



Studi Ekologi Hubungan Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) dengan Faktor Iklim di Kota Administrasi Jakarta Pusat, Indonesia Tahun 1999-2018

Fajar Nugraha¹, Budi Haryanto², Ririn Arminsih Wulandari³, Tiffany Tiara Pakasi⁴

¹⁻³Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia
Gedung C Lantai 2 Kampus Baru UI Depok 16424, Indonesia

⁴Direktorat Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Tular Vektor dan Zoonosis, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia

Email : fajar.nugraha.ui@gmail.com¹, bharyanto@ui.ac.id², uwaraw@yahoo.com³

Abstrak

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan *vector-borne disease* dengan tingkat prevalensi tertinggi di dunia. Jumlah kasus DBD telah meningkat di sejumlah negara dalam 10 tahun terakhir. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan faktor iklim dengan kejadian DBD di Kota Administrasi Jakarta Pusat dalam periode 20 tahun, dari Januari 1999-Desember 2018. Penelitian ini menggunakan data sekunder dari Direktorat Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Tular Vektor dan Zoonosis (P2PTVZ) Kementerian Kesehatan Republik Indonesia dan Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Penelitian ini menggunakan desain studi ekologi dan dianalisis bivariat dengan uji korelasi Spearman. Hasil analisis bivariat menunjukkan bahwa variabel curah hujan ($P_v=0,0001$; $r=0,448$) dengan lag 2 bulan, suhu udara ($P_v=0,0001$; $r=-0,27$) dengan lag 1 bulan, dan kelembaban relatif ($P_v=0,0001$; $r=0,329$) dengan lag 2 bulan, secara signifikan berhubungan positif dengan kasus DBD. Kasus DBD secara signifikan dipengaruhi curah hujan, suhu udara, dan kelembaban relatif dengan lag bulan tertentu, oleh karena itu upaya pencegahan dan mitigasi epidemi DBD di Kota Administrasi Jakarta Pusat dapat dilakukan sejak bulan Januari dalam rangka mengantisipasi puncak kasus DBD di periode bulan Maret-April.

Kata Kunci: Demam berdarah dengue, iklim, jakarta pusat, studi ekologi.

Abstract

Dengue is a *vector-borne disease* with the highest prevalence in the world. Dengue case has increased significantly in several countries in the past decade. The objective of this study was to determine the relationship between climatic factors and the dengue case in the Administrative City of Central Jakarta in a 20-year period, from January 1999 to December 2018. Secondary data was obtained from the Directorate for Prevention of Vector borne Disease and Zoonosis Control Ministry of Health Republic of Indonesia and also from the Meteorology, Climatology, and Geophysics Agency. Ecological study was implemented for the research, and bivariate analysis was conducted using Spearman correlation test. The result of the bivariate analysis indicated that rainfall ($P_v=0,0001$; $r=0,448$) with a 2-months lag, temperature ($P_v=0,0001$; $r=-0,27$) with a 1-month lag, and relative humidity ($P_v=0,0001$; $r=0,329$) with a 2-months lag, have a significant-positive relationship with the dengue case. Dengue case was significantly affected by the rainfall, temperature and relative humidity in a certain month's lag, hence efforts to prevent and mitigate the dengue epidemic in the Administrative City of Central Jakarta can be carried out since January in order to anticipate the peak of dengue cases in the period of March-April.

Keywords: Dengue hemorrhagic fever, climate, central jakarta, ecologic study.

Pendahuluan

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan *vector-borne disease* dengan tingkat prevalensi tertinggi di dunia, dengan 2,5 milyar penduduk di lebih dari 100 negara di dunia yang berisiko terjangkit DBD.¹⁻³ Berbagai penelitian telah menyebutkan bahwa telah terjadi peningkatan kasus DBD di sejumlah negara dalam 10 tahun terakhir.⁴⁻⁷ Dinamika penularan DBD di seluruh dunia sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim.⁸ Iklim mempengaruhi perkembangbiakan nyamuk dalam pola kawin dan bertelur nyamuk *A. aegypti*, pola makan nyamuk betina, dan kemampuan nyamuk untuk menularkan virus dengue.⁹⁻¹¹ Iklim juga mempengaruhi peningkatan jumlah tempat perindukan nyamuk sehingga populasi nyamuk *A. aegypti* meningkat.⁹ Peningkatan kasus DBD di sejumlah negara di dunia merupakan dampak dari perubahan iklim yang terjadi selama beberapa dekade terakhir, yaitu adanya kenaikan suhu rata-rata permukaan dunia sebesar 0,6°C sejak tahun 1850 dan kenaikan curah hujan dunia di daerah daratan sebesar 2% sejak awal abad ke-20.^{10,12,13} Penelitian ini menggunakan data longitudinal (*time series*) baik untuk DBD maupun faktor iklim mulai dari bulan Januari 1999 sampai dengan Desember 2018. Berbagai penelitian terkait dengan DBD dan faktor iklim yang pernah dilakukan sebelumnya tidak ada yang menggunakan data bulanan sampai 20 tahun baik di lingkup nasional maupun internasional. Hal lain adalah bahwa penelitian mengenai waktu *lag* antara faktor iklim dengan kejadian DBD belum banyak dilakukan di Indonesia.

Indonesia menempati urutan kedua tertinggi di antara 30 negara endemis DBD dalam hal jumlah kasus DBD di dunia, sedangkan Provinsi DKI Jakarta menempati peringkat kedua tertinggi dalam hal jumlah kasus DBD atau 17% dari jumlah total kasus DBD di Indonesia selama periode 1999-2018.^{14,15} Pada tahun 2017, Kota Administrasi Jakarta Pusat yang secara geografis terletak di bagian tengah Provinsi DKI Jakarta dan berada di ketinggian ±4

mdpl yang merupakan satu-satunya wilayah kota administrasi Provinsi DKI Jakarta yang utuh terlindungi oleh satu stasiun pemantau cuaca atau berada dalam radius 15 km dari titik lokasi stasiun pemantau cuaca, yaitu Stasiun Kemayoran.¹⁶⁻¹⁸ Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji hubungan faktor iklim dengan kejadian DBD dalam kurun waktu 20 tahun dengan harapan supaya dapat diketahui kapan waktu yang tepat untuk mulai dilakukan upaya-upaya pencegahan dan mitigasi epidemi DBD di Kota Administrasi Jakarta Pusat.

Metode

Penelitian ini menggunakan desain studi ekologi dengan populasi studi adalah seluruh kabupaten/kota yang terdapat di Provinsi DKI Jakarta. Kota Administrasi Jakarta Pusat dipilih sebagai sampel dengan kriteria inklusi, yaitu seluruh wilayahnya terlindungi secara utuh di satu stasiun pemantau cuaca atau berada dalam radius jarak 15 km dari lokasi Stasiun Kemayoran. Data sekunder kasus DBD yang digunakan di dalam penelitian diperoleh dari Direktorat Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Tular Vektor dan Zoonosis (P2PTVZ) Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Data sekunder iklim diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) melalui laman http://dataonline.bmkg.go.id/data_iklim.¹⁷ Data iklim yang diolah terdiri atas data kumulatif curah hujan, rata-rata suhu udara, dan rata-rata kelembaban relatif. Data iklim dan kasus DBD disusun secara bulanan dari bulan Januari 1999 sampai dengan Desember 2018. Variabel dependen adalah kasus DBD, sedangkan variabel independen adalah curah hujan, suhu udara, dan kelembaban relatif.

Analisis data terdiri atas analisis univariat dan bivariat. Analisis bivariat menggunakan metode korelasi Spearman.¹⁹⁻²¹ Korelasi Spearman adalah jenis uji statistik non parametrik yang digunakan apabila hasil uji normalitas menghasilkan nilai $r < 0.05$, yang berarti data berdistribusi tidak normal. Korelasi

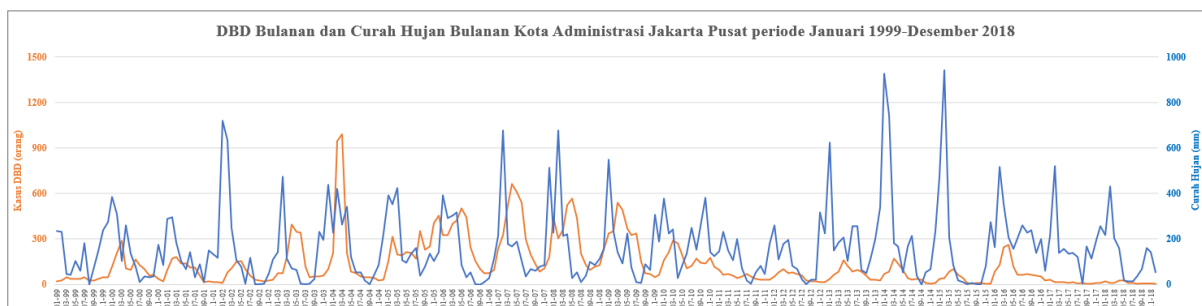
Spearman digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan, kekuatan hubungan, dan arah hubungan dua variabel numerik yang tidak berdistribusi normal. Peneliti menggunakan α 5% (dikatakan signifikan jika nilai $Pv \leq 0,05$) di dalam menguji ada tidaknya hubungan. Penelitian ini telah lulus kaji etik dari Komisi Etik dan Pengabdian Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia dengan nomor: Ket-476/UN2.F10.D11/PPM.00.02/2020.

Hasil

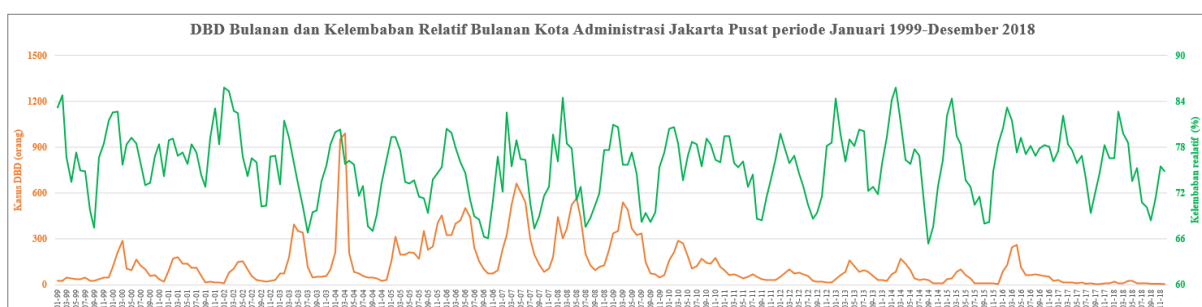
Hasil pengolahan data secara univariat menunjukkan nilai maksimum untuk variabel DBD sebesar 987 kasus, nilai maksimum untuk variabel curah hujan

sebesar 939,5mm, nilai maksimum untuk variabel suhu udara sebesar 29,9°C, dan nilai maksimum untuk variabel kelembaban relatif sebesar 85,8%. Curah hujan tertinggi Kota Administrasi Jakarta Pusat lebih sering terjadi di periode bulan Januari-Februari, yang diikuti kasus DBD tertinggi di periode bulan Maret-April (**Gambar 1**).

Kota Administrasi Jakarta Pusat mengalami suhu udara tertinggi di periode bulan September-Oktober. Suhu udara rata-rata Kota Administrasi Jakarta Pusat sudah berada di atas 28°C (**Tabel 1**). Kelembaban relatif bulanan tertinggi Kota Administrasi Jakarta Pusat sebagian besar terjadi di periode bulan Januari-Februari (**Gambar 2**).



Gambar 1. DBD dan Curah Hujan Bulanan Kota Administrasi Jakarta Pusat Januari 1999-Desember 2018



Gambar 2. DBD dan Kelembaban Relatif Kota Administrasi Jakarta Pusat Januari 1999-Desember 2018

Hasil uji normalitas menggunakan Kolmogorov-Smirnov terhadap semua variabel menunjukkan nilai $Pv < 0,05$ yang berarti bahwa semua variabel berdistribusi tidak normal, sehingga pada analisis bivariat menggunakan uji korelasi Spearman (**Tabel 1**). Hasil analisis bivariat curah hujan

dengan kejadian DBD menunjukkan hubungan linier positif dan berkekuatan sedang ($Pv = 0,0001$; $r = 0,448$) pada lag 2 bulan yang berarti apabila terjadi kenaikan curah hujan bulanan maka akan diikuti pula dengan kenaikan jumlah kasus DBD bulanan pada 2 bulan setelahnya. Hasil

analisis bivariat suhu udara dengan kejadian DBD menunjukkan hubungan linier yang negatif dan berkekuatan sedang ($P_v=0,0001$; $r=-0,27$) pada *lag* 1 bulan, yang berarti apabila terjadi kenaikan suhu udara bulanan maka akan diikuti dengan penurunan jumlah kasus DBD bulanan pada 1 bulan setelahnya. Hasil analisis bivariat kelembaban relatif

dengan kejadian DBD menunjukkan hubungan linier yang positif dan berkekuatan sedang ($P_v=0,0001$; $r=0,329$) pada *lag* 2 bulan, yang berarti apabila terjadi kenaikan kelembaban relatif bulanan maka akan diikuti pula dengan kenaikan kasus DBD bulanan pada 2 bulan setelahnya (**Tabel 2**).

Tabel 1. Hasil Univariat Faktor Iklim dan Kejadian DBD Kota Administrasi Jakarta Pusat

Variabel	N	Min-Max	Mean	Median	SD	95% CI Mean	Kolmogorov-Smirnov Pv
DBD	240	3-987	132,35	74,00	155,54	112,57-152,13	0,0001
Curah hujan	240	0-939,5	164,55	133,60	160,39	144,15-184,94	0,0001
Suhu udara	240	26,3-29,9	28,36	28,50	0,68	28,27-28,44	0,0001
Kelembaban relatif	240	65,4-85,8	75,61	76,10	4,36	75,06-76,17	0,0019

Tabel 2. Hasil Bivariat Faktor Iklim dengan Kejadian DBD Kota Administrasi Jakarta Pusat

Variabel	Lag 1 bulan (N=239)		Lag 2 bulan (N=238)		Lag 3 bulan (N=237)		Lag 4 bulan (N=236)	
	r	Pv	r	Pv	r	Pv	r	Pv
Curah hujan	0,362	0,0001	0,448	0,0001	0,357	0,0001	0,226	0,0001
Suhu udara	-0,27	0,0001	-0,26	0,0001	-0,17	0,090	-0,04	0,565
Kelembaban relatif	0,293	0,0001	0,329	0,0001	0,209	0,0001	0,019	0,767

Pembahasan

Curah hujan merupakan faktor iklim utama yang mempengaruhi sebaran geografis dan pola temporal kejadian DBD, karena populasi larva nyamuk meningkat secara signifikan pada musim hujan, yang berdampak pada peningkatan kejadian DBD di musim hujan.^{8,22} Interaksi antara curah hujan dengan suhu udara sangat penting di dalam mempengaruhi perkembangan dan kelangsungan hidup nyamuk, sedangkan curah hujan yang tinggi akan meningkatkan kelembaban relatif sehingga memperpanjang umur nyamuk dewasa.^{1,12} Curah hujan berhubungan positif dengan kasus DBD 2 bulan setelahnya (*lag* 2 bulan). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang sebelumnya yang menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara curah hujan dengan kasus DBD dengan *delay* atau *lag* 2 bulan.^{20,23-25}

Suhu udara berpengaruh terhadap kenaikan kejadian DBD, karena kenaikan suhu udara akan mempengaruhi peningkatan

jumlah virus pada nyamuk, yaitu dengan mempersingkat *extrinsic incubation period* (EIP) virus serta mempersingkat durasi siklus gonotropik nyamuk, sehingga meningkatkan kecenderungan penularan DBD.^{9,22} Risiko penularan DBD meningkat pada suhu di atas 20°C yaitu pada kisaran suhu 22-27°C, kemudian setelah itu risikonya akan menurun dikarenakan nyamuk *Aedes aegypti* dewasa perlahan akan mati pada suhu di atas 36°C.^{10,26} Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa suhu udara secara signifikan berhubungan negatif dengan kasus DBD pada 1 bulan setelahnya (*lag* 1 bulan) pada periode November-Desember. Studi yang dilakukan oleh Chien dan Yu di Taiwan bagian selatan menemukan bahwa suhu optimum bagi penularan DBD berkisar 28°C, sedangkan menurut Iguchi, suhu optimum bagi perkembangan nyamuk berkisar 25°C sampai 27°C, sehingga suhu udara di atas 27°C atau di atas suhu optimum perkembangan nyamuk memunculkan efek

protektif terhadap penularan DBD.^{2,27} Nyamuk dapat bertahan hidup lebih lama di suhu udara yang tidak berfluktuatif secara tajam.²⁸ Suhu yang terlalu tinggi dapat berdampak negatif bagi rentang hidup nyamuk dewasa, dimana terjadi pengurangan kemampuan dan berkurangnya aktivitas vektor.²⁷

Penambahan jumlah virus pada nyamuk dipengaruhi oleh kelembaban relatif dan suhu, yaitu tertinggi pada musim hujan.²² Kenaikan populasi vektor DBD (nyamuk *Aedes*), panjang rentang usianya, dan perluasan penyebarannya merupakan dampak dari adanya perubahan pada kelembaban.²⁹ Kelembaban relatif turut dipengaruhi oleh suhu dan curah hujan, sehingga apabila suhu udara dan curah hujan tinggi maka kelembaban pun akan tinggi, maka pada saat tersebut merupakan kondisi yang kondusif bagi perkembangbiakan dan *survival* populasi vektor (nyamuk) dan replikasi virus *dengue*.³⁰ Kelembaban relatif tinggi dapat memperpanjang umur nyamuk dewasa, dan lebih lanjut secara spesifik mempengaruhi metabolisme, pertumbuhan, perkembangan dan jumlah populasi nyamuk.¹² Studi ini menemukan bahwa kelembaban relatif berpengaruh positif terhadap kasus DBD pada 2 bulan setelahnya (*lag* 2 bulan) di Kota Administrasi Jakarta Pusat. Hasil penelitian ini selaras dengan hasil studi yang diperoleh Karim, di Kota Dhaka, Bangladesh yaitu hubungan antara kasus DBD dengan kelembaban relatif bernilai positif yang signifikan pada periode *lag* 2 bulan, namun bertolakbelakang dengan hasil penelitian yang diperoleh Tosepu di Kota Kendari yang menunjukkan bahwa kelembaban relatif berpengaruh secara negatif terhadap kasus DBD.^{24,31}

Kesimpulan

Kasus DBD di Kota Administrasi Jakarta Pusat secara signifikan dipengaruhi curah hujan, dan kelembaban relatif pada *lag* 2 bulan, serta dipengaruhi pula oleh suhu udara pada *lag* 1 bulan. Oleh karena itu, upaya-upaya pencegahan dan mitigasi

epidemi DBD di Kota Administrasi di masa mendatang dapat dilakukan sejak bulan Januari dalam rangka mengantisipasi puncak kasus DBD di periode bulan Maret-April. Penelitian dengan metode ini perlu dilakukan di berbagai kota dan kabupaten lain di Indonesia untuk mempelajari dinamika faktor klimatologis dan pengaruhnya terhadap kejadian DBD, dikarenakan setiap wilayah memiliki karakteristik iklim yang bervariasi. Penelitian ini telah menggunakan data dari tahun 1999-2018, dan perlu dilanjutkan untuk tahun-tahun berikutnya sehingga dapat dipelajari trend iklim terhadap dinamika DBD di Kota Administrasi Jakarta Pusat.

Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) Kementerian Keuangan Republik Indonesia yang telah mendanai studi penulis, serta kepada Direktorat Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Tular Vektor dan Zoonosis (P2PTVZ) Kementerian Kesehatan Republik Indonesia yang telah menyediakan data kasus DBD Kota Administrasi Jakarta Pusat dari tahun 1999-2018. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. R. Budi Haryanto, SKM, M.Kes., M.Sc. dan Dr. drg. Ririn Arminsih Wulandari, M.Kes atas arahan dan masukan yang sangat berharga untuk penelitian ini.

Daftar Pustaka

1. Atique, S., et al., Meteorological influences on dengue transmission in Pakistan. *Asian Pac J Trop Med*, 2016. **9**(10): p. 954-961. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apjtm.2016.07.033>
2. Chien, L.C. and H.L. Yu, Impact of meteorological factors on the spatiotemporal patterns of dengue fever incidence. *Environ Int*, 2014. **73**: p. 46-56. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2014.06.018>
3. Bhatt, S., et al., The global distribution and burden of dengue. *Nature*, 2013. **496**(7446): p. 504-7. doi:10.1038/nature12060
4. Chanyasanha, C., G.R. Guruge, and D. Sujirarat, Factors influencing preventive behaviors for dengue infection among housewives in Colombo, Sri Lanka. *Asia Pac J Public Health*, 2015. **27**(1):

- p. 96-104. DOI: 10.1177/1010539514545646
5. Liu, K., et al., The driver of dengue fever incidence in two high-risk areas of China: A comparative study. *Sci Rep*, 2019. **9**(1): p. 19510. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56112-8>
 6. Lover, A.A., Buchy, P., Rachline, A., Moniboth, D., Huy, R., Meng, C. Y., Leo, Y. S., Yuvatha, K., Sophal, U., Chanta, N., Bunthun, Y., Duong, V., Goyet, S., Brett, J. L., Tarantola, A., Cavailler, P., Spatial epidemiology and climatic predictors of paediatric dengue infections captured via sentinel site surveillance, Phnom Penh Cambodia 2011-2012. *BMC Public Health*, 2014. **14**. doi:10.1186/1471-2458-14-658
 7. O'Reilly, K.M., et al., Estimating the burden of dengue and the impact of release of wMel Wolbachia-infected mosquitoes in Indonesia: a modelling study. *BMC Med*, 2019. **17**(1): p. 172. <https://doi.org/10.1186/s12916-019-1396-4>
 8. Arcari, P., N. Tapper, and S. Pfueller, Regional variability in relationships between climate and dengue/DHF in Indonesia. *Singapore Journal of Tropical Geography*, 2007. **28**(3): p. 251-272. doi:10.1111/sjtg.12179
 9. Alkhalidy, I., Modelling the association of dengue fever cases with temperature and relative humidity in Jeddah, Saudi Arabia-A generalised linear model with break-point analysis. *Acta Trop*, 2017. **168**: p. 9-15. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.actatropica.2016.12.034>
 10. Colon-Gonzalez, F.J., et al., The effects of weather and climate change on dengue. *PLoS Negl Trop Dis*, 2013. **7**(11): p. e2503. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pntd.0002503>
 11. Misslin, R., et al., Urban climate versus global climate change-what makes the difference for dengue? *Ann N Y Acad Sci*, 2016. **1382**(1): p. 56-72. doi: 10.1111/nyas.13084
 12. Raksanagara, A.S., N. Arisanti, and F. Rinawan, Perubahan Iklim Terhadap Kejadian Demam berdarah di Jawa Barat. *JSK*, 2015. **1**.
 13. Zhang, Y., P. Bi, and H. J.E., Climate Change and the Transmission of Vector-Borne Diseases: A Review. *Asia-Pacific Journal of Public Health*, 2008. **20**: p. 64-76. doi: 10.1177/1010539507308385
 14. Haryanto, B., Indonesia Dengue Fever: Status, Vulnerability, and Challenges, in *Current Topics in Tropical Emerging Diseases and Travel Medicine*. 2018, IntechOpen. p. 81-92. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.82290>
 15. Pusdatin., Infodatin: Situasi Penyakit Demam Berdarah di Indonesia Tahun 2017, Pusdatin, Editor. 2018, Kementerian Kesehatan: Jakarta.
 16. BPS. Jakarta Pusat Dalam Angka Tahun 2018. 2018 [cited 2020 11 Juli]; Available from: <https://jakpuskota.bps.go.id/publication/2018/08/16/28f1e34272080525bd981cdc/kota-jakarta-pusat-dalam-angka-2018.html>.
 17. BMKG. Data Iklim. 2020 [cited 2020 7 Juli]; Available from: http://dataonline.bmkg.go.id/data_iklim.
 18. Plummer, N., T. Allsopp, and J.A. Lopez, Guidelines on Climate Observation Networks and Systems, in *The WCDMP Guidelines Series*, P. Llansó, Editor. 2003, World Meteorological Organization.
 19. Jayaraj, V.J., et al., Developing a dengue prediction model based on climate in Tawau, Malaysia. *Acta Trop*, 2019. **197**: p. 105055. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2019.105055>
 20. Chen, S.C., et al., Lagged temperature effect with mosquito transmission potential explains dengue variability in southern Taiwan: insights from a statistical analysis. *Sci Total Environ*, 2010. **408**(19): p. 4069-75. doi:10.1016/j.scitotenv.2010.05.021
 21. Tuladhar, R., et al., Climatic factors influencing dengue incidence in an epidemic area of Nepal. *BMC Res Notes*, 2019. **12**(1): p. 131. <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4185-4>
 22. Malavige, G.N., et al., Dengue viral infections. *Postgrad Med J*, 2004. **80**(948): p. 588-601. doi: 10.1136/pgmj.2004.019638
 23. Do, T.T.T., et al., Climatic-driven seasonality of emerging dengue fever in Hanoi, Vietnam. *BMC Public Health*, 2014. **14**: p. 1078. doi:10.1186/1471-2458-14-1078
 24. Karim, M.N., et al., Climatic factors influencing dengue cases in Dhaka city: a model for dengue prediction. *Indian J Med Res*, 2012.
 25. Astuti, E.P., et al., Paediatric dengue infection in Cirebon, Indonesia: a temporal and spatial analysis of notified dengue incidence to inform surveillance. *Parasit Vectors*, 2019. **12**(1): p. 186. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3446-3>
 26. Salamah, On the Influence of Climate and Socio-Economic Condition to the Dengue Incidences: A Semiparametric Panel Regression Approach. *American Journal of Environmental Sciences*, 2012. **8**(6): p. 661-667. doi:10.3844/ajessp.2012.661.667
 27. Iguchi, J.A., X.T. Seposo, and Y. Honda, Meteorological factors affecting dengue incidence in Davao, Philippines. *BMC Public Health*, 2018. **18**(1): p. 629. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5532-4>
 28. Liao, C.-M., et al., Regional response of dengue fever epidemics to interannual variation and related climate variability. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 2014. **29**(3): p. 947-958. doi: 10.1007/s00477-014-0948-6
 29. Haryanto, B., Health Adaptation Scenario and Dengue Fever Vulnerability Assessment in Indonesia, in *Climate Change and Human Health Scenario in South and Southeast Asia*. 2016. p.

- 221-236. DOI 10.1007/978-3-319-23684-1_13
30. Hales, S., et al., Potential effect of population and climate changes on global distribution of dengue fever: an empirical model. *The Lancet*, 2002. **360**: p. 830-834.
31. Tosepu, R., et al., Climate variability and dengue hemorrhagic fever in Southeast Sulawesi Province, Indonesia. *Environ Sci Pollut Res Int*, 2018. **25**(15): p. 14944-14952. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1528-y>