

Dampak Potensial Perubahan Iklim Terhadap Dinamika Penularan Penyakit DBD Di Kota Mataram

Potential Impact of Climate Change on DHF Dynamics Transmission In Mataram City

Nur Alvira Pascawati^{1*}, Tri Baskoro Tunggul Satoto², Tri Wibawa³, Roger Frutos⁴, Sylvie Maguin⁵

¹Epidemiologi, FIKES, Universitas Respati Yogyakarta

Jalan Laksda Adisucipto KM 6,3, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia

²Parasitologi, FKMK Universitas Gadjah Mada

Jalan Farmako Sekip Utara, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia

³Mikrobiologi, FKMK Universitas Gadjah Mada

Jalan Farmako Sekip Utara, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia

^{4,5}University of Montpellier

UMR 5214, IES 860, rue Saint Priest Bâtiment 5 - CC 05001 34095 Montpellier Cedex 5, France

*E_mail: irha011185@yahoo.com

Received date: 13-03-2019, Revised date: 18-05-2019, Accepted date: 20-06-2019

ABSTRAK

Kota Mataram merupakan daerah endemis DBD karena selalu ditemukan kasus dalam 3 tahun berturut-turut dengan jumlah kasus yang berfluktuasi dan cenderung meningkat. Penyakit DBD berkaitan dengan faktor iklim karena kehidupan vektor, patogen, perilaku dan fisiologi tubuh manusia dipengaruhi oleh iklim. Dampak dari perubahan iklim terhadap dinamika penularan DBD di Kota Mataram sangat penting untuk diteliti karena dapat digunakan sebagai dasar untuk mengetahui pola terjadinya kasus DBD yang berhubungan dengan suhu, kelembaban, curah hujan dan kecepatan angin. Penelitian ini menggunakan desain kohor retrospektif dari data sekunder iklim BMKG Kota Mataram dan kasus DBD di Dinas Kesehatan Kota Mataram pada 5 tahun terakhir (2013-2017). Data dianalisis berdasarkan pola bulanan dan tahunan dengan asumsi distribusi data normal untuk dilakukan uji korelasi dan regresi dengan $\alpha=0,05$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa unsur iklim seperti: kelembaban, curah hujan, dan suhu berpengaruh cukup kuat terhadap kejadian DBD, namun kecepatan angin tidak berhubungan dengan kejadian DBD di Kota Mataram. Model persamaan regresi linier yang ditemukan adalah Kasus DBD = $-439,403+5,809*\text{kelembaban}$ ($R^2 = 18,9\%$) dengan asumsi semua regresi linier terpenuhi. Model ini dapat digunakan untuk membantu upaya mitigasi penularan DBD melalui penentuan waktu pelaksanaan pencegahan dan penyediaan sarana prasarana untuk pengobatan penyakit DBD.

Kata kunci: DBD, perubahan iklim, kelembaban, Kota Mataram

ABSTRACT

*Mataram City is an endemic area of DHF because cases are always found in 3 consecutive years with the number of cases that fluctuated and tended to increase. DHF is related to climate factors because of vector life, pathogen, behavior and the physiology of the human body is influenced by climate. The impact of climate change on the dynamics of dengue transmission in the city of Mataram is very important to study because it can be used as a basis for knowing the pattern of the occurrence of dengue cases related to temperature, humidity, rainfall and wind speed. This study used a retrospective cohort design from BMKG secondary climate data and dengue cases at the Mataram City Health Office in the last 5 years (2013-2017). Data were analyzed based on monthly and annual patterns assuming normal data distribution to be carried out correlation and regression tests with $\alpha = 0.05$. The results showed that climatic elements such as: humidity, rainfall, and temperature had a strong enough influence on the incidence of DHF, but the wind speed was not related to the incidence of DHF in the city of Mataram. The linear regression equation model found was $\text{DHF Case} = -439.403 + 5.809 * \text{humidity}$ ($R^2 = 18.9\%$) assuming all linear regression was fulfilled. This model can be used to assist in efforts to mitigate dengue transmission through the determination of the timing of implementation of prevention and the provision of infrastructure facilities for the DHF treatment.*

Keywords: DHF, climate change, humidity, Mataram City

PENDAHULUAN

Demam Berdarah Dengue (DBD) telah tersebar di seluruh dunia termasuk di negara wilayah WHO yakni Amerika (PAHO), Asia Tenggara (SEARO) dan Pasifik Barat (WPRO).¹ Indonesia merupakan anggota SEARO yang selama tahun 1990-2015 berada pada urutan pertama masalah DBD berdasarkan *Incidence Rate* (IR) dan *Case Fatality Rate* (CFR).² *Incidence Rate* (IR) DBD di Indonesia tahun 2016 meningkat mencapai 77,96/100.000 penduduk dibandingkan tahun sebelumnya, yaitu 50,83/100.000 penduduk, dan masih sangat jauh dari target nasional <49/100.000 penduduk.³ CFR DBD sebesar 0,79% dan beberapa propinsi di Indonesia mengalami Kejadian Luar Biasa (KLB)

Kota Mataram merupakan daerah endemis DBD dengan jumlah kasus yang berfluktuasi. Meskipun IR di Mataram dibawah target nasional, namun wilayah ini mengalami peningkatan kasus hingga 95,88% dalam 2 tahun terakhir yaitu dari IR 10,68/100.000 penduduk pada tahun 2015 dengan CFR 0%, menjadi IR 20,92/100.000 penduduk dengan CFR 0,75% pada tahun 2016.⁴

Perubahan faktor demografis, urbanisasi, migrasi⁵ dan mobilisasi penduduk menyebabkan peningkatan yang signifikan terhadap kasus DBD.^{5,6} Faktor pengaruh lain seperti perubahan iklim, perubahan lingkungan dan transmisi terhadap kasus DBD menunjukkan adanya pola spasial dan temporal.⁷

Perubahan iklim merupakan variasi statistik yang dapat diidentifikasi melalui perubahan rata-rata dan/atau variabilitas yang berlangsung dalam jangka waktu panjang baik karena alam atau aktivitas manusia. Laporan oleh *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) menyebutkan bahwa sejak 50 tahun lalu perubahan iklim yang terjadi sangat erat kaitannya dengan aktifitas manusia, sehingga sifat kejadiannya menjadi lebih cepat dan drastis.⁷

Dampak perubahan iklim sangat kompleks karena mencakup beberapa aspek

kehidupan dan telah dirasakan oleh manusia.⁸ Perubahan ini kemudian berpengaruh pada pola penularan penyakit tular vektor seperti DBD khususnya saat peralihan musim yang ditandai oleh curah hujan dan suhu udara yang tinggi.⁹ Kondisi ini telah terjadi pada tahun 1997 ketika ditemukan di dataran tinggi Papua. Demikian pula kasus DBD di Indonesia juga ditemukan meningkat secara tajam di tahun-tahun La Nina.¹⁰

DBD merupakan salah satu penyakit yang sensitif terhadap perubahan iklim karena perkembangan vektor *Aedes* dipengaruhi oleh unsur: 1) cuaca dapat mempengaruhi metabolisme, pertumbuhan, perkembangan dan populasi nyamuk, 2) curah hujan dengan penyinaran yang relatif panjang turut mempengaruhi habitat perindukan nyamuk,^{9,11} 3) suhu berupa panas yang ekstrim dapat meningkatkan mortalitas nyamuk, sebaliknya suhu yang hangat dapat meningkatkan kelangsungan hidup, aktivitas mengigit, dan masa inkubasi ekstrinsik yaitu tingkat kematangan patogen di dalam diri nyamuk.¹² Diperkirakan DBD akan menonjol pada tahun 2.080, dimana sekitar 6 miliar orang berisiko tertular demam berdarah sebagai konsekuensi dari perubahan iklim dibandingkan jika iklim tetap tidak berubah.⁹

Dugaan munculnya KLB DBD setiap tahun di Indonesia berhubungan dengan pola iklim di Asia Tenggara.¹³ Hasil penelitian menunjukkan ada hubungan kondisi iklim seperti suhu dan kelembaban dengan kejadian DBD di Kota Sukabumi tahun 2015-2017.¹⁴ Hasil yang berbeda dari penelitian di Kota Bitung yang melaporkan bahwa variabilitas iklim seperti suhu, kelembaban curah hujan dan kecepatan angin tidak berhubungan dengan kejadian DBD.¹⁵ Unsur iklim terhadap dinamika penularan DBD perlu dikonfirmasi karena beberapa penelitian di berbagai wilayah Indonesia memberikan hasil yang berbeda-beda. Informasi tentang iklim juga efektif sebagai model prediksi dan informasi (prakiraan) untuk menduga tingkat risiko kejadian penyakit DBD.^{16,17}

Kondisi iklim Kota Mataram berdasarkan data historis Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) selama 5 tahun terakhir menunjukkan kondisi yang sangat berkfluktuatif/dinamis, maka penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui dampak potensial perubahan iklim terhadap dinamika penularan DBD di Kota Mataram dalam 5 tahun terakhir.

METODE

Penelitian dilaksanakan di Kota Mataram dimana proses pengumpulan dan verifikasi data dilakukan selama 3 bulan (Mei-Juli 2018). Desain penelitian adalah kohor retrospektif karena data iklim dan penyakit DBD menggunakan data sekunder 5 tahun terakhir (2013-2017) dari BMKG dan Dinas Kesehatan Kota Mataram. Variabel bebas yang digunakan adalah kelembaban, kecepatan angin, suhu dan curah hujan, sedangkan variabel terikatnya adalah kasus DBD sebanyak 2.574 kasus.

Gambaran suhu dan kelembaban menggunakan kategori Junghuhn yaitu panas jika suhu $>22^{\circ}\text{C}$, sedang jika suhu $17,1^{\circ}\text{C}$ - 22°C , sejuk jika suhu $11,1^{\circ}\text{C}$ - $17,1^{\circ}\text{C}$ dan dingin jika suhu $6,2^{\circ}\text{C}$ - 11°C .¹⁸ Gambaran curah hujan di Kota Mataram menggunakan klasifikasi Oldeman yaitu bulan basah apabila curah hujan mencapai >200 mm, bulan lembab apabila curah hujan antara 100-200 mm, sedangkan bulan kering apabila curah hujan berada pada nilai <100 mm.¹⁸ Kategori kecepatan angin menggunakan *Beaufort Scale*/Skala *Beaufort* yaitu Teduh (*calm*): <1 knot (1knots = 0.5 m/s atau 1.8-1.9 km/jam), *light air*: 1-3 knot, *light breeze*: 3-6 knot, *gentle breeze*: 7-10 knot.¹⁹

Analisis univariat menggunakan nilai rata-rata dan standar deviasi, analisis bivariat menggunakan uji korelasi dan regresi, dan analisis multivariat metode *backward* menggunakan uji regresi berganda dengan $\alpha=0,05$. Uji normalitas data dilakukan pada seluruh variabel penelitian menggunakan nilai perbandingan *skewness* dan *S.E Skewnes* dengan hasil: 1) kasus: 1,25; 2) Suhu = 0,76; 3) Kelembaban = 0,56; 4) Curah Hujan= -0,14;

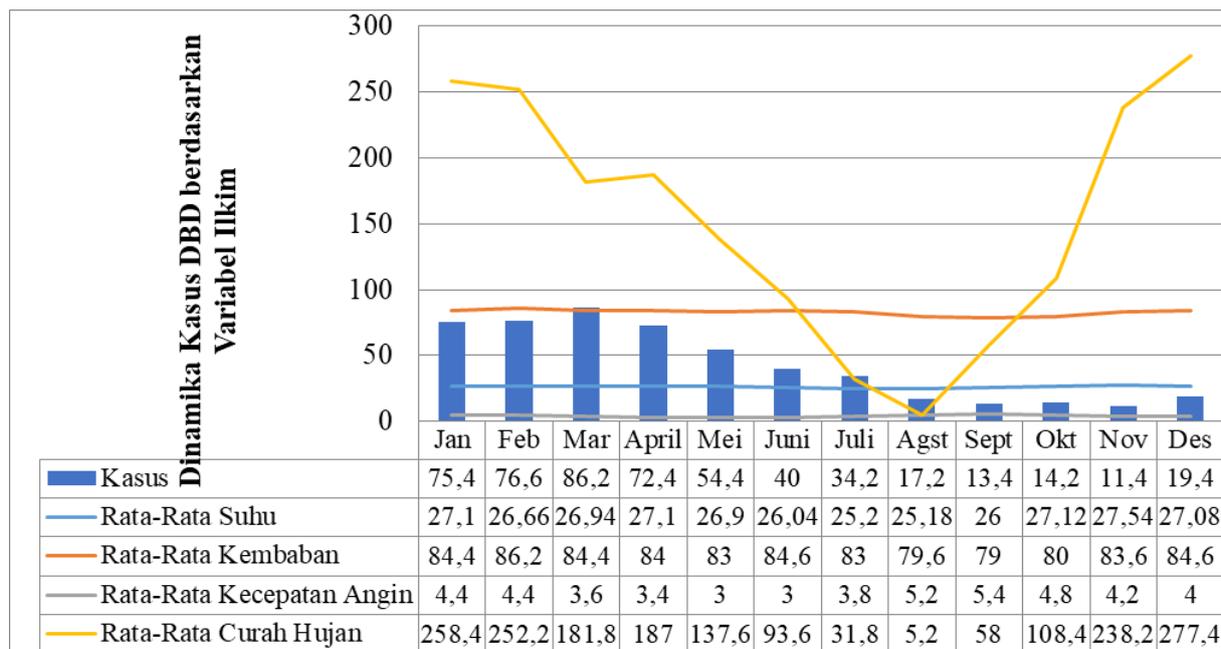
5) Kecepatan Angin = 1,79. Nilai semua variabel berada diantara -2 s/d 2, sehingga dinyatakan berdistribusi normal.

Model prediksi faktor iklim terhadap dinamika penularan DBD di Kota Mataram menggunakan analisis multivariate dengan memasukkan beberapa variabel yang sesuai kriteria sebagai kandidat model yaitu nilai $p < 0,25$. Penggunaan nilai ini karena kemungkinan variabel-variabel tersebut secara terselubung ($p=0,00-0,24$) sesungguhnya penting secara substansi untuk saling berinteraksi di dalam model multivariat.²⁰ Analisis multivariat menggunakan uji asumsi klasik, yaitu syarat-syarat yang harus dipenuhi pada model regresi linear berbasis *ordinary least square* (OLS) agar model benar-benar bebas dari adanya gejala *heteroskedastisitas*, *multikolinearitas*, dan *autokorelasi*, sehingga valid sebagai alat penduga.²⁰ Uji kelayakan model prediksi akan dilakukan berdasarkan pada nilai *linearitas*, *normalitas*, *residu*, *outlier*, *autokorelasi* dan *multikolinearitas*.^{20,21}

HASIL

Dinamika penularan DBD berdasarkan variabel iklim, seperti suhu, kelembaban, kecepatan angin dan curah hujan di Kota Mataram dari tahun 2013 sampai 2017 sebagai berikut :

Gambar 1 menunjukkan bahwa kasus DBD pada bulan Januari-April dalam 5 tahun terakhir cukup tinggi. Gambaran suhu dan kelembaban di Kota Mataram termasuk dalam kategori panas ($>22^{\circ}\text{C}$). Gambaran curah hujan di Kota Mataram pada bulan November-Februari mengalami bulan basah karena curah hujan mencapai >200 mm, bulan Maret-Mei dan Oktober mengalami bulan lembab karena curah hujan 100-200 mm, sedangkan bulan Juni-September mengalami bulan kering karena curah hujan <100 mm. Jumlah kasus DBD jika disesuaikan dengan kondisi curah hujan berada pada bulan lembab sebanyak 1.136 kasus (44,13%), diikuti bulan basah sebanyak 914 kasus (35,51%) dan bulan kering sebanyak 524 kasus (20,36%).



Gambar 1. Dinamika Kasus DBD berdasarkan Variabel Iklim di Kota Mataram Tahun 2013-2017

Analisa Bivariat

Hasil analisis bivariat variabel perubahan iklim, seperti: curah hujan, kecepatan angin,

suhu dan kelembaban terhadap dinamika penularan DBD ditampilkan dalam tabel 1:

Tabel 1. Hubungan Perubahan Iklim terhadap Dinamika Penularan DBD di Kota Mataram Tahun 2013-2017

Variabel	Kasus DBD						
	Mean	CI 95%	SD	P-Value	Pearson Correlation	R-Square	Persamaan Garis
Suhu (°C)	26,57	26,35-26,79	0,71	0,050	0,247	0,061	-271,49 + 11,83
Kelembaban (%)	83,03	82,34-83,72	2,67	0,002	0,385	0,148	-439,40 + 0,09
Curah Hujan (mm)	152,27	121,27-183,66	120,75	0,044	0,262	0,068	29,62 - 0,09
Kecepatan Angin (km)	4,10	3,69-4,51	1,57	0,636	-0,062	0,004	-

Tabel 1 menunjukkan bahwa unsur iklim seperti rata-rata kelembaban, curah hujan yang termasuk dalam bulan lembab, dan suhu panas berpengaruh cukup kuat terhadap kejadian DBD di Kota Mataram. Kecepatan angin dalam kategori *gentle breeze* (angin agak kencang), dimana angin ini menimbulkan daun-daun dan ranting bergerak-gerak terus serta dapat melambaikan bendera kecil. Kategori angin seperti ini tidak berhubungan dengan kejadian DBD di Kota Mataram.

Analisa Multivariat

Analisis multivariat dengan uji regresi berganda dilakukan pada 3 variabel yang

dinyatakan layak yaitu: suhu, kelembaban dan curah hujan karena dalam analisis bivariat menunjukkan nilai P-value <0,25. Analisis ini dilengkapi dengan uji asumsi untuk memastikan bahwa model iklim di Kota Mataram dapat digunakan dalam memprediksi dinamika kasus DBD. Uji-uji asumsi tersebut sebagai berikut:

Pemeriksaan Kelayakan Model dengan Koefisien Determinasi dan Autokorelasi

Tabel 2 menunjukkan uji kelayakan model berdasarkan nilai *Adjusted R-Square*. Nilai ini menunjukkan bahwa: 1) 3 faktor iklim yaitu: suhu, kelembaban dan curah hujan dapat

memprediksi 19,6% dinamika kasus DBD di Kota Mataram; 2) Suhu dan kelembaban dapat memprediksi 19,3% dinamika kasus DBD di Kota Mataram dan 3) Kelembaban dapat memprediksi 18,9% kasus DBD di Kota Mataram. Tabel 2 menunjukkan bahwa data *time series* (runtut waktu) bebas dari masalah

autokorelasi karena berdasarkan uji *Durbin-Watson* (DW) = 1,600 > nilai tabel batas bawah DW= 1,579 (n= 12 bulan; jumlah variabel= 3) tidak ditemukan asumsi autokorelasi positif dan nilai D (4 - DW) = 2,4 > tabel batas bawah DW= 1,579 tidak ditemukan asumsi autokorelasi negatif.

Tabel 2. Uji Model Iklim dengan Koefisien Determinasi dan Autokorelasi

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1 (Suhu, Kelembaban, Curah Hujan)	,409(a)	,168	,196	10,76647	
2 (Suhu, Kelembaban)	,408(b)	,166	,193	10,46571	
3 (Kelembaban)	,385(c)	,163	,189	10,52016	1,600

Pemeriksaan Kelayakan model dengan ANOVA

Uji ANOVA digunakan untuk mengetahui kelayakan variabel suhu, kelembaban dan

curah hujan dalam memprediksi dinamika penularan DBD di Kota Mataram, sesuai dengan yang ditampilkan pada tabel 3

Tabel 3. Hasil Uji Model Iklim dengan ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	P-Value
1 (Suhu, Kelembaban, Curah Hujan)	Regression	15992,657	3	5330,886	3,757	,016(a)
	Residual	79450,743	56	1418,763		
	Total	95443,400	59			
2 (Suhu, Kelembaban)	Regression	15860,224	2	7930,112	5,680	,006(b)
	Residual	79583,176	57	1396,196		
	Total	95443,400	59			
3 (Kelembaban)	Regression	14168,193	1	14168,193	10,111	,002(c)
	Residual	81275,207	58	1401,297		
	Total	95443,400	59			

Hasil uji ANOVA menunjukkan faktor iklim yaitu: suhu, kelembaban dan curah hujan layak digunakan sebagai alat untuk memprediksi (P<0,05).

Pemeriksaan Kelayakan Model berdasarkan Syarat Multikolinieritas

Multikolinieritas ditunjukkan pada tabel 4 pada kolom *Tolerance* dan kolom *Variance Inflated Factors (VIF)*

Tabel 4. Analisis antara Faktor Iklim terhadap Dinamika Penularan DBD Tahun 2013-2017 Multivariat

Model		Unstandardized Coefficients		Stand. Coeff	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	-620,800	268,725		-2,310	,025		
	Suhu	7,773	7,060	,162	1,101	,276	,683	1,464
	Kelembaban	5,539	2,324	,367	2,384	,021	,626	1,598
	Curah hujan	-,018	,059	-,054	-,306	,761	,475	2,105
2	(Constant)	-562,714	188,397		-2,987	,004		
	Suhu	6,711	6,096	,140	1,101	,276	,902	1,109
	Kelembaban	5,146	1,920	,341	2,680	,010	,902	1,109
3	(Constant)	-439,403	151,757		-2,895	,005		
	Kelembaban	5,809	1,827	,385	3,180	,002	1,000	1,000

Hasil ini menunjukkan bahwa pada model 1 untuk variabel suhu, kelembaban dan curah hujan, model 2 untuk variabel suhu dan kelembaban serta model 3 untuk variabel kelembaban pada nilai toleransi menunjukkan nilai $>0,10$, dan nilai VIF $<10,00$, tidak terjadi gejala multikolinearitas dalam model regresi.

Hasil simulasi dinamika penularan DBD di Kota Mataram berdasarkan pada tabel 4 menunjukkan bahwa terdapat 3 tahap analisis multivariat. Pada model pertama terdapat tiga variabel bebas yaitu: suhu, kelembaban dan curah hujan. Variabel indeks curah hujan tidak diikutsertakan dalam model ke dua karena memiliki nilai *P-Value* paling besar. Model ketiga yaitu kelembaban sebagai model akhir yang memiliki nilai *P-Value* $<0,05$.

Persamaan regresi linier faktor iklim terhadap dinamika penularan DBD di Kota Mataram yakni: Kasus DBD = $-439,403 + 5,809 * \text{kelembaban}$ ($R^2 = 18,9\%$). Semua asumsi regresi linier, yaitu: linearitas, normalitas, residu tidak ada *outlier*, residu nol,

konstan dan tidak ada multikolinearitas terpenuhi.

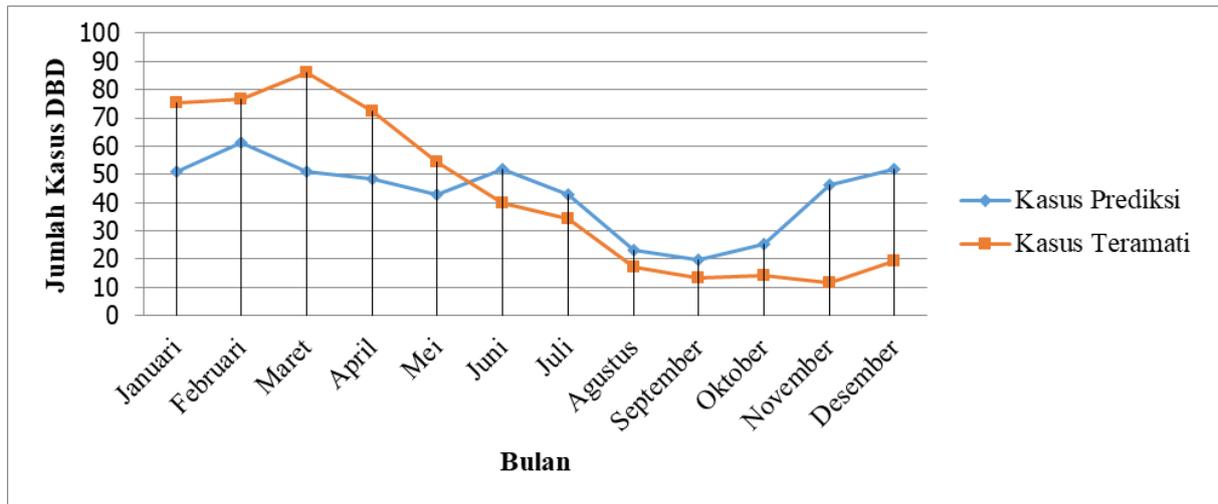
Contoh penerapan regresi linier sebagai model prediksi penularan DBD dilakukan saat kelembaban udara berada pada kategori bulan lembab, yaitu: Maret, Mei dan Oktober menurut klasifikasi Oldeman ditampilkan pada tabel 5, yaitu:

Tabel 5 menunjukkan perkiraan jumlah kasus DBD dengan kondisi kelembaban 84,4% pada bulan Maret rata-rata 51 kasus (CI 95%: 30-72 kasus), diperkirakan pada bulan Mei dengan kondisi kelembaban 83% rata-rata 3 kasus (CI 95%: 22-64 kasus) dan pada bulan Oktober dengan kelembaban 80% diperkirakan rata-rata mencapai 25 kasus (CI 95%: 5-46 kasus).

Cara perhitungan yang sama juga diterapkan pada bulan-bulan lainnya. Adapun simulasi hasil nilai prediksi menggunakan model tersebut dengan dinamika kejadian DBD di Kota Mataram yang teramati dapat dilihat pada gambar 2:

Tabel 5. Prediksi Dinamika Kasus DBD di Kota Mataram berdasarkan Faktor Kelembaban Udara pada Bulan Lembab di Kota Mataram

Bulan	Rata-Rata Kelembaban (%)	Persamaan Regresi	Rata-Rata Prediksi Jumlah Kasus DBD	Kasus DBD CI 95%
Maret	84,4	$-439,403 + 5,809 * 84,4$	50,88	30,26-71,50
Mei	83	$-439,403 + 5,809 * 83,0$	42,74	22,12-63,36
Oktober	80	$-439,403 + 5,809 * 80,0$	25,32	4,70-45,94



Gambar 2. Grafik Simulasi Prediksi Kasus DBD dengan Jumlah Kasus Teramati di Kota Mataram Tahun 2013-2017

Perbandingan nilai prediksi kasus DBD dengan jumlah kasus yang teramati berdasarkan kondisi kelembaban di Kota Mataram dengan tingkat determinasi $R^2 = 18,9\%$ dan *standar error*: 10,52016 (Tabel 2) dari tahun 2013-2017 terdapat rentang yang cukup lebar (Tabel 5), perbedaan jumlah kasus yang cukup besar dan trend yang berbeda (Gambar 2) khususnya pada bulan Maret, November dan Desember

PEMBAHASAN

Dinamika penyakit DBD dipengaruhi oleh banyak faktor, namun penelitian ini akan difokuskan pada faktor iklim, seperti: suhu, kelembaban, curah hujan dan kecepatan angin.

Hubungan Suhu dengan Dinamika Kasus DBD di Kota Mataram

Epidemi dengue yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan menunjukkan ada hubungan erat dengan keadaan iklim di suatu wilayah. Kondisi suhu di Kota Mataram dalam 5 tahun terakhir berada di antara $26,35^{\circ}\text{C}$ - $26,79^{\circ}\text{C}$ (Tabel 1) dan berhubungan dengan dinamika kasus DBD. Kondisi suhu di Kota Mataram merupakan suhu optimum untuk pertumbuhan nyamuk karena berada diantara 25°C - 30°C . Kondisi suhu ini mempengaruhi perilaku vektor dalam mengigit, durasi siklus

gonotrophik, perkembangan virus, penyebaran perilaku kawin, dan istirahat.²² Faktor suhu juga berhubungan dengan evaporasi dan suhu mikro di dalam kontainer.²³

Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan di Kecamatan Medan Perjuangan tahun 2010-2012 yang menunjukkan terdapat hubungan positif dan korelasi kuat antara suhu dengan kejadian DBD²⁴ namun berbeda dengan penelitian di Kota Kendari dan di Kabupaten Jepara yang menunjukkan korelasi lemah antara suhu dengan kejadian DBD.^{25,26} Kondisi ini dapat disebabkan karena kondisi suhu memiliki pola yang hampir sama setiap tahun dan tidak selalu sebanding dengan kasus DBD yang terkadang berfluktuasi.

Hubungan Kelembaban dengan Dinamika Kasus DBD di Kota Mataram

Kelembaban di Kota Mataram berada diantara 82,34%-83,70%, nilai ini menunjukkan kondisi optimum yaitu 70%-90%²⁷ dan berpengaruh secara signifikan terhadap dinamika kasus DBD. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian di Yogyakarta yang menunjukkan adanya hubungan sedang dan positif antara kelembaban dengan kejadian DBD.²⁸ Namun berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan di Kota Palu tahun 2010-2014.²⁹

Kelembaban udara di Kota Mataram berada di atas 60% akan mengakibatkan kehidupan nyamuk *Aedes sp* akan menjadi lebih lama, cepat menyebar dan berpotensi untuk berkembang biak. Kondisi ini membuat nyamuk mempunyai kesempatan besar untuk terinfeksi dan menginfeksi manusia.³⁰ Nilai kelembaban yang kurang dari 60% akan mengakibatkan pendeknya kehidupan nyamuk karena terjadi penguapan air, sehingga menyebabkan keringnya cairan dalam tubuh nyamuk. Kondisi ini membuat nyamuk tidak memiliki cukup waktu untuk memindahkan virus dari lambung ke air liurnya.³¹

Hubungan Curah Hujan dengan Dinamika Kasus DBD di Kota Mataram

Kondisi curah hujan dengan pola kejadian DBD di Kota Mataram (Gambar 1) menunjukkan pola yang berfluktuasi, namun ada kecenderungan penurunan curah hujan menimbulkan penurunan pada kasus DBD. Rata-rata Indeks Curah Hujan (ICH) di Kota Mataram 152,27 mm (121,27 mm-183,66 mm) dengan indeks terendah 5,2 mm dan tertinggi 277,4 mm. Hasil uji korelasi diketahui nilai $R = 0,068$ menunjukkan korelasi positif dan memberikan pengaruh yang bermakna terhadap dinamika kasus DBD karena nilai $p < 0,05$.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian di Kota Kendari,²⁵ namun berbeda dengan penelitian di Kota Bogor yang menunjukkan bahwa kejadian DBD meningkat namun curah hujan relatif tidak terlalu tinggi, begitupun juga sebaliknya.²²

Selama tahun 2013-2017 pada waktu-waktu tertentu tingkat ICH yang tinggi tidak sebanding dengan angka kejadian DBD yang justru cenderung menurun. Hal ini dapat disebabkan karena pada waktu tersebut suatu wilayah dapat berada pada curah hujan ideal dimana air hujan tidak sampai menimbulkan genangan atau mengakibatkan banjir di suatu media/kontainer, sehingga tidak berpotensi menjadi tempat perkembangbiakan nyamuk. Keberadaan air dalam kontainer dapat mengakibatkan telur nyamuk menetas menjadi

nyamuk setelah 10-12 hari. Berdasarkan kondisi tersebut, jika mengidentifikasi faktor risiko curah hujan maka dibutuhkan waktu 3 minggu dari mulai masuknya musim hujan sampai terjadi penularan kasus DBD.²²

Hubungan Kecepatan Angin dengan Dinamika Kasus DBD di Kota Mataram

Kecepatan angin di Kota Mataram rata-rata berada diantara 3,69 km/jam-4,51 km/jam tidak mempengaruhi kejadian DBD (Tabel 1). Kecepatan angin tersebut terjadi pada bulan Oktober-Februari dan Bulan Juli dengan total kasus mencapai 232 kasus. Kondisi ini menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan angin tidak diikuti dengan peningkatan kasus DBD di Kota Mataram atau sebaliknya.

Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian di Kota Medan yang menyatakan bahwa terdapat hubungan antara kecepatan angin dengan kejadian penyakit DBD,³² namun sesuai dengan penelitian di Kota Bengkulu yang menyatakan bahwa kecepatan angin mempunyai kekuatan hubungan sangat lemah/tidak ada hubungan dengan kejadian DBD.³³

Angin dapat mempengaruhi penerbangan dan penyebaran nyamuk karena apabila kecepatan angin 11-14 m/detik atau 25-31 mil/jam akan menghambat penerbangan nyamuk. Kecepatan angin saat matahari terbit dan tenggelam merupakan waktu yang paling potensial bagi nyamuk untuk terbang di dalam atau luar rumah dan sangat menentukan tingkat paparan antara manusia dan nyamuk. Jarak terbang nyamuk (*flight range*) dapat diperpendek atau diperpanjang tergantung arah angin.³⁴

Hasil yang tidak signifikan antara kecepatan angin dengan kejadian DBD pada penelitian ini dapat disebabkan karena jarak antar rumah penduduk yang sangat dekat, sehingga hubungan kecepatan angin dalam penyebaran vektor ini menjadi sangat kecil. Selain itu, kecepatan angin di Kota Mataram yang relatif tetap dan masih belum memenuhi batas kecepatan angin dalam menghambat penyebaran nyamuk.

Model Prediksi Perubahan Iklim terhadap Dinamika Penularan DBD di Kota Mataram

Model prediksi menggunakan faktor iklim terhadap dinamika penularan DBD di Kota Mataram yang dianggap paling baik adalah kelembaban. Waktu yang perlu diwaspadai terkait penularan DBD di Kota Mataram adalah saat bulan lembab, dimana rata-rata kelembaban mencapai 83,03% (CI 95% = 82,34%-83,72%). Persamaan model prediksi ini adalah: Kasus DBD = $-439,403 + 5,809 * \text{kelembaban}$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 18,9%.

Rentang kasus yang cukup lebar (Tabel 5) dan trend yang berbeda (Gambar 2) disebabkan karena model simulasi yang didapatkan hanya dipengaruhi oleh satu prediktor yaitu kelembaban, sedangkan banyak penelitian yang mengungkapkan bahwa kejadian DBD dapat dipengaruhi oleh faktor selain iklim yaitu: lingkungan, perilaku manusia dan vektor serta pelayanan kesehatan.

Model akhir menunjukkan pengaruh murni dari kelembaban dengan dinamika kasus DBD di Kota Mataram. Kelembaban tertentu dapat berpengaruh terhadap bionomik vektor seperti lamanya waktu menetas dari fase larva, perilaku menggigit, perilaku kawin, dan lain-lain. Kelembaban akan menstimulus nyamuk untuk melakukan perkawinan, menyebabkan nyamuk menjadi lebih agresif saat mencari mangsa dan mengakibatkan frekuensi gigitan nyamuk semakin meningkat.³⁵ Kondisi kelembaban <60% akan mengakibatkan umur nyamuk menjadi lebih pendek sehingga tidak dapat menjadi vektor karena ketidakcukupan waktu untuk proses perpindahan virus dari lambung nyamuk ke kelenjar ludah, sedangkan kondisi kelembaban yang optimum bagi kehidupan nyamuk adalah 70%-90%. Kelembaban optimum di Kota Mataram yang berada pada kisaran nilai tersebut memberikan pengaruh yang dominan terhadap dinamika penularan kasus DBD karena umur nyamuk yang semakin panjang, sehingga menyebabkan

populasi nyamuk di suatu wilayah semakin meningkat.²²

KESIMPULAN

Dampak Potensial Perubahan Iklim terhadap dinamika penularan penyakit DBD Di Kota Mataram menunjukkan bahwa kelembaban, suhu dan curah hujan berpengaruh cukup kuat terhadap penularan DBD di Kota Mataram. Kecepatan angin tidak berpengaruh terhadap DBD di Kota Mataram. Faktor iklim yang paling baik digunakan untuk memprediksi dinamika penularan DBD di Kota Mataram, yaitu faktor kelembaban. Model prediksi yang dikembangkan yakni: Kasus DBD = $-439,403 + 5,809 * \text{kelembaban}$ ($R^2 = 18,9\%$).

SARAN

Model prediksi dapat digunakan untuk membantu upaya mitigasi (minimalisasi penyebab dan dampak) dan adaptasi (menanggulangi risiko kesehatan). *Early Warning System* terhadap Kejadian Luar Biasa DBD melalui kegiatan surveilans aktif khususnya saat berada pada bulan lembab yaitu Maret-Mei dan Oktober. Surveilans aktif perlu dilakukan untuk memantau penyebaran kasus, distribusi dan kepadatan vektor, habitat utama larva serta faktor resiko berdasarkan waktu dan tempat yang berkaitan dengan penyebaran penyakit DBD.

Dinas Kesehatan dan Puskesmas juga perlu meningkatkan kegiatan-kegiatan pemberdayaan di masyarakat dengan melakukan program 3 M Plus (Menguras, Menutup, Mendaur ulang/ Memanfaatkan kembali barang bekas) plus menaburkan bubuk larvasida, menggunakan obat nyamuk/anti nyamuk, memelihatkan ikan pemakan jentik, menanam tanaman pengusir nyamuk, dan lain-lain) terutama pada saat akan memasuki bulan lembab .

Diperlukan adanya kerjasama yang berkelanjutan antara Dinas Kesehatan Kota Mataram dan BMKG dalam upaya membuat perencanaan, pelaksanaan dan penyusunan

kebijakan pengendalian penularan dan pengobatan DBD sesuai periode waktu tepat.

Diperlukan partisipasi aktif dari masyarakat dalam pelaksanaan PSN dan memaksimalkan tindakan proteksi diri khususnya saat kondisi wilayah berada pada bulan-bulan lembab.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah mendanai penelitian ini. Dinas Kesehatan dan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kota Mataram yang telah membantu operasional penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

1. WHO. Zika situation report. Jenewa: World Health Organization; 2016.
2. WHO. Dengue data application. Jenewa: World Health Organization; 2018.
3. Kemenkes RI. Pengendalian penyakit tular vektor 2016. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI; 2017.
4. Dinas Kesehatan Kota Mataram. Profil kesehatan Kota Mataram Tahun 2016. Mataram; 2017.
5. Cattand P, Desjeux P, Guzmán MG, Jannin J, Kroeger A, Medici A, Musgrove P, Nathan M, B, Shaw A, Schofield C. J. Tropical diseases lacking adequate control measures: dengue, leishmaniasis, and african trypanosomiasis. disease control priorities in developing countries. Jenewa: WHO; 2006.
6. Masyeni S, Yohan B, Somia IKA, Myint KSA, Sasmono RT. Dengue infection in international travellers visiting Bali, Indonesia. *Journal of Travel Medicine*. 2018;25(1).
7. Astrom, Christofer R, Joacim H, Simon BA, Louis, Valerie SR. Potential distribution of dengue fever under scenarios of climate change and economic development. *Ecohealth*. 2016;9(4): 448–54.
8. Raksanagara AS, Arisanti N, Rinawan F. Dampak perubahan iklim terhadap kejadian demam berdarah di Jawa Barat. *JSK*. 2015;1(1):43–7.
9. Michael AJ, Campbell Lendrum, Corvalán CF, Ebi KL, Githeko A, Sheraga JD, Woodward A. Climate change and human health risks and responses. Jenewa: WHO; 2016.
10. Parham PE, Christiansen-Jucht C, Pople D, Michael E. Understanding and modelling the impact of climate change on infectious diseases progress and future challenges. In: Blanco J, Kheradmand H, editors. Climate change socioeconomic effects. IntechOpen; 2011. doi:10.5772/23139. Available from: <https://www.intechopen.com/books/climate-change-socioeconomic-effects/understanding-and-modelling-the-impact-of-climate-change-on-infectious-diseases-progress-and-future->.
11. Wowor R. Pengaruh kesehatan lingkungan terhadap perubahan epidemiologi demam berdarah di Indonesia. *J E-Clinic*. 2017;5(2):105-13.
12. Schelling N. The impact of climate change vector-borne infectious diseases. Graduate Research Paper. Spring; 2007.
13. Geller L, Burke D, Carmichael A, Focks D, Grimes DJ, Harte J, et al. Under the weather: Climate, ecosystems, and infectious disease. *Emerg Infect Dis*. 2011; 7(7):606–8.
14. Hidayati L, Hadi, UK, Soviana S. Kejadian Demam Berdarah Dengue di Kota Sukabumi berdasarkan kondisi iklim. *Acta Vet. Indonesia*. 2017;5 (1):22-8.
15. Terescova V, Wulan, Kaunang, Budi D. Hubungan antara variabilitas iklim dengan kejadian Demam Berdarah Dengue di Kota Bitung tahun 2015-2017. *KESMAS*. 2018;7(5):1-5.
16. Schreiber K. An investigation of relationship between climate and dengue using a water budgeting technique. *Int J Biometeorol*. 2001;45 (3):81–9.
17. Sasmito. *Prototype* model kewaspadaan dini bahaya Demam Bedarah Dengue (DBD) di Wilayah DKI Jakarta. Makalah disampaikan pada seminar hasil penelitian pengembangan Meteorologi dan Geofisika; 2016.
18. Tim Siswapedia [Internet]. Iklim menurut Schmidt Ferguson, Oldeman dan Junghuhn [Diupdate 8 Mei 2019]. Diunduh dari: <https://www.siswapedia.com/iklim-menurut-schmidt-ferguson-oldeman-dan-junghuhn/>.

19. Zakir A. Pengertian dasar angin kencang, badai tropis dan palung tekanan rendah. Makalah disampaikan pada workshop Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika untuk media pengguna jasa. BMKG; 2014.
20. Ghozali I. Aplikasi analisis multivariat dengan program. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro; 2013.
21. Anwar A [Internet]. Durbin Watson Tabel [Diakses 17 Mei 2019]. Diunduh dari: <https://onedrive.live.com/view.aspx?resid=DDF01764903CCA0C!820>.
22. Ariati J, Anwar DA. Model prediksi kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) berdasarkan faktor iklim di Kota Bogor, Jawa Barat. Buletin Penelitian Kesehatan. 2014;42 (4):249–56.
23. Rueda LM, Patel KJ, Axtell RC, Stinner RE. Temperature-dependent development and survival rates of *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). J Med Entomol. 1990;27 (5):892–8.
24. Saragih SH. Pengaruh keadaan iklim terhadap kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kota Medan. Thesis. Medan: Universitas Sumatera Utara; 2013.
25. Rasmanto MF, Sakka A, Ainurafiq. Model prediksi kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) berdasarkan unsur iklim di Kota Kendari Tahun 2000-2015. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kesehatan Masyarakat. 2016;1(3):1–14.
26. Indriyani Z, Rahardjo M, Setiani O. Hubungan faktor lingkungan dengan persebaran kejadian DBD Di Kecamatan Jepara Kabupaten Jepara. Jurnal Kesehatan Masyarakat. 2015;3 (3):842–51.
27. Sugandhi. Akibat tragis dari perubahan iklim: Dari hanya isu menjadi kenyataan. tinjauan umum dari isu perubahan iklim. Makalah disampaikan pada Forum IPTEK mengenai perubahan iklim; 2007.
28. Pohan NR, Wati NAP, Nurhadi M. Gambaran kepadatan dan tempat potensial perkembangbiakan jentik *Aedes Sp.* di tempat-tempat umum wilayah kerja Puskesmas Umbulharjo I Kota Yogyakarta. Jurnal Formil (Forum Ilmiah) Kesmas Respati. 2016;1 (2): 109-20.
29. Bangkele EY, SAFriyanti N. Hubungan suhu dan kelembaban dengan kejadian DBD di Kota Palu Tahun 2010-2014. Medika Tadulako. 2016;3(2):1–10.
30. Promprou S, Jaroensutasinee M. Impact of climatic factors on Dengue Haemorrhagic Fever Incidence in Southern Thailand. Walailak J Sci Tech. 2015;2 (1): 59-70.
31. Herawati Y, Utomo SW. The Dynamics of Population Density and Climate Variability on Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) Incidence In Bogor City, West Java, Indonesia. Research Journal of Social Science and Management. 2014;4(4):160-5.
32. Siregar JS. Hubungan iklim (curah hujan, suhu, kecepatan angin, dan kelembaban) terhadap kejadian DBD di Kota Medan tahun 2010-2014. Medan : Universitas Sumatera Utara; 2016.
33. Sihombing CG. Hubungan curah hujan, suhu udara dan kecepatan angin dengan kejadian Demam Berdarah Dengue di Kota Bengkulu Tahun 2009-2014. Bengkulu: Universitas Bengkulu;2017.
34. Suharyo WHC. Dinamika *Aedes aegypti* sebagai vektor penyakit. KEMAS. 2016;2(1):38–48.
35. Hairani. Gambaran epidemiologi Demam Berdarah Dengue (DBD) dan faktor-faktor yang mempengaruhi angka insidennya di Wilayah Kecamatan Cimanggis, Kota Depok Tahun 2005-2010. Skripsi. Depok: Universitas Indonesia; 2017.

