

Penggunaan data surveilans gabungan dan meteorologi untuk memprediksi demam berdarah dengue di Yogyakarta

Use of a combined surveillance and meteorological data for predicting dengue hemorrhagic fever in Yogyakarta

Dedik Sulistiawan¹ & Lutfan Lazuardi¹

Abstract

Dikirim: 3 Juli 2017
Diterbitkan: 1 Januari 2018

Purpose: This study aimed to predict the incidence of dengue hemorrhagic fever using meteorological data such as rainfall, rainy days, air temperature, humidity, and dengue hemorrhagic fever surveillance data month by month in Northern Yogyakarta Municipality (Climatic Zone 138) through 2010-2016. **Methods:** This research was a descriptive study with a predictive design with temporal approach. This research processed secondary data of DHF incidence from Yogyakarta Municipality Health Office and climate variables from Meteorology Climatology and Geophysics Agency (BMKG) Yogyakarta from 2010 to 2016. Data were analyzed with univariate tests and presented in frequency distribution, bivariate analysis was performed using Pearson/Spearman correlation tests, and multivariate analysis used Poisson regression, negative binomial regression, and generalized poisson regression tests. **Results:** DHF incidence in Northern Yogyakarta Municipality (Climatic Zone 138) was associated with meteorological factors in the same month up to 3 months earlier. Predictors of DHF case were dengue incidence of previous month, rainfall 2 months earlier, current temperature, and relative humidity of the previous month. **Conclusion:** The best prediction model of DHF incidence in Northern Yogyakarta Municipality (Climatic Zone 138) was a combination of surveillance and meteorological data. It is necessary to develop an awareness system of DHF incidence with meteorological database and surveillance in order to control the incidence of DHF in Yogyakarta Municipality.

Keywords: dengue; prediction; meteorological data; climatic zone

¹ Departemen Kebijakan dan Manajemen Kesehatan, Fakultas Kedokteran, Universitas Gadjah Mada
(Email: dedik.sulistiawan@gmail.com)

PENDAHULUAN

Demam berdarah dengue merupakan salah satu *vector borne disease* yang penting dan menjadi perhatian di dunia (1). Insiden demam berdarah dengue meningkat secara pesat beberapa dekade terakhir di seluruh dunia (2). Sejak pertama kali ditemukan pada tahun 1968 di Jakarta dan Surabaya, DBD diakui sebagai masalah kesehatan masyarakat yang penting di Indonesia. Kejadian luar biasa terjadi secara periodik di Indonesia diikuti oleh peningkatan jumlah kasus dan keparahan (3).

Jumlah penderita demam berdarah dengue di Indonesia tahun 2015 sebanyak 129.650 kasus dengan jumlah kematian sebanyak 1.071 orang (*incidence rate* 50,75 per 100.000 penduduk dan *case fatality rate* 0,83%). Angka ini meningkat jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya dengan jumlah kasus sebanyak 100.343 dan *incidence rate* 39,80 (4). Salah satu daerah di Indonesia yang mengalami pasang surut kasus DBD adalah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Jumlah kasus DBD terbanyak di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta terjadi di kota Yogyakarta, yaitu 235,44 per 100.000 penduduk (5).

Insiden DENV di Indonesia puncaknya terjadi selama musim hujan, yaitu mulai bulan Oktober sampai dengan April (6). Penelitian terdahulu menyimpulkan bahwa perubahan iklim global secara umum mampu mempengaruhi perkembangbiakan vektor penyakit yang menggunakan air sebagai media untuk berkembang biak, termasuk untuk demam berdarah dengue (7). Kasus demam berdarah dengue terkait erat dengan kondisi iklim dan lingkungan, baik secara spasial maupun temporal (8). Vektor utama demam berdarah dengue yaitu *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* sangat sensitif terhadap perubahan iklim. Suhu dan curah hujan kumulatif diketahui berasosiasi dengan peningkatan risiko demam berdarah dengue di beberapa wilayah di dunia 9–14. Selain suhu dan curah hujan, demam berdarah dengue juga berhubungan dengan kelembaban (9,14).

Kondisi topografi yang beragam di wilayah Indonesia menyebabkan variabilitas yang besar dalam kondisi iklim baik spasial maupun temporal, BMKG membagi beberapa wilayah menjadi beberapa zona musim. Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta secara klimatologis terbagi atas 8 zona musim (ZOM). Kota Yogyakarta terbagi menjadi 2 zona musim, yaitu ZOM 138 dan ZOM 140 (15). Zona musim merupakan dasar dalam menentukan ruang lingkup analisis kejadian penyakit dan masalah kesehatan yang berhubungan dengan isu lingkungan. Selain dipengaruhi oleh faktor

sosial budaya, kejadian penyakit juga berakar pada masalah ekosistem yang bersifat lintas batas. Sehingga program pemberantasan dan pengendalian penyakit harus berbasis wilayah administratif maupun wilayah ekosistem (16). Peneliti melakukan analisis prediksi kejadian DBD berdasarkan data surveilans dengue dan meteorologis yang meliputi curah hujan, hujan, suhu, dan kelembaban di kota Yogyakarta bagian utara (Zona Musim 138). Hal ini sesuai dengan rekomendasi penelitian Ramadona *et al.* (17) tentang kebutuhan mempersempit ruang lingkup analisis dengan harapan mampu menghasilkan model prediksi yang lebih baik dari penelitian sebelumnya.

Penelitian ini bertujuan memprediksi kejadian demam berdarah dengue menggunakan data meteorologis berupa curah hujan, hari hujan, suhu udara, dan kelembaban, serta data surveilans berupa kasus demam berdarah dengue per bulan di kota Yogyakarta bagian utara tahun 2010-2016.

METODE

Penelitian deskriptif ini mengolah data sekunder berupa time series kejadian DBD dari Dinas Kesehatan kota Yogyakarta dan variabel iklim dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Yogyakarta mulai tahun 2010-2016. Kejadian dengue merupakan variabel dependen dalam penelitian ini. Faktor yang secara teoritis berhubungan dengan kejadian dengue merupakan variabel independen: curah hujan, hari hujan, suhu udara, dan kelembaban.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa form rekapitulasi data sekunder yang disusun dalam sebuah program pengolah angka (*Microsoft Excel*). Data dianalisis menggunakan program STATA versi 13.0 secara univariat dan disajikan dalam distribusi frekuensi, analisis bivariat dilakukan menggunakan korelasi (*Pearson/Spearman*). Uji korelasi dilakukan dengan menganalisis hubungan antara kejadian DBD dengan variabel meteorologis pada bulan yang sama (lag 0) sampai dengan tiga bulan sebelumnya (lag 3).

HASIL

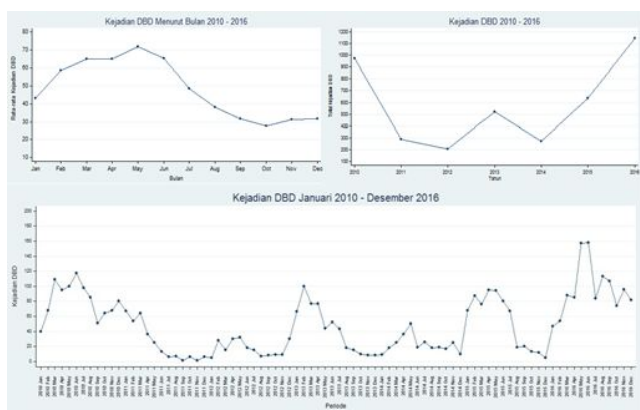
Karakteristik variabel penelitian

Karakteristik masing-masing variabel penelitian ditunjukkan dalam statistik deskriptif sebagaimana tersaji dalam Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik variabel penelitian

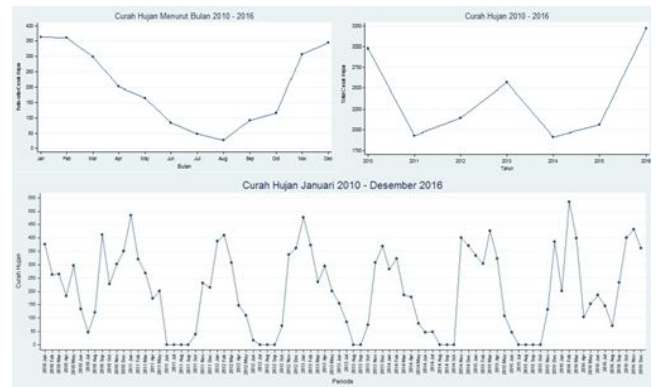
Variabel	Mean	SD	Varian	Min	Max
Kejadian DBD	48,07	38,17	1457,18	1	158
Curah hujan	200,26	152,68	23310,20	0	534
Hari hujan	10,85	7,10	50,35	0	22
Suhu udara	26,20	0,95	0,91	20,80	28,20
Kelembaban	83,40	5,42	29,42	58,00	90,00

Kejadian DBD di Zona Musim 138 kota Yogyakarta selama periode Januari 2010 sampai dengan Desember 2016 menunjukkan rata-rata sebanyak 48 kasus. Kasus DBD tertinggi terjadi pada bulan Juni 2016, yaitu sebanyak 158 kejadian. Sementara itu, kasus DBD terendah terjadi pada bulan September dan November 2011 yaitu sebanyak 1 kejadian. Variasi kejadian DBD di Zona Musim 138 kota Yogyakarta per bulan cukup besar, ditunjukkan dengan besarnya nilai standar deviasi yaitu 38,17 kasus. Pola kejadian DBD menurut bulan dan tahun secara visual ditunjukkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Grafik kejadian DBD di zona musim 138 kota Yogyakarta periode 2010-2016

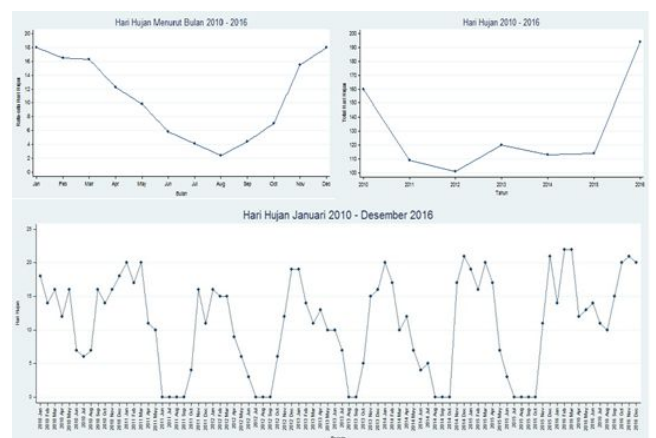
Curah hujan di Zona Musim 138 kota Yogyakarta selama periode Januari 2010 sampai dengan Desember 2016 menunjukkan rata-rata sebanyak 200,26 mm. Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Februari 2016, yaitu sebanyak 534 mm. Sementara itu, curah hujan terendah terjadi pada bulan Juni-September 2011, Juli-September 2012, Agustus-September 2013, Agustus-Oktober 2014, dan Juli-Oktober 2015 yaitu sebanyak 0 mm. Variasi curah hujan di Zona Musim 138 kota Yogyakarta per bulan cukup besar, ditunjukkan dengan besarnya nilai standar deviasi yaitu 152,68 mm. Pola curah hujan menurut bulan dan tahun secara visual ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik curah hujan di zona musim 138 kota Yogyakarta periode 2010-2016

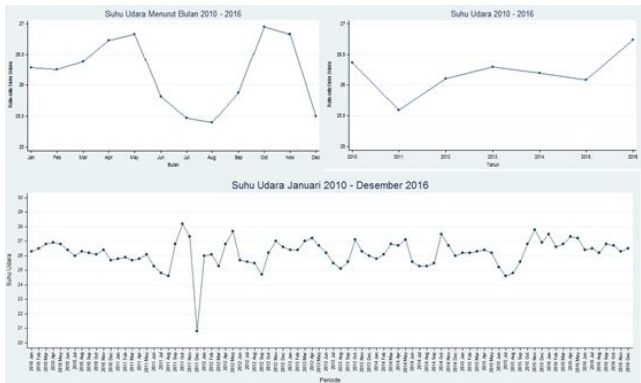
Jumlah hari hujan di Zona Musim 138 kota Yogyakarta selama periode Januari 2010 sampai dengan Desember 2016 menunjukkan rata-rata sebanyak 10,85 hari. Jumlah hari hujan terbanyak terjadi pada bulan Februari dan Maret 2016, yaitu sebanyak 22 hari. Sementara itu, jumlah hari hujan paling sedikit terjadi pada bulan Juni-September 2011, Juli-September 2012, Agustus-September 2013, Agustus-Oktober 2014, dan Juli-Oktober 2015 yaitu sebanyak 0 hari. Variasi hari hujan di Zona Musim 138 kota Yogyakarta per bulan cukup besar, ditunjukkan dengan besarnya nilai standar deviasi yaitu 7,10 hari.

Pola hari hujan menurut bulan dan tahun secara visual ditunjukkan pada Gambar 3. Suhu udara di Zona Musim 138 kota Yogyakarta selama periode Januari 2010 sampai dengan Desember 2016 menunjukkan rata-rata sebesar 26,20 °C. Suhu udara tertinggi terjadi pada bulan Oktober 201, sebesar 28,20 °C. Sementara itu, suhu udara terendah terjadi pada bulan Desember 2011 yaitu sebesar 20,80 °C. Suhu udara di Zona Musim 138 kota Yogyakarta per bulan tidak terlalu bervariasi, ditunjukkan dengan kecilnya nilai standar deviasi yaitu 0,95 °C.



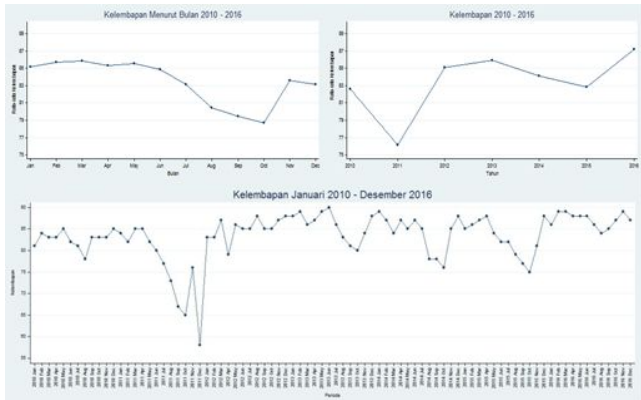
Gambar 3. Grafik hari hujan di zona musim 138 kota Yogyakarta periode 2010-2016

Pola suhu udara menurut bulan dan tahun secara visual ditunjukkan pada Gambar 4. Kelembaban di Zona Musim 138 kota Yogyakarta selama Januari 2010 hingga Desember 2016 menunjukkan rata-rata sebesar 83,40%. Kelembaban tertinggi terjadi pada bulan Juni 2013, yaitu sebesar 90,00%. Sementara itu, kelembaban terendah terjadi pada bulan Desember 2011 yaitu sebesar 58,00%. Kelembaban di Zona Musim 138 kota Yogyakarta per bulan tidak terlalu bervariasi, ditunjukkan dengan kecilnya nilai standar deviasi yaitu 5,42%.



Gambar 4. Grafik suhu udara di zona musim 138 kota Yogyakarta periode 2010-2016

Pola kelembaban menurut bulan dan tahun secara visual ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik kelembaban di zona musim 138 kota Yogyakarta periode 2010-2016

Variabilitas Iklim dan kejadian DBD

Berdasarkan hasil analisis korelasi sebagaimana ditunjukkan, diketahui bahwa semua variabel menunjukkan $p\text{-value} < 0,05$. Hal ini berarti bahwa variabel meteorologis yang meliputi curah hujan, hari hujan, suhu udara, dan kelembaban berkorelasi dengan kejadian DBD. Seluruh variabel meteorologis berkorelasi positif dengan kejadian DBD, artinya peningkatan curah hujan, hari hujan, suhu udara, dan kelembaban akan diikuti dengan peningkatan kejadian

DBD, atau sebaliknya. Berdasarkan analisis diketahui juga bahwa nilai koefisien korelasi semakin kuat apabila kejadian DBD dihubungkan dengan variabel meteorologis pada beberapa bulan sebelumnya (lag).

Nilai signifikansi dan koefisien korelasi pada variabel curah hujan semakin kuat apabila kejadian DBD dihubungkan dengan curah hujan 2 bulan sebelumnya (lag 2). Koefisien korelasi antara curah hujan lag 2 dengan kejadian DBD diketahui sebesar 0,5931, terkategori sebagai korelasi sedang. Selain itu, nilai signifikansi dan koefisien korelasi pada variabel hari hujan semakin kuat apabila kejadian DBD dihubungkan dengan hari hujan 2 bulan sebelumnya (lag 2). Koefisien korelasi antara hari hujan lag 2 dengan kejadian DBD diketahui sebesar 0,6473, terkategori sebagai korelasi sedang. Nilai signifikansi dan koefisien korelasi pada variabel suhu udara semakin kuat apabila kejadian DBD dihubungkan dengan suhu udara 3 bulan sebelumnya (lag 3). Koefisien korelasi antara suhu udara lag 3 dengan kejadian DBD diketahui sebesar 0,4721, terkategori sebagai korelasi lemah. Nilai signifikansi dan koefisien korelasi pada variabel kelembaban semakin kuat jika kejadian DBD dihubungkan dengan kelembaban 2 bulan sebelumnya (lag 2). Koefisien korelasi antara kelembaban lag 2 dengan kejadian DBD sebesar 0,4899, tergolong sebagai korelasi lemah.

Model prediksi kejadian DBD

Pemodelan dilakukan menggunakan analisis Regresi Poisson mengingat variabel dependen merupakan jenis data diskrit yang diasumsikan mengikuti distribusi Poisson 18–21 dan alternatifnya (apabila terjadi pelanggaran asumsi), yaitu Regresi Binomial Negatif dan Regresi Generalized Poisson (18,19). Pemilihan model regresi terbaik dilakukan dengan membandingkan nilai (*cross validation*) *Likelihood Ratio test*, *Akaike's Information Criterion* (AIC) dan *Bayesian Information Criterion* (BIC) antara Regresi Poisson, Regresi Binomial Negatif, dan Regresi *Generalized Poisson*. Berikut adalah matriks *cross validation* antara ketiga hasil analisis.

Tabel 2. *Cross validation* nilai *likelihood ratio test*, AIC, dan BIC

Metode regresi	<i>Likelihood ratio test</i>	AIC	BIC
Regresi poisson	-	972,8621	996,8066
Regresi binomial negatif	388,87	675,2651	689,6318
Regresi <i>generalized poisson</i>	368,49	677,2651	691,6318

Nilai *likelihood ratio test* Regresi Binomial Negatif secara signifikan menolak H_0 pada tingkat signifikansi

0,05. Dengan kata lain, nilai alpha tidak sama dengan nol yang berarti bahwa model Regresi Binomial Negatif lebih tepat digunakan dibandingkan dengan model Regresi Poisson. Demikian halnya dengan nilai *likelihood ratio test* Regresi *Generalized Poisson* terbukti secara signifikan menolak H_0 pada tingkat signifikansi 0,05. Nilai delta tidak sama dengan nol yang berarti bahwa model Regresi *Generalized Poisson* lebih tepat digunakan dibandingkan dengan model Regresi Poisson. Menggunakan nilai AIC dan BIC, Regresi Binomial Negatif terkonfirmasi sebagai metode terbaik dibandingkan dengan Regresi Poisson dan Regresi *Generalized Poisson* karena memiliki nilai AIC dan BIC paling kecil.

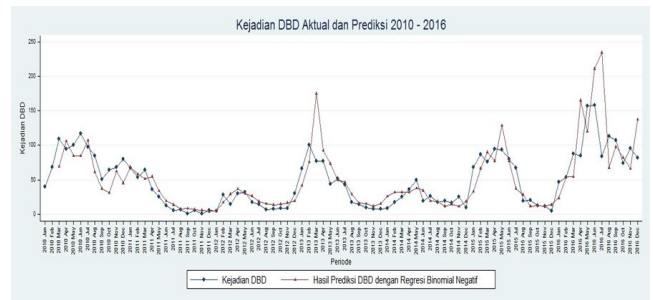
Nilai AIC dan BIC, Regresi Binomial Negatif terkonfirmasi sebagai metode terbaik dibandingkan dengan Regresi Poisson dan Regresi *Generalized Poisson* karena memiliki nilai AIC dan BIC paling kecil. Dapat disimpulkan bahwa prediktor kejadian DBD di Zona Musim 138 kota Yogyakarta adalah kejadian DBD 1 bulan sebelumnya, curah hujan 2 bulan sebelumnya, suhu udara, dan kelembaban 1 bulan sebelumnya dengan model:

$$dhf = e^{((-5,117002 + 0,0155834 (dhflag1) + 0,0015356 (precplag2) + 0,1328382(temp) + 0,0495136(rhlag1))}$$

Semua prediktor memiliki nilai parameter regresi yang positif, dengan kata lain memiliki pengaruh yang searah. Dengan kata lain, peningkatan kasus bulan ini disebabkan oleh peningkatan kasus bulan sebelumnya, peningkatan curah hujan 2 bulan sebelumnya, kenaikan suhu udara pada bulan yang sama, dan peningkatan kelembaban bulan sebelumnya masing-masing sebanyak 1 satuan.

Setiap terjadi peningkatan 1 kasus DBD bulan ini, maka akan diikuti pula peningkatan 1 kasus DBD bulan berikutnya. Setiap peningkatan 1 mm curah hujan bulan ini, maka akan diikuti oleh peningkatan 1 kejadian DBD 2 bulan berikutnya. Setiap peningkatan 1 °C suhu udara, maka kejadian DBD pada bulan yang sama juga akan meningkat 1 kasus. Demikian halnya dengan kelembaban, setiap terjadi peningkatan 1% kelembapan, maka akan diikuti dengan peningkatan 1 kasus DBD pada bulan berikutnya.

Secara visual, hasil prediksi kejadian DBD menggunakan Regresi Binomial Negatif dan kejadian DBD aktual dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kejadian DBD aktual dan prediksi tahun 2010-2016

BAHASAN

Kasus DBD per bulan memiliki lebih dari satu puncak dalam setahun. Puncak pertama di kedua Zona Musim terjadi di bulan Maret. Hal ini sesuai dengan studi tentang DBD di kota Yogyakarta sebelumnya yang menyebutkan bahwa terdapat lebih dari satu puncak jumlah kasus DBD per bulan yang terjadi sepanjang tahun (17,20). Kasus DBD menunjukkan peningkatan menjelang akhir tahun (mulai sekitar bulan Desember hingga sekitar bulan Maret tahun berikutnya).

Hasil studi ini menunjukkan bahwa variabilitas iklim yang meliputi curah hujan, hari hujan, suhu udara, dan kelembaban berkorelasi positif dengan kejadian DBD di kota Yogyakarta. Konsisten dengan studi sebelumnya yang menyebutkan bahwa suhu dan curah hujan kumulatif diketahui berasosiasi dengan peningkatan risiko demam berdarah dengue di beberapa wilayah di dunia. Selain suhu dan curah hujan, demam berdarah dengue juga berhubungan dengan kelembaban (9,14).

Variabel meteorologis merupakan penyebab tidak langsung dalam kejadian DBD. Curah hujan dan hari hujan yang tinggi dalam hubungannya dengan kejadian DBD dikaitkan dengan adanya genangan dalam suatu kontainer yang menjadi tempat berkembang biak nyamuk, sebagai contoh kaleng bekas, ban bekas, atau talang rumah. Telur nyamuk yang terdapat dalam kontainer akan menetas dan bermetamorfosis selama 10 hingga 12 hari sehingga berubah menjadi nyamuk dewasa. Gigitan nyamuk yang mengandung virus dengue akan menyebabkan manusia terinfeksi DBD yang mana akan menunjukkan gejala dalam waktu 4-7 hari kemudian. Waktu yang dibutuhkan hingga terjadi insiden demam berdarah jika hanya menimbang faktor curah hujan adalah sekitar 3 minggu dari awal mulai masuk musim hujan (9).

Curah hujan dan hari hujan, suhu udara dan kelembaban merupakan penyebab tidak langsung dalam kejadian DBD. Kenaikan suhu udara akan meningkatkan risiko kejadian demam berdarah

dengue melalui peningkatan laju pertumbuhan nyamuk dan penurunan masa inkubasi virus di wilayah tempat tinggal vektor sehingga meningkatkan laju penularan. Sebaliknya, kenaikan suhu udara yang ekstrim dapat menyebabkan kematian nyamuk, yang kemudian menurunkan faktor risiko demam berdarah dengue (14,20).

SIMPULAN

Model prediksi terbaik kejadian DBD di kota Yogyakarta bagian utara (Zona Musim 138) merupakan kombinasi data surveilans dan data meteorologis. Prediktor kejadian DBD di Zona Musim 138 adalah kejadian DBD bulan sebelumnya, curah hujan 2 bulan sebelumnya, suhu udara pada bulan yang sama, dan kelembaban bulan sebelumnya. Berdasarkan kondisi ini, direkomendasikan pengembangan sistem kewaspadaan ini kejadian DBD dengan basis data meteorologis dan surveilans dalam rangka pengendalian kejadian DBD di kota Yogyakarta.

Abstrak

Tujuan: Penelitian ini bertujuan memprediksi kejadian demam berdarah dengue menggunakan data meteorologis berupa curah hujan, hari hujan, suhu udara, dan kelembaban, serta data surveilans berupa kasus demam berdarah dengue per bulan di kota Yogyakarta bagian utara tahun 2010-2016.

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan rancangan penelitian prediksi menggunakan pendekatan temporal. Penelitian ini mengolah data sekunder berupa *time series* kejadian DBD dari Dinas Kesehatan kota Yogyakarta dan variabel iklim dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Yogyakarta mulai tahun 2010-2016. Data dianalisis secara univariat dan disajikan dalam distribusi frekuensi, analisis bivariat dilakukan menggunakan korelasi (*Pearson/Spearman*), dan analisis multivariat untuk mendapatkan model prediksi dilakukan menggunakan regresi Poisson, regresi binomial negatif, dan regresi *generalized poisson*. **Hasil:** Kejadian DBD di kota Yogyakarta bagian utara (Zona Musim 138) berasosiasi dengan faktor meteorologis pada bulan yang sama hingga 3 bulan sebelumnya. Prediktor kejadian DBD adalah kejadian DBD bulan sebelumnya, curah hujan 2 bulan sebelumnya, suhu udara pada bulan yang sama, dan kelembaban bulan sebelumnya. **Simpulan:** Model prediksi terbaik

kejadian DBD di kota Yogyakarta bagian utara (Zona Musim 138) merupakan kombinasi data surveilans dan data meteorologis. Perlu dikembangkan sistem kewaspadaan ini kejadian DBD dengan basis data meteorologis dan surveilans dalam rangka pengendalian kejadian DBD di kota Yogyakarta.

Kata kunci: dengue; prediksi; data meteorologi; zona musim

PUSTAKA

1. Adde A, Roucou P, Mangeas M, Ardillon V, Desenclos JC, Rousset D, Girod R, Briolant S, Quenel P, Flamand C. Predicting dengue fever outbreaks in French Guiana using climate indicators. *PLoS neglected tropical diseases*. 2016 Apr 29;10(4):e0004681.
2. World Health Organization. [Dengue and Severe Dengue](#). 2016.
3. Karyanti MR, Uiterwaal CS, Kusriastuti R, Hadinegoro SR, Rovers MM, Heesterbeek H, Hoes AW, Bruijning-Verhagen P. The changing incidence of dengue haemorrhagic fever in Indonesia: a 45-year registry-based analysis. *BMC infectious diseases*. 2014 Jul 26;14(1):412.
4. Kementerian Kesehatan. Profil Kesehatan Indonesia 2015. Jakarta: 2016..
5. Dinas Kesehatan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Profil Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta 2015. Yogyakarta: 2016.
6. E Setiati T, FP Wagenaar J, D de Kruif M, TA Mairuhu A, CM van Gorp E, Soemantri A. Changing epidemiology of dengue haemorrhagic fever in Indonesia.
7. Fullerton LM, Dickin SK, Schuster-Wallace CJ. Mapping Global Vulnerability to Dengue using the Water Associated Disease Index. United Nations University. 2014.
8. Racloz V, Ramsey R, Tong S, Hu W. Surveillance of dengue fever virus: a review of epidemiological models and early warning systems. *PLoS neglected tropical diseases*. 2012 May 22;6(5):e1648.
9. Ariati J, Anwar A. Model Prediksi Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) Berdasarkan Faktor Iklim di Kota Bogor, Jawa Barat. *Buletin Penelitian Kesehatan*. 2014;42(4 Des):249-56.
10. Bhatt S, Gething PW, Brady OJ, Messina JP, Farlow AW, Moyes CL, Drake JM, Brownstein JS, Hoen AG, Sankoh O, Myers MF. The global distribution and burden of dengue. *Nature*. 2013 Apr 25;496(7446):504-7.
11. Hii YL, Zhu H, Ng N, Ng LC, Rocklöv J. Forecast of dengue incidence using temperature and rainfall. *PLoS neglected tropical diseases*. 2012 Nov 29;6(11):e1908.
12. Sang S, Gu S, Bi P, Yang W, Yang Z, Xu L, Yang J, Liu X, Jiang T, Wu H, Chu C. Predicting unprecedented dengue outbreak using imported cases and climatic factors in Guangzhou, 2014. *PLoS neglected tropical diseases*. 2015 May 28;9(5):e0003808.
13. World Health Organization, Special Programme for Research, Training in Tropical Diseases, World

- Health Organization. Department of Control of Neglected Tropical Diseases, World Health Organization. Epidemic, Pandemic Alert. Dengue: guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control. World Health Organization; 2009.
14. Naish S, Dale P, Mackenzie JS, McBride J, Mengersen K, Tong S. Climate change and dengue: a critical and systematic review of quantitative modelling approaches. *BMC infectious diseases*. 2014 Mar 26;14(1):167.
15. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Prakiraan Musim Kemarau 2016 DI Yogyakarta. Yogyakarta: Stasiun Geofisika Kelas I Yogyakarta; 2016.
16. Achmadi UF. Manajemen penyakit berbasis wilayah. *Kesmas: National Public Health Journal*. 2009 Feb 1;3(4):147-53.
17. Ramadona AL, Lazuardi L, Hii YL, Holmner Å, Kusnanto H, Rocklöv J. Prediction of Dengue Outbreaks Based on Disease Surveillance and Meteorological Data. *PloS one*. 2016 Mar 31;11(3):e0152688.
18. Ismail N, Jemain AA. Handling overdispersion with negative binomial and generalized Poisson regression models. In *Casualty Actuarial Society Forum 2007* (pp. 103-158). Citeseer.
19. Yusuf OB, Ugalahi LO. On the Performance of the Poisson, Negative Binomial and Generalized Poisson Regression Models in the Prediction of Antenatal Care Visits in Nigeria. *American Journal of Mathematics and Statistics*. 2015;5(3):128-36.
20. Indriani C, Fuad A, Kusnanto H. Pola Spasial-Temporal Epidemi Demam Chikungunya dan Demam Berdarah Dengue di Kota Yogyakarta Tahun 2008. *Berita Kedokteran Masyarakat (BKM)*. 2011;27(1):41.