



Analisis Temporal dan Spasial Faktor Cuaca dengan Kasus Leptospirosis di Kota Semarang Tahun 2012-2021

Karina Mutia Safera¹, Hari Kusnanto², Aditya L. Ramadona², Wiwik Dwi Lestari³

¹ Program Studi Magister Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada

² Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada, Jln Farmoko, Senolowo, Sekip Utara, DIY

³ Dinas Kesehatan Kota Semarang

*Corresponding author : karinamutia08@gmail.com

Info Artikel : Diterima 16 Mei 2022 ; Disetujui 12 Desember 2022 ; Publikasi 1 Februari 2023

ABSTRAK

Latar belakang: Perubahan cuaca yang terjadi saat ini disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi Gas Rumah Kaca dan dapat merubah elemen suhu, kelembaban, dan curah hujan. Meningkatnya iklim ekstrim basah menyebabkan beberapa daerah menjadi rawan banjir dan menjadi penyebab penyakit bawaan air seperti Leptospirosis. Tujuan penelitian ini yakni melihat hubungan temporal dan spasial faktor cuaca (suhu, kelembaban, curah hujan), kejadian banjir dengan kasus leptospirosis di Kota Semarang serta melihat prediksinya.

Metode: Data cuaca, kejadian banjir dan kasus leptospirosis selama 10 tahun (2012-2021) di dapatkan dari Stasiun Klimatologi Kelas 1 Semarang, Badan Pengendali Bencana Daerah Kota Semarang, dan Dinas Kesehatan Kota Semarang. Data temporal maupun spasial diolah menggunakan program R. Analisis menggunakan *time lag* 1 bulan – 3 bulan.

Hasil: Analisis statistik menunjukkan bahwa suhu lag 1 bulan, kelembaban lag 1 bulan, curah hujan lag 2 bulan, kejadian banjir lag 1 bulan berhubungan dengan kasus leptospirosis di Kota Semarang. Pola temporal menunjukkan pola yang simetris yakni apabila kasus naik maka kelembaban lag 1, curah hujan lag 2, kejadian banjir lag 1 mengalami kenaikan sedangkan untuk suhu mengalami pola terbalik. Sedangkan pola spasial menunjukkan ada hubungan yang konsisten pada tingkat kecamatan di Kota Semarang selama 10 tahun. Faktor cuaca dan kejadian banjir juga bisa menjadi prediktor kasus leptospirosis 1 bulan kedepan dengan tingkat RMSE 5.36%.

Simpulan: Faktor Cuaca dan Kejadian Banjir memiliki hubungan dengan adanya Kasus Leptospirosis di Kota Semarang dan dapat menjadi prediktor selama 1 bulan kedepan.

Kata kunci: cuaca, banjir, leptospirosis, spasial, temporal

ABSTRACT

Title: *Temporal and Spatial Analysis of Weather Factors with Cases of Leptospirosis in Semarang City 2012-2021*

Background: *Current weather changes are caused by increased concentrations of greenhouse gases and can change the elements of temperature, humidity, and rainfall, The increasing extreme wet climate causes some areas to become prone to flooding and becomes the cause of water borne diseases such as Leptospirosis. The purpose of this study is to analyze the temporal and spatial relationship of weather factors (temperature, humidity, rainfall), flooding with cases of leptospirosis in Semarang City and see the predictions.*

Method: *Weather data, flooding and leptospirosis cases for 10 years (2012-2021) obtained from Semarang Class 1 Climatology Station, Semarang City Regional Disaster Control Agency and Semarang City Health Office. Temporal and spatial data are processed using the R program. Analysis uses a time lag of 1 month – 3 months.*

Result: *Statistical analysis shows that temperature lag 1 month, humidity lag 1, rainfall lag 2 month, flood lag 1 month associated with cases of leptospirosis in Semarang City. Temporal patterns show a symmetrical pattern*

that is if the case rises then humidity lag 1, precipitation lag 2, the incidence of flooding lag 1 increase while for temperature experiences an inverse pattern. Meanwhile, spatial patterns shows that there is a consistent relationship at the sub-district level in Semarang City for 10 years. Weather factors and the incident of flooding can also be predictors of leptospirosis cases in the next 1 month with a RMSE rate of 4.92%.

Conclusion: Weather Factors and Flood Events have a relationship with the existence of Leptospirosis Cases in Semarang City and can be a predictor for the next 1 month.

Keywords: weather, flood, leptospirosis, spatial, temporal

PENDAHULUAN

Perubahan iklim yang termanifestasi dalam perubahan cuaca ekstrim menjadi permasalahan lingkungan yang dapat meningkatkan suhu bumi 2⁰C hingga 2,4⁰C pada tahun 2050.¹ Indonesia sebagai negara yang berada di garis khatulistiwa mengalami adanya perubahan iklim dengan prediksi peningkatan sekitar 1,4⁰C dan 3,5⁰C pada tahun 2050 dengan menggunakan prediksi RCP 4.5 dan RCP 8.5.²

Dampak adanya perubahan iklim pada wilayah ekstrim basah berupa kenaikan permukaan air laut, air laut menjadi asin dan banjir dapat meningkatkan angka kesakitan maupun kematian akibat leptospirosis atau penyakit lainnya, perubahan pola wabah penyakit, penurunan ketersediaan air bersih hingga kelaparan.³

Bencana hidrometeorologis berupa banjir dan rob sering menjadi permasalahan Kota Semarang dengan data dari Badan Pengendali Bencana Daerah Kota Semarang menunjukkan adanya perluasan wilayah yang terendam banjir dengan ketinggian rata-rata 10 – 50 cm dan dapat bertahan hingga 3 hari. Penyebab utama bencana tersebut yakni meluapnya sungai maupun adanya gelombang pasang di daerah pesisir pantai. Banjir yang terjadi dapat menimbulkan permasalahan karena biasanya membawa kotoran seperti sampah, air got maupun septictank yang menimbulkan bibit kuman penyakit, serta meningkatkan penyebaran penyakit *water-borne disease* seperti diare, demam tifoid, kolera dan leptospirosis.^{4,5}

Kota Semarang sebagai salah satu kota besar di Indonesia dengan 16 kecamatan memiliki karakter wilayah berupa perbukitan, dataran rendah dan pantai telah mengalami dampak adanya perubahan iklim. Hal tersebut terlihat dapat meningkatnya debit banjir berkisar 25,5% - 31,5%.⁶

Kasus Leptospirosis di Kota Semarang mengalami penurunan namun terjadi kenaikan kematian. Persebaran kasus hampir terjadi di seluruh kecamatan di Kota Semarang dengan persebaran sebesar 64,86% dari total puskesmas.⁷ Leptospirosis juga dapat menyerang berbagai rentang usia mulai dari kelompok usia 0-10 tahun dengan kasus 5% hingga usia diatas 50 tahun dengan kasus 42%.⁷

Beberapa penelitian terdahulu menjelaskan hubungan antara variabel lingkungan dan leptospirosis dengan analisis korelasi maupun lag cross correlation dengan periode tahunan, El Nino dan La Nina.⁸ Variabel yang diteliti dalam penelitian terdahulu berupa level ketinggian sungai per bulan⁹, curah hujan

per bulan, kelembaban rata-rata¹⁰, indeks vegetasi air dan suhu tanah¹¹.

Pada penelitian ini yang membedakan dengan penelitian sebelumnya yakni menggunakan time-series analisis dan analisis spasiotemporal, dengan mempertimbangkan faktor cuaca. Selain itu, dalam penelitian ini juga mengkaji peran variabel daerah rawan banjir terhadap persebaran penyakit. Penelitian ini bertujuan untuk melihat apakah perubahan cuaca berupa kenaikan suhu, perubahan curah hujan, dan kelembaban, serta kondisi kerawanan suatu daerah terhadap kejadian banjir berhubungan terhadap kasus leptospirosis di Kota Semarang.

MATERI DAN METODE

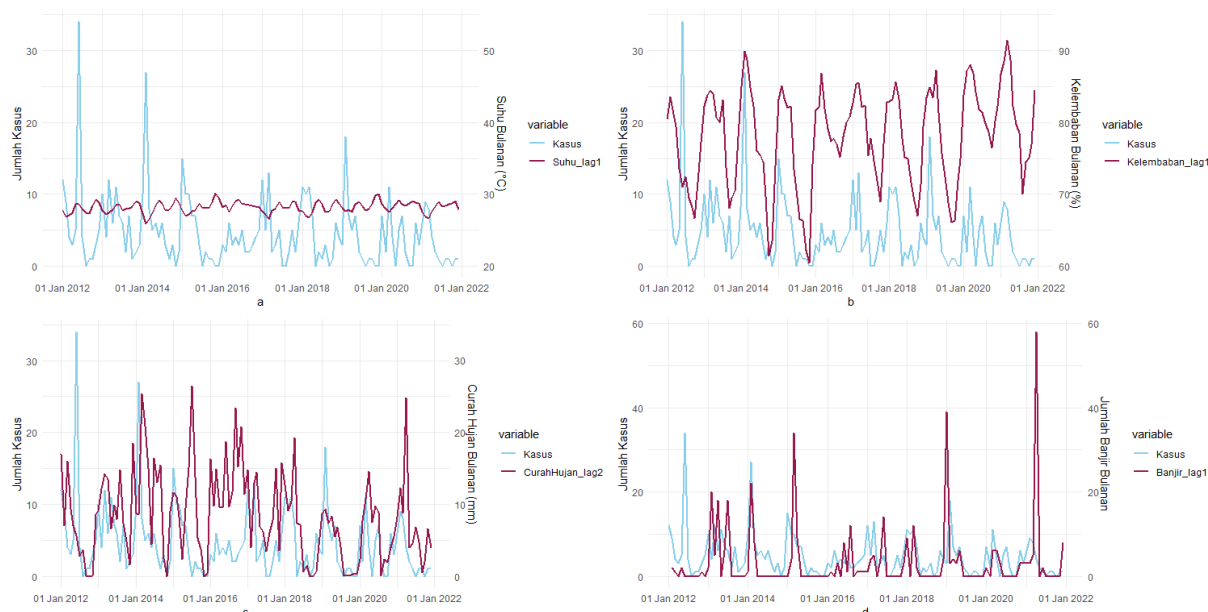
Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan desain studi ekologi menurut waktu. Lokasi penelitian berada di Kota Semarang dengan 16 kecamatan dengan rentang waktu 10 tahun (2012-2022). Unit analisis dalam penelitian menggunakan data agregat populasi dengan data sekunder dari pencatatan dan pelaporan Dinas Kesehatan Kota Semarang untuk Kasus Leptospirosis, data daerah rawan banjir dari Badan Pengendali Bencana Daerah Kota Semarang serta data cuaca dari Stasiun Klimatologi Kelas 1 Kota Semarang.

Data yang terkumpul dianalisis per bulan per kecamatan menggunakan program R sebagai analisis temporal maupun spasialnya. Analisis multivariat menggunakan analisis non linear dengan *Generalized Additive Model* (GAM) untuk mengungkapkan hubungan antara kasus leptospirosis di Kota Semarang dan variabel prediktornya (suhu, kelembaban, curah hujan, dan kejadian banjir).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Temporal

Analisis yang dilakukan seperti *gambar 1*, didapatkan hasil bahwa kasus leptospirosis menurut pola tahunan selama 10 tahun (2012-2021) memiliki pola yang searah dengan faktor cuaca berupa kelembaban dan curah hujan serta pola searah dengan variabel kejadian banjir. Namun, faktor cuaca berupa suhu memiliki pola yang tidak searah yang berarti penurunan suhu diikuti dengan peningkatan kasus leptospirosis.



Gambar 1. Hubungan antara kasus leptospirosis (warna biru) dengan variabel bebas (warna merah) (a=Suhu lag 1 bulan; b=Kelembaban lag 1 bulan; c=Curah Hujan lag 2 bulan; d=Kejadian Banjir lag 1 bulan)

Tabel 1. Uji Statistik antara Variabel Cuaca dan Kejadian Banjir dengan Kasus Leptospirosis di Kota Semarang

Leptospirosis	Lag-1 bulan		Lag-2 bulan		Lag-3 bulan	
	Pvalue	R	pvalue	R	Pvalue	R
Suhu	9.08e⁻⁰⁸*	-0.46**	0.003*	-0.27	0.44	-0.071
Kelembaban	3.7e⁻¹⁴*	0.62**	5.6e ⁻⁰⁹ *	0.50	0.002*	0.27
Curah Hujan	1.6e ⁻⁰⁵ *	0.38	3.2e⁻⁰⁸*	0.47**	0.0004*	0.32
Kejadian Banjir	9.05e⁻¹⁰*	0.52**	2.4e ⁻⁰⁵ *	0.38	0.01*	0.23

*signifikan(pvalue<0.05) **Koefisien Korelasi Terbesar

Sedangkan uji statistik seperti yang dijelaskan pada tabel 1 antara faktor cuaca, kejadian banjir dengan kasus leptospirosis menggunakan *time lag* dari lag 1 bulan hingga lag 3 bulan. Uji statistik menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara suhu lag 1, kelembaban lag 1, curah hujan lag 2, kejadian banjir lag 1 dengan kasus leptospirosis. Arah hubungan positif terjadi antara kelembaban, curah hujan dan kejadian banjir. Sedangkan suhu memiliki arah hubungan negatif. Keseluruhan variabel memiliki kekuatan hubungan yang sedang.

Suhu dan Kasus Leptospirosis di Kota Semarang menunjukkan adanya hubungan dengan *time lag* 1 bulan. Penelitian yang dilakukan oleh Benacer (2016) yang dilakukan di Malaysia tahun 2004-2012 menemukan bahwa ada hubungan positif antara suhu dan leptospirosis.¹² Penelitian tersebut menemukan bahwa kasus leptospirosis sering terjadi pada suhu 27°C hingga 28°C. Penelitian lainnya juga menerangkan bahwa iklim yang hangat berhubungan dengan leptospirosis dimana daya bertahan hidup patogen dan tumbuh subur pada suhu rata-rata sekitar 23.5°C.^{13,14}

Peningkatan kelembaban di Kota Semarang berhubungan dengan kenaikan kasus Leptospirosis di Kota Semarang. Penelitian yang dilakukan di Cartagena de Indias, Colombia menemukan bahwa

faktor iklim lokal seperti kelembaban relatif berhubungan dengan kasus leptospirosis khususnya kelembaban pada lag 1 atau kelembaban 1 bulan sebelumnya.^{15,16} Bakteri leptospira mampu bertahan lebih lama pada lingkungan yang hangat dan lembab.¹⁴

Curah hujan pada 2 bulan sebelumnya di Kota Semarang berhubungan dengan kasus Leptospirosis. Penelitian yang dilakukan di Pulau Reunion menjelaskan bahwa terdapat hubungan antara kasus bulanan leptospirosis dengan kumulatif curah hujan 2 bulan sebelumnya.¹³ Prevalensi kasus di Pulau Reunion 0.712% ketika curah hujan tahunan mencapai 2 mm sedangkan prevalensi menjadi 3.093% ketika curah hujan tahunan mencapai 4 mm.

Hal tersebut juga didukung oleh penelitian yang dilakukan di French Polynesia dimana total kasus bulanan leptospirosis menurun ketika musim kering (Juli – Oktober) sedangkan di Martinique 35% kasus tahunan terjadi ketika musim hujan.¹⁷ Di Rio de Janeiro (Brazil), kasus leptospirosis berasosiasi dengan curah hujan yang tinggi 3 - 20 hari sebelum penyakit muncul.¹⁸ Penelitian yang dilakukan oleh Mohan di Trinidad dan Tobago menunjukkan bahwa lag 1-2 bulan curah hujan berhubungan dengan tingginya kasus.¹⁹

Selama musim hujan, tanah menjadi lembab dan dapat membentuk genangan air yang membantu leptospira bertahan lebih lama dan pada akhirnya dapat menyebabkan peningkatan paparan bakteri pada manusia dan hewan.¹³ Pada banyak negara di dunia, curah hujan yang tinggi dan banjir dapat menyebabkan wabah leptospirosis, terutama pada negara tropis karena penularan yang tidak langsung.^{20,21}

Selama banjir, bakteri menular dapat mencapai daerah yang jauh dengan dibawa air yang menyebabkan bakteri dapat memiliki kontak dengan semua penduduk. Di Pulau Reunion, serta banyak negara tropis, frekuensi banjir dapat meningkat di masa depan karena perubahan pola demografis, perusakan area yang sensitif secara ekologis seperti lahan basah, penggundulan hutan, pengurangan daerah pedesaan, dan perubahan iklim.¹³ Di Kota Semarang juga menunjukkan jika banjir pada 1 bulan sebelumnya berhubungan dengan kasus Leptospirosis.

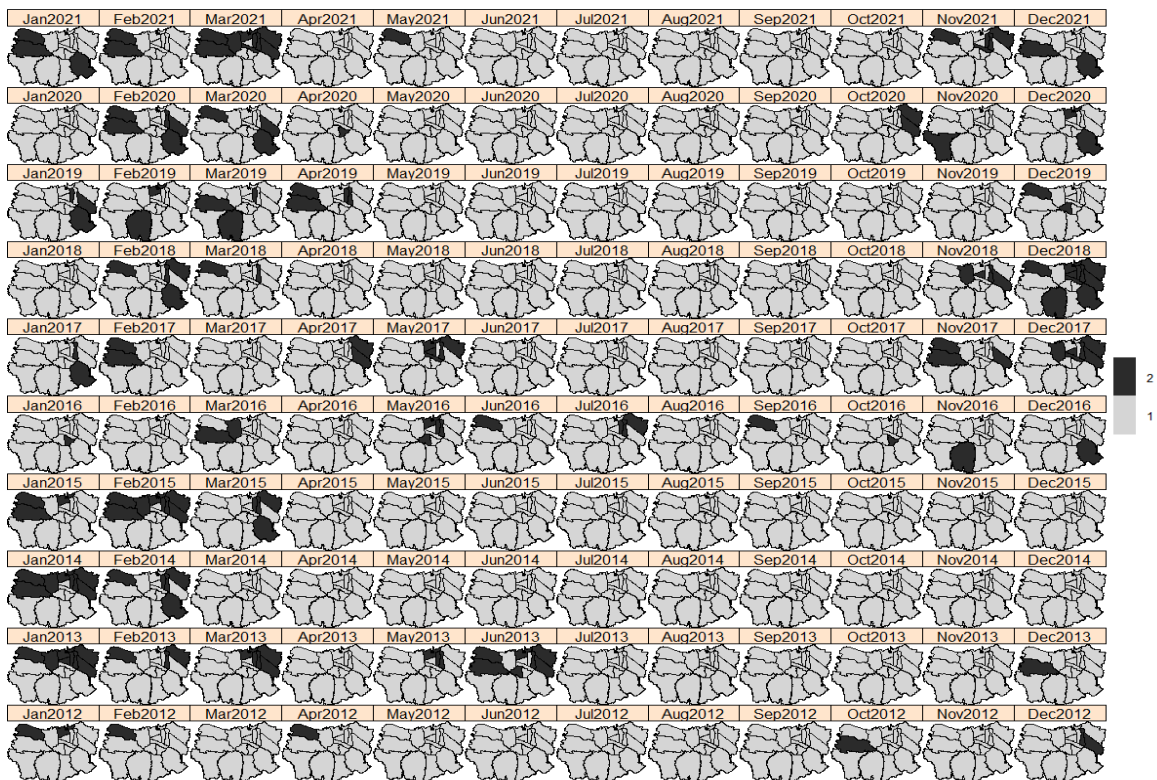
Analisis Spasial

Analisis spasial dilakukan antara daerah rawan banjir dengan kasus leptospirosis memperlihatkan hubungan yang signifikan. Meskipun terdapat pola yang tidak konsisten pada tahun 2012 khususnya bulan Juni 2012 dikarenakan bulan tersebut kasus Leptospirosis hampir menyeluruh di wilayah Kota Semarang namun pada bulan tersebut maupun bulan sebelumnya tidak ada kejadian banjir.

Analisis spasial daerah rawan banjir menunjukkan data 10 tahun bahwa kecamatan yang sering terkena banjir yakni Kecamatan Tugu, Semarang Barat, Semarang Utara, dan Genuk, Kecamatan Gunung Pati, dan Kecamatan Tembalang. Daerah-daerah yang sering terjadi banjir pada penelitian ini selaras dengan penelitian yang menyebutkan daerah yang dominan terdampak ancaman banjir pada kelas rendah berada di Kecamatan Tugu, Mijen dan Tembalang, pada kelas sedang berada di Kecamatan Gunungpati dan pada kelas tinggi didominasi pada wilayah Kecamatan Genuk.²²

Analisis spasial kasus leptospirosis (gambar 4) yang dilakukan selama 10 tahun menggambarkan bahwa Kecamatan yang sering terjadi kasus leptospirosis yakni Kecamatan Banyumanik, Kecamatan Semarang Utara, Kecamatan Semarang Barat, Kecamatan Gajah Mungkur.

Penelitian ini menggambarkan bahwa terdapat beberapa kecamatan yang sering terjadi kasus leptospirosis. Hal tersebut terjadi dikarenakan wilayah tersebut menjadi daerah pesisir yang rawan banjir dan daerah yang sering terdampak rob serta menjadi aliran sungai Banjir Kanal Barat^{23,24}, sebagian besar rumah warga banyak terdapat tumpukan barang bekas, adanya tempat sampah tidak tertutup, dan dijumpai banyak tikus pada malam hari²⁵, banyak ditemukan genangan pasca hujan dan selokan berukuran kecil²⁶



Gambar 2. Peta Persebaran Daerah Rawan Banjir (1=Tidak ada banjir; 2=Ada Banjir)

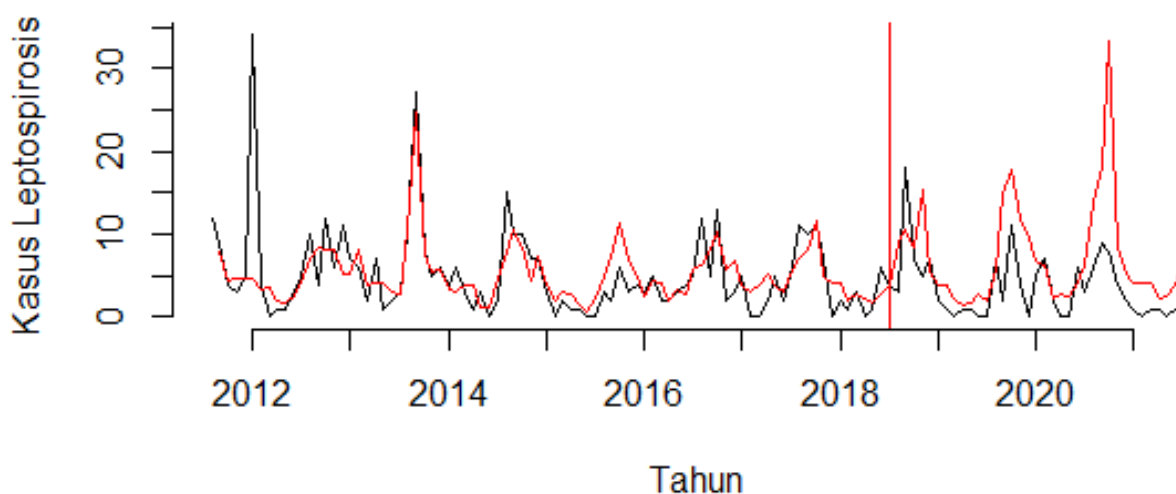


Gambar 3. Peta Persebaran Kasus Leptospirosis (1=Jumlah Kasus 0; 2=Jumlah Kasus 1-3; 3=Jumlah Kasus >3)

Prediksi Kasus Leptospirosis

Bagan prediksi urutan deret waktu antara faktor cuaca, kejadian banjir dengan kasus leptospirosis menunjukkan adanya fluktuasi dalam prediksi. R-square diperhatikan untuk pengujian *goodness of fit*. Nilai maksimum R-square menunjukkan kecocokan model yang lebih baik. Nilai 0.362 berarti bahwa

model dapat menjelaskan 36.2% variasi yang diamati dalam deret waktu dengan tingkat eror sebesar 4.92%. Uji multivariat menggunakan Non-Linier GAM juga menunjukkan bahwa suhu lag 1, kelembaban lag 1, curah hujan lag 2, kejadian banjir lag 1 dapat menjadi prediktor dalam kasus leptospirosis di Kota Semarang.



Gambar 4. Leptospirosis dan prediktor di Kota Semarang. Kasus bulanan leptospirosis (warna hitam) dan prediktor (warna merah)

Model yang dibentuk menunjukkan tren kurva leptospirosis yang dilaporkan dan dapat memprediksi kasus di masa depan dengan akurat, namun masih belum bisa menampung nilai ekstrim tersebut.¹³ Model ini mungkin paling berguna dalam upaya memantau dan memprediksi kasus leptospirosis agar dapat memberikan pelayanan perawatan kesehatan yang memadai dan tepat waktu.¹⁴

SIMPULAN

Kasus Leptospirosis di Kota Semarang dalam 10 tahun (2012-2021) mengalami penurunan namun angka kematian semakin meningkat. Uji statistik menunjukkan adanya hubungan antara suhu lag 1 bulan, kelembaban lag 1 bulan, curah hujan lag 2 bulan, kejadian banjir lag 1 bulan dengan kasus leptospirosis.

Uji Statistik multivariat dengan model non-linear dengan GAM (*Generalized Additive Model*) dengan menggunakan *basis function* 10+REML untuk variabel suhu lag 1 bulan, kelembaban lag 1 bulan, kejadian banjir lag 1 bulan, dan kasus lag 1 bulan, sedangkan penggunaan *basis function* 4+REML untuk variabel curah hujan lag 2 bulan. Hasil R-sq sebesar 0.362 dan RMSE 4.92 yang berarti variabel bebas menjelaskan variabel terikat sebesar 36.2% dengan tingkat eror 4.92%. Analisis spasial antara daerah rawan banjir dan kasus leptospirosis menunjukkan adanya kesamaan dimana puncak tertinggi terjadi pada bulan Januari hingga Juni.

DAFTAR PUSTAKA

1. Lawler, Jill (Unicef). *Children's Vulnerability to Climate Change and Disaster Impacts in East Asia and the Pacific*, 2011. http://www.unicef.org/media/files/Climate_Change_Regional_Report_14_Nov_final.pdf.
2. Kementerian PPN/Bappenas. "Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024." *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024* (2019): 178–201.
3. IPCC. *Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van Der Linden and C.E. Hanson, Eds. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. www.ipcc.ch.
4. Utariningsih, Wheny, and Agung Adiputra. "Analisis Kerentanan Kesehatan Penduduk Prabencana Banjir Di Kabupaten Aceh Barat Daya." *AVERROUS: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Malikussaleh* 5, no. 2 (2019): 1.
5. WHO. "Flooding and Communicable Diseases Fact Sheet Risk Assessment and Preventive Measures." *Most*, no. March (2000): 1–9.
6. Suripin, Suripin, and Dwi Kurniani. "Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Hidrograf Banjir Di Kanal Banjir Timur Kota Semarang." *Media Komunikasi Teknik Sipil* 22, no. 2 (2016): 119.
7. Dinas Kesehatan kota Semarang. "Profil Kesehatan Kota Semarang 2019." *Dinkes.Semarang.Go.Id* (2020): 1–104. http://www.depkes.go.id/resources/download/profil/PROFIL_KAB_KOTA_2015/3374_Jateng_Kota_Semarang_2015.pdf.
8. Clara, S Arias-Monsalve, and Builes-Jaramillo Alejandro. "Impact of El Nino-Southern Oscillation on Human Leptospirosis in Colombia at Different Spatial Scales." *The Journal of Infection in Developing Countries* 13, no. 12 (2019): 1108–1116.
9. Duarte, Juliana Lúcia, and Leandro Luiz Giatti. "Leptospirosis Incidence in a State Capital in the Western Brazilian Amazon and Its Relationship with Climate and Environmental Variability, 2008-2013." *Epidemiologia e servicios de saude : revista do Sistema Unico de Saude do Brasil* 28, no. 1 (2019): e2017224.
10. López, María S., Gabriela V. Müller, Miguel A. Lovino, Andrea A. Gómez, Walter F. Sione, and Luis Aragonés Pomares. "Spatio-Temporal Analysis of Leptospirosis Incidence and Its Relationship with Hydroclimatic Indicators in Northeastern Argentina." *Science of the Total Environment*, 2019.
11. Dhewantara, Pandji Wibawa, Wenbiao Hu, Wenyi Zhang, Wen Wu Yin, Fan Ding, Abdullah Al Mamun, and Ricardo J. Soares Magalhães. "Climate Variability, Satellite-Derived Physical Environmental Data and Human Leptospirosis: A Retrospective Ecological Study in China." *Environmental Research* 176, no. June (2019).
12. Benacer, D, K L Thong, N C Min, K B Verasahib, and ... "Epidemiology of Human Leptospirosis in Malaysia, 2004–2012." *Acta Tropica* 157 (2016): 162–168. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001706X16300419?casa_token=mPaDi8_YJmAAAAAA:zLN7u0pXZuR9_VV62H32sQ0hRpv0U-SCeSE7gOivGsQoQCMD3qWsonXDmL2MplPPuQfBGSfO.
13. Desvars, Amélie, Sylvaine Jégo, Frédéric Chiroleu, Pascale Bourhy, Eric Cardinale, and Alain Michault. "Seasonality of Human Leptospirosis in Reunion Island (Indian Ocean) and Its Association with Meteorological Data." *PLoS ONE* 6, no. 5 (2011).
14. Chadsuthi, Sudarat, Sopon Iamsirithaworn, Wannapong Triampo, and Charin Modchang. "Modeling Seasonal Leptospirosis Transmission and Its Association with Climate Factors in Thailand Using Time-Series and ARIMAX Analyses." *Asian Pasific Journal of Tropical Medicine* (2012): 539–546.
15. Cano-Pérez, Eder, Steev Loyola, Fabián Espitia-Almeida, Jaison Torres-Pacheco, Dacia

- Malambo-García, and Doris Gómez-Camargo. "Climatic Variability and Human Leptospirosis Cases in Cartagena, Colombia: A 10-Year Ecological Study." *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 106, no. 3 (2022): 785–791. <https://www.ajtmh.org/view/journals/tpmd/106/3/article-p785.xml>.
16. Pawar, Shivshakti Dattatray, Maruti Kore, A Athalye, and P S Thombre. "Seasonality of Leptospirosis and Its Association with Rainfall and Humidity in Ratnagiri, Maharashtra." *International Journal of Health & Allied Sciences* 7, no. 1 (2018): 37–40.
 17. Hirschauer, C, E Daudens, C Coudert, E Frogier, and G Melix. "Epidemiology of Leptospirosis in French Polynesia from 2006 to 2008 [in French]." *Bulletin Epidemiologique Hebdomadaire* (2009): 508–511.
 18. Tassinari, WS, DCP Pellegrini, CBP Sa', RB Reis, and AI Ko. "Detection and Modelling of Case Clusters for Urban Leptospirosis." *Trop Med Int Health* 13 (2008): 503–512.
 19. Mohan, ARM, A Cumberbatch, AA Adesiyun, and DD Chadee. "Epidemiology of Human Leptospirosis in Trinidad and Tobago, 1996–2007: A Retrospective Study." *Acta Tropica* 112 (2009): 260–265.
 20. Pappachan, MJ, M Sheela, and KP Aravindan. "Relation of Rainfall Pattern and Epidemic Leptospirosis in the Indian State of Kerala." *J Epidemiol Community Health* 58 (2004): 1054–1055.
 21. Gaynor, K, AR Katz, SY Park, M Nakata, and TA Clark. "Leptospirosis on Oahu: An Outbreak Associated with Flooding of a University Campus." *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 76 (2007): 882–886.
 22. Nugraha, Arief Laila. "Peningkatan Akurasi Dan Presisi Analisa Spasial Pemodelan Banjir Kota Semarang Menggunakan Kombinasi Sistem Informasi Geografis Dan Metode Logika Fuzzy." *Teknik* 39, no. 1 (2018): 16–24. <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/teknik>.
 23. Zam, Mahalul, Oktia Woro Kasmimi Handayani, and Sugiharto Sugiharto. "Pos Informasi Leptospirosis Di Kawasan Air Rob Kota Semarang." *Rekayasa* 16, no. 2 (2019): 219–228.
 24. Erlani, Ria, and Widyasari Her Nugrahandika. "Ketangguhan Kota Semarang Dalam Menghadapi Bencana Banjir Pasang Air Laut (Rob)." *Journal of Regional and Rural Development Planning* 3, no. 1 (2019): 47.
 25. Martini, Martini, Retno Hestingsih, M Arie Wuryanto, Sri Yuliawati, and Sudjut Hariyanto. "Sosialisasi Pencegahan Leptospirosis Melalui Pengendalian Kepadatan Tikus Dan Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Kepada Warga Kelurahan Srandol Kota Semarang." In *Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat UNDIP 2020*, 1:19–22, 2020.
 26. Azmi, Oktavany. "Studi Deskriptif Karakteristik Individu Dan Faktor Lingkungan Dengan Kejadian Leptospirosis Di Wilayah Kerja Puskesmas Pegandan Semarang Tahun 2015." Universitas Negeri Semarang, 2016. <http://lib.unnes.ac.id/28037/1/6411411122.pdf>.