil akhir analisis yang telah dilakukan, studi ini bisa dijadikan sebagai acuan seberapa pentingnya pendekatan model GWR untuk meningkatkan akurasi model prediksi terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya kasus penyakit di suatu daerah, khususnya penyakit DBD. Dari hasil studi ini selanjutnya bisa dipertimbangkan pengendalian yang tepat dan pengelolaan penyakit DBD pada skala mikro. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan metode dan faktor risiko lain untuk meningkatkan kinerja model GWR dalam menentukan variasi lokal intensitas infeksi Dengue yang terjadi di Kota Pekanbaru.

5. Kesimpulan

Studi ini mengeksplorasi dan menganalisis distribusi spasial kejadian DBD dan faktor apa saja yang mempengaruhi penyebaran penyakit DBD di Kota Pekanbaru. Pemodelan Geographical Weighted Regression (GWR) menunjukkan hasil faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran kasus DBD adalah fasilitas kesehatan, penduduk berumur <15 tahun, dan ketinggian. Studi ini memiliki keterbatasan dimana laporan kasus demam berdarah di Kota Pekanbaru masih memiliki keterbatasan dalam manajemen data dan keterbatasan dalam memasukkan faktor-faktor risiko skala lokal seperti

mobilitas perkotaan, pola migrasi, serta tingkat cakupan dengue. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan mempertimbangkan kombinasi metode atau faktor resiko lain yang mampu meningkatkan pemodelan GWR sehingga variasi lokal intensitas kasus DBD dapat diketahui secara akurat.

6. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Ibu/Bapak Dr. Khursatul Munibah M.Sc, Dr. Wahyu Iskandar M.Agr, Dr. Boedi Tjahjono M.Sc, Dr. Ir. Baba Barus M.Sc, Dr. Ir. Muhammad Ardiansyah, dan Bambang Hendro Trisasonko Ph.D yang telah memberikan ilmu pengetahuan mengenai sistem informasi geografis dan penginderaan jauh serta rekan-rekan ilmu perencanaan wilayah yang selalu memberikan support dan masukkan kepada penulis dalam melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Acharya, B. K., Cao, C. X., T. Lakes., Chen, S. W., Naeem, and Pandit. S. 2018. Modeling the Spatially Varying Risk Factors of Dengue Fever in Jhapa District, Nepal, Using the Semi-Parametric Geographically Weighted Regression Model. *International Journal of Biometeorology* 62(11):1973–86. doi: 10.1007/s00484-018-1601-8.
- Atique, S., Chan, T. C., Chen, C. C., Hsu, C. Y., Iqtidar, S., Louis, V. R., Shabbir, S. A., and Chuang. T. W.2018. Investigating Spatio-Temporal Distribution and Diffusion Patterns of the Dengue Outbreak in Swat, Pakistan. *Journal of Infection and Public Health* 11(4):550–57. doi: 10.1016/j.jiph.2017.12.003.
- Bashar, K., Mahmud, S., Asaduzzaman., Tusty, E. A., and Zaman. A. B. 2020. Knowledge and Beliefs of the City Dwellers Regarding Dengue Transmission and Their Relationship with Prevention Practices in Dhaka City, Bangladesh. *Public Health in Practice* 1(100051):1–9. doi: 10.1016/j.puhip.2020.100051.
- BPS. 2021. Hasil Sensus Penduduk 2020 Kota Pekanbaru.
- Carrel, M., Escamilla, V., Messina J., Giebultowicz, S., Winston, J., Yunus, M., Streatfield, P. K., and Emch, M. 2011. Diarrheal Disease Risk in Rural Bangladesh Decreases as Tubewell Density Increases: A Zero-Inflated and Geographically Weighted Analysis. *International Journal of Health Geographics* 10:1–9. doi: 10.1186/1476-072X-10-41.
- DepkesRI. 2022. Lampiran Profil Kesehatan Indonesia 2019-2022.
- Fauzi, I. S., Nuraini, N., Ayu, R. W. S., and Lestari, B. W. 2022. Temporal Trend and Spatial Clustering of the Dengue Fever Prevalence in West Java, Indonesia. *Heliyon* 8(8):e10350. doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e10350.
- Fotheringham, A. S., Brunson, C., and Charlton, M. 2002. *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships*. USA: John Wiley

- Giofandi, E. A., Purwantiingrum, Madino, F., Lumbantobing, A. (2024). Analisis Faktor Spasial Terhadap Kejadian Demam Berdarah Dengue Menggunakan Pendekatan *Geographically Weighted Regression* di Kota Pekanbaru, Provinsi Riau. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(1), 50-59. doi:10.14710/jil.22.1.50-59
- & Sons, Ltd.
- Giofandi, E. A. 2021. Analisis Lingkungan Hidup Nyamuk *Aedes Aegypti* Terhadap Penyakit Demam Berdarah Dengue Di Kota Pekanbaru. Skripsi. Universitas Negeri Padang.
- Giofandi, E. and Umar, I. 2021. Analisis Pola Persebaran Kejadian Demam Berdarah Di Kota Pekanbaru. *Jurnal Kependudukan Dan Pembangunan Lingkungan* 2(2):49-55
- Kemendes. 2010. Demam Berdarah Dengue. *Buletin Jendela Epidemiologi* 2:48.
- Kementerian Kesehatan RI. 2018. Situasi Penyakit Demam Berdarah Di Indonesia Tahun 2017. InfoDatin Situasi Demam Berdarah Dengue 1-8.
- Meade, M. S., and Emch, M. 2010. *Medical Geography*. New York: The Guilford Press.
- Monintja, T. C. N., Arsin, A. A., Amiruddin, R., and Syafar, M. 2021. Analysis of Temperature and Humidity on Dengue Hemorrhagic Fever in Manado Municipality. *Gaceta Sanitaria* 35:S330-33. doi: 10.1016/j.gaceta.2021.07.020.
- Nakaya, T., Fotheringham, A. S., Charlton, M., and Brunson, C. 2009. Semiparametric Geographically Weighted Generalised Linear Modelling in GWR 4.0. *Geocomputation* 2009.
- Nakaya, T.. 2016. GWR 4.09 User Manual GWR4. Ritsumeikan University.
- Oshan, T. M., Li, Z., Kang, W. L., Wolf, J., and Fotheringham, A. S. 2019. MGWR: A Python Implementation of Multiscale Geographically Weighted Regression for Investigating Process Spatial Heterogeneity and Scale. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 8(6). doi: 10.3390/ijgi8060269.
- Pakaya, R., Y. H. Hano, and Oli, M. R. 2021. Hazard Level of Dengue Haemorrhagic Fever in Gorontalo Regency: Prediction of Spatial Distribution with AHP-GIS Integration. *Al-Sihah: The Public Health Science Journal* 13(2):126. doi: 10.24252/al-sihah.v13i2.21788.
- Rezzy E. C., and Yasin, H. 2017. Geographically Weighted Regression (GWR) Sebuah Pendekatan Regresi Geografis. Yogyakarta: Mobius.
- Saita, S., Maeakhian, S., and Silawan, T. 2022. Temporal Variations and Spatial Clusters of Dengue in Thailand: Longitudinal Study before and during the Coronavirus Disease (COVID-19) Pandemic. *Tropical Medicine and Infectious Disease* 7(8):1-14. doi: 10.3390/tropicalmed7080171.
- Sekarrini, C. E., Sumarmi, S. Bachri, D. Taryana, E. A. Giofandi, E. Purwaningsih, P. Iskarni, and I. Umar. 2021. The Policy Direction of Dengue Hemorrhagic Fever Disease Management in Palembang City. *Sumatra Journal of Disaster, Geography, and Geography Education* 5(2):138-43.
- Sekarrini, C. E., Sumarmi, S., Bachri, S., Taryana, D., and Giofandi, E. A. 2022a. Euclidean Distance Modeling of Musi River in Controlling the Dengue Epidemic Transmission in Palembang City. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences* 10(G):422-29. doi: 10.3889/oamjms.2022.9125.
- Sekarrini, C. E., Sumarmi, S., Bachri, S., Taryana, D., and Giofandi, E. A. 2022. The Application of Geographic Information System for Dengue Epidemic in Southeast Asia: A Review on Trends and Opportunity. *Journal of Public Health Research* 11(3):1-6. doi: 10.1177/22799036221104170.
- Servadio, J. L., Rosenthal, S. R., Carlson, L., and Bauer, C. 2018. Climate Patterns and Mosquito-Borne Disease Outbreaks in South and Southeast Asia. *Journal of Infection and Public Health* 11(4):566-71. doi: 10.1016/j.jiph.2017.12.006.
- Shen, Y., and Tao, Y. 2022. Associations between Spatial Access to Medical Facilities and Health-Seeking Behaviors: A Mixed Geographically Weighted Regression Analysis in Shanghai, China. *Applied Geography* 139(February 2021):102644. doi: 10.1016/j.apgeog.2022.102644.
- Sumanasinghe, N., Mikler, A., Tiwari, C., and Muthukudage, J. 2016. Geo-Statistical Dengue Risk Model Using GIS Techniques to Identify the Risk Prone Areas by Linking Rainfall and Population Density Factors in Sri Lanka. *Ceylon Journal of Science* 45(3):39. doi: 10.4038/cjs.v45i3.7399.
- Tesema, G. A., Tessema, Z. T., Angaw, D. A., Tamirat, K. S., and Teshale, A. B. 2021. Geographic Weighted Regression Analysis of Hot Spots of Anemia and Its Associated Factors among Children Aged 6-59 Months in Ethiopia: A Geographic Weighted Regression Analysis and Multilevel Robust Poisson Regression Analysis. *PLoS ONE* 16(11):e0259147. doi: 10.1371/journal.pone.0259147.
- Tsai, P. J., and H. J. Teng. 2016. Role of *Aedes Aegypti* (Linnaeus) and *Aedes Albopictus* (Skuse) in Local Dengue Epidemics in Taiwan. *BMC Infectious Diseases* 16(1):1-20. doi: 10.1186/s12879-016-2002-4.
- Umardiono, A., Andriati, A., and Haryono, N. 2019. Peningkatan Pelayanan Kesehatan Puskesmas Untuk Penanggulangan Penyakit Tropis Demam Berdarah Dengue. *JAKPP (Jurnal Analisis Kebijakan & Pelayanan Publik)* 60-67. doi: 10.31947/jakpp.v4i1.5905.
- Verdonschot, P. F. M., and Besse-Lototskaya, A. A. 2014. Flight Distance of Mosquitoes (Culicidae): A Metadata Analysis to Support the Management of Barrier Zones around Rewetted and Newly Constructed Wetlands. *Limnologia* 45:69-79. doi: 10.1016/j.limno.2013.11.002.
- WHO. 2017. Integrating Neglected Tropical Diseases into Global Health and Development: Fourth WHO Report on Neglected Tropical Diseases.
- Widayani, P., Gunawan, T., Danoedoro, P., and Mardihusodo, S. J. 2016. Application of Geographically Weighted Regression for Vulnerable Area Mapping of Leptospirosis in Bantul District. *Indonesian Journal of Geography* 48(2):168-77.