



## Analisis Spasial Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kejadian Tuberkulosis di Malang Raya Tahun 2020-2021

Vita Olivionita<sup>1\*</sup>, Hartati Eko Wardani<sup>1</sup>, Lucky Radita Alma<sup>1</sup>, Rara Warih Gayatri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang

### ABSTRACT

**Background:** Indonesia is the second country with the highest TB burden in the world. The government continues to strive for TB prevention and control to reduce TB rates. One of the efforts that can help in the TB program is by utilizing a Geographic Information System (GIS).

**Methods:** Be sure to adhere to the word limitation (250 words). The abstract must be written in one single paragraph, consist of state of the problems and the objective of research, short methodology, and research output as well as final conclusion.

**Result:** Study results are the pattern of distribution of TB incidence that tends to be high occurs in areas that have low coverage of healthy houses, low coverage of houses with healthy lifestyle, high population density, low air temperature, high air humidity, and high rainfall.

**Conclusion :** The pattern of distribution of TB incidence that tends to be high occurs in areas that have low coverage of healthy houses, low coverage of houses with PHBS, high population density, high air temperature, high air humidity, and high rainfall.

**Keywords:** Tuberculosis, spatial analysis, factors affecting tuberculosis

Copyright © 2024 by Jurnal Epidemiologi Kesehatan Komunitas. This is an open-access article under the CC BY-SA License (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>)

---

\*Penulis korespondensi, [olivionitavita@gmail.com](mailto:olivionitavita@gmail.com)

## Pendahuluan

Tuberkulosis (TB) masih menjadi penyakit yang mengakibatkan kematian di dunia. Tercatat sebanyak 1,2 juta kematian akibat TB di tahun 2019 dan masih menjadi fokus utama masalah kesehatan di dunia. World Health Organization (WHO) memperkirakan 10 juta orang terjangkit penyakit TB pada tahun 2019 (World Health Organization, 2021). Dalam WHO Global Tuberculosis Report 2020 menunjukkan bahwa pada tahun 2019, wilayah Asia Tenggara menduduki urutan pertama dengan prevalensi TB paling tinggi yaitu sebesar 44%. Sementara negara dengan kasus TB tertinggi diantaranya adalah India yaitu sebesar 26%, kemudian disusul Indonesia 8,5%, dan Cina 8,4%. Insiden TB ditargetkan menurun sebesar 20% di tahun 2020 dan angka kematian akibat TB ditargetkan menurun sebesar 35% dalam SDG's. Tetapi pada tahun 2020 insiden TB tercatat masih berada dalam angka 9% dan angka kematian akibat TB hanya menurun sebesar 14% (World Health Organization, 2021). Mengacu pada WHO Global Tuberculosis Report tahun 2020, Indonesia menempati peringkat kedua beban TB tertinggi di dunia.

Jawa Timur merupakan provinsi dengan jumlah kasus TB tertinggi kedua setelah Jawa Barat pada tahun 2018 (Kemenkes RI, 2018). Berdasarkan data dari Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, tren kasus TB dari tahun 2018 sampai dengan tahun 2019 mengalami peningkatan. Data kasus TB di Jawa Timur pada tahun 2018 tercatat sebanyak 54.863 kasus dan pada tahun 2019 sebanyak 63.889 kasus (Jawa Timur dalam Angka Tahun 2020, 2020). Wilayah di Jawa Timur yang masih memiliki angka TB cukup tinggi yaitu wilayah Malang Raya (Kota Malang, Kota Batu, dan Kabupaten Malang). Jumlah kasus TB tahun 2019 di Kota Malang sebanyak 2.218 kasus, Kota Batu sebanyak 218 kasus, dan Kabupaten Malang sebanyak 2.875 kasus (Jawa Timur dalam Angka Tahun 2020, 2020). Maka total seluruh jumlah kasus TB di Malang Raya yaitu sebanyak 5.311 kasus.

Pola hidup masyarakat di suatu wilayah, kepadatan penduduk, dan juga rumah yang tidak memenuhi kriteria rumah sehat dapat

mempengaruhi penularan penyakit TB (Dinas Kesehatan Kota Malang, 2021). Perilaku rumah tangga dalam ber-PHBS dapat mempengaruhi penularan tuberkulosis. Penelitian yang dilakukan (Noerhalimah, 2020) menunjukkan antara variabel rumah tangga ber-PHBS dengan kasus tuberkulosis terdapat hubungan yang kuat ( $p=0,001<0,05$ ). Selain faktor pola hidup masyarakat, faktor utama yang dinilai sebagai jalan penularan penyakit TB adalah faktor lingkungan.<sup>14</sup> Faktor lingkungan yang dapat berpengaruh terhadap penularan TB adalah kondisi fisik rumah. Rumah dapat dikatakan sehat jika telah memenuhi syarat minimal tersedianya akses jamban sehat, akses air minum, ventilasi lantai, dan pencahayaan yang memenuhi persyaratan (Kemenkes RI, 2012). Bakteri penyebab TB akan lebih mudah untuk ditularkan ke orang lain jika orang tersebut tinggal di lingkungan rumah yang buruk. Lingkungan rumah yang kurang baik akan menjadi jalur penularan tuberkulosis.<sup>14</sup> Sumarmi & Duarsa (2014) melakukan penelitian di Puskesmas Kotabumi II, Bukit Kemuning dan Ulak Rengas Kabupaten Lampung Utara Tahun 2012 terkait hubungan antara kondisi fisik rumah dengan kejadian TB Paru BTA Positif dan diperoleh hasil bahwa terdapat hubungan antara dua variabel tersebut ( $OR=3,72$ ) (Sumarmi & Duarsa, 2014). Faktor lingkungan yang juga turut andil dalam mempengaruhi terjadinya penyakit adalah faktor iklim. Perubahan iklim dapat berpengaruh pada aspek kesehatan dalam kehidupan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung. Penelitian Pakaya et al. (2021) menyatakan bahwa ditemukan adanya hubungan yang signifikan antara kelembapan dan suhu udara dengan kejadian TB paru BTA Positif (Pakaya et al., 2021). Penelitian serupa yang dilakukan di Brunei Darussalam dan Malaysia dimana iklim antara kedua negara tersebut dengan Indonesia sama yaitu beriklim tropis yang cenderung panas dan lembab sepanjang tahun. Penelitian oleh Chaw, Liew, dan Wong (2022) menyatakan antara kejadian tuberkulosis dengan komponen iklim yaitu suhu, kelembapan, dan curah hujan memiliki hubungan yang erat (Chaw et al., 2022). Negara-negara dengan suhu panas, lembab, dan intensitas curah hujan yang tinggi dapat

memberikan lingkungan yang kondusif bagi bakteri penyebab tuberkulosis untuk tumbuh dan berkembang biak lebih cepat.<sup>13</sup> Kepadatan penduduk dapat mempengaruhi keberadaan penyakit TB di suatu wilayah. Peningkatan risiko penularan penyakit TB dapat terjadi di wilayah yang padat penduduk (Surjati, 2020). Peningkatan kepadatan penduduk juga dapat disebabkan oleh adanya perubahan dari komponen iklim seperti kelembapan dan suhu udara yang pada akhirnya dapat mempengaruhi jumlah kasus tuberkulosis di suatu wilayah.<sup>8</sup> Pada penelitian sebelumnya oleh Sasmita, Junaid, dan Ainurafiq (2017) menunjukkan terdapat 98% titik kasus TB Paru BTA Positif yang tersebar di wilayah dengan kategori penduduk sangat padat, sedangkan 2% tersebar di wilayah dengan kategori penduduknya tergolong cukup padat.<sup>17</sup> Persebaran kasus tuberkulosis dapat terjadi di pemukiman padat penduduk.<sup>17</sup>

Berdasarkan data dan fakta yang telah diuraikan, maka perlu adanya upaya untuk menurunkan angka TB di wilayah Malang Raya. Salah satu upaya yang dapat membantu dalam program TB yaitu dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG). SIG mampu menggambarkan tren penyakit dan membantu memahami kondisi di saat masa lalu, kondisi saat ini, dan prediksi di masa depan. SIG juga mampu untuk menganalisis pola distribusi atau sebaran kasus penyakit secara cepat. Sehingga penelitian ini akan bermanfaat sebagai referensi dalam pengambilan keputusan atau kebijakan untuk program pengendalian dan pencegahan penyakit TB serta pengoptimalan pelayanan kesehatan. Hasil analisis spasial penelitian ini berupa peta. Kelebihan penyajian data dalam bentuk peta ialah memudahkan pembaca dalam memahami data yang disajikan selain itu juga hubungan antar faktor-faktor yang diteliti akan terlihat lebih jelas jika disajikan dalam bentuk peta (Ilmawan & Santosa, 2021). Penelitian ini bertujuan untuk melihat pola persebaran secara spasial dan mengetahui korelasi antara cakupan rumah sehat, cakupan rumah ber-PHBS, kepadatan penduduk, suhu udara, kelembapan udara, dan curah hujan dengan kejadian TB di Malang Raya tahun 2020 dan 2021.

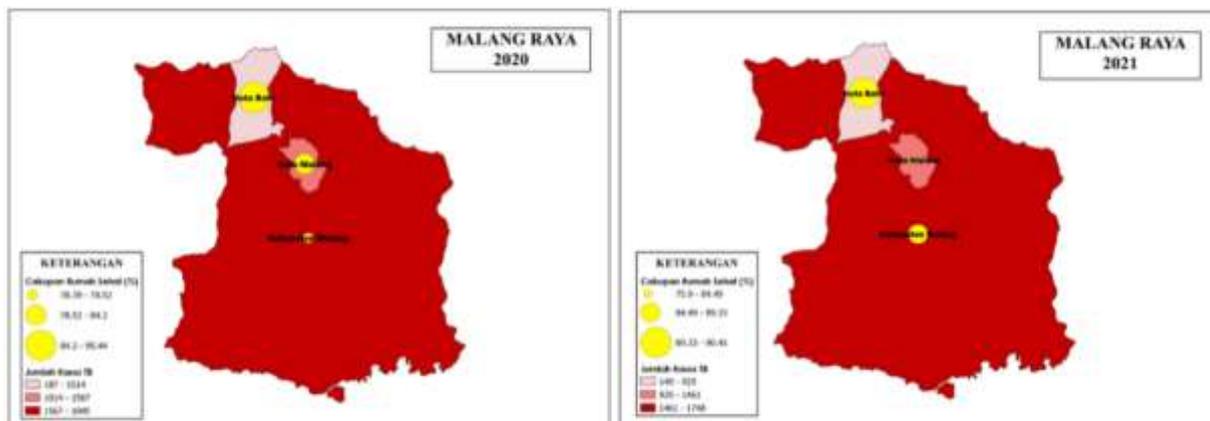
## Metode

Penelitian ini termasuk dalam penelitian kuantitatif dengan desain studi ekologi serta menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai pendekatan yang pengumpulan datanya dilakukan dengan metode dokumentasi. Metode dokumentasi adalah metode dengan melihat, mengamati, dan mencatat data-data yang telah tersedia di instansi. Jenis data yang digunakan merupakan data-data sekunder bersumber dari Dinas Kesehatan dan Badan Pusat Statistik. Variabel independen dalam penelitian ini adalah cakupan rumah sehat, cakupan rumah ber-PHBS, kepadatan penduduk, suhu udara, kelembapan udara, dan curah hujan sedangkan variabel dependen adalah kejadian TB. Penelitian dilakukan mulai bulan Januari sampai Agustus 2022. Populasi yang digunakan adalah kasus tuberkulosis yang tercatat di wilayah Malang Raya oleh Dinas Kesehatan tahun 2020-2021 yang mana keseluruhan populasi akan dijadikan sampel. Analisis dilakukan secara spasial bertujuan untuk menggambarkan pola spasial faktor risiko TB yang diteliti di Malang Raya tahun 2020-2021 dengan menggunakan software QGIS.

## Hasil

### *Persebaran cakupan rumah sehat dengan kejadian tuberkulosis*

Pada tahun 2020 dan tahun 2021, sebaran kasus TB se-Malang Raya paling tinggi berada di Kabupaten Malang sedangkan sebaran kasus TB terendah berada di Kota Batu (gambar 1). Berdasarkan gambar 1, pada tahun 2020, wilayah dengan jumlah kasus TB tertinggi yaitu Kabupaten Malang memiliki cakupan rumah sehat yang tergolong rendah. Sedangkan pada tahun 2021, Kabupaten Malang memiliki cakupan rumah sehat yang sedang dengan angka kasus TB yang tergolong tinggi. Kota Batu dengan jumlah kasus TB yang tergolong sedikit di tahun 2020 dan 2021 memiliki cakupan rumah sehat yang tinggi.

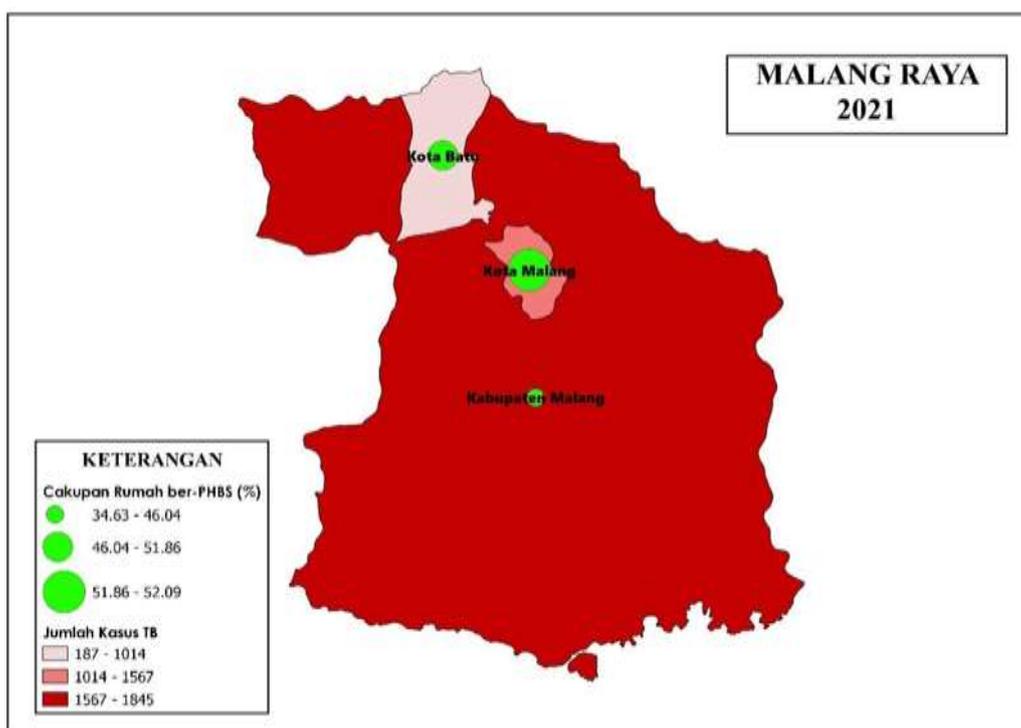


Gambar 1. Peta Persebaran Cakupan Rumah Sehat dengan Kejadian TB di Malang Raya Tahun 2020-2021

*Persebaran cakupan rumah ber-PHBS dengan kejadian tuberkulosis*

Malang yang memiliki cakupan rumah ber-PHBS yang tergolong rendah. Sedangkan Kota Batu dengan jumlah kasus TB yang tergolong sedikit memiliki cakupan rumah sehat yang sedang.

Berdasarkan Gambar 2, wilayah dengan jumlah kasus TB tertinggi yaitu Kabupaten

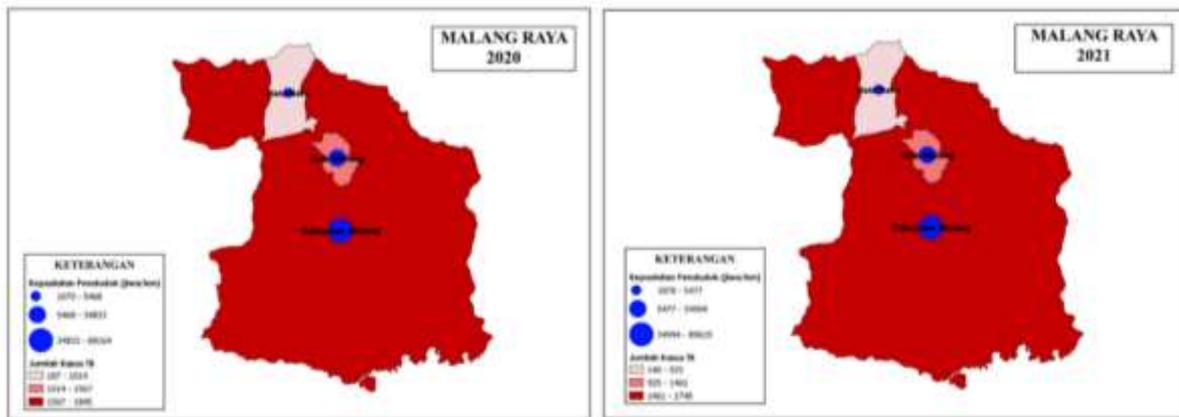


Gambar 2. Peta Persebaran Cakupan Rumah ber-PHBS dengan Kejadian TB di Malang Raya Tahun 2021

*Persebaran kepadatan penduduk dengan kejadian tuberkulosis*

penduduk yang tergolong tinggi pula (Gambar 3). Kota Batu dengan jumlah kasus TB yang tergolong sedikit di tahun 2020 dan 2021 memiliki kepadatan penduduk yang rendah (Gambar 3)

Wilayah dengan jumlah kasus TB tertinggi yaitu Kabupaten Malang memiliki kepadatan

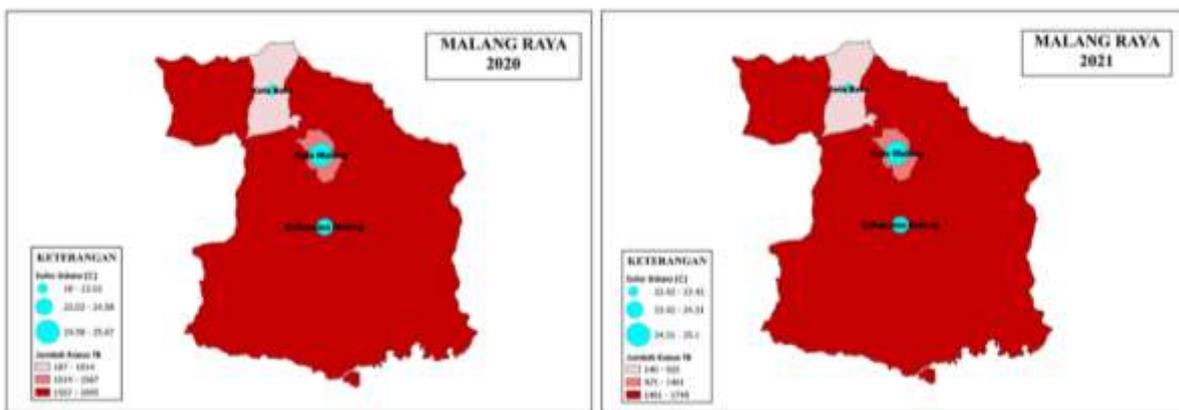


Gambar 3. Peta Persebaran Kepadatan Penduduk dengan Kejadian TB di Malang Raya Tahun 2021

*Persebaran suhu udara dengan kejadian tuberkulosis*

Rata-rata tahunan suhu udara di wilayah Malang Raya (gambar 4) tidak mengalami

perubahan yang berarti dalam kurun dua tahun, dimana suhu udara rendah terdapat di Kota Batu yang memiliki jumlah kasus TB tergolong sedikit dan suhu udara tinggi berada di Kota Malang yang memiliki kasus TB tergolong sedang.

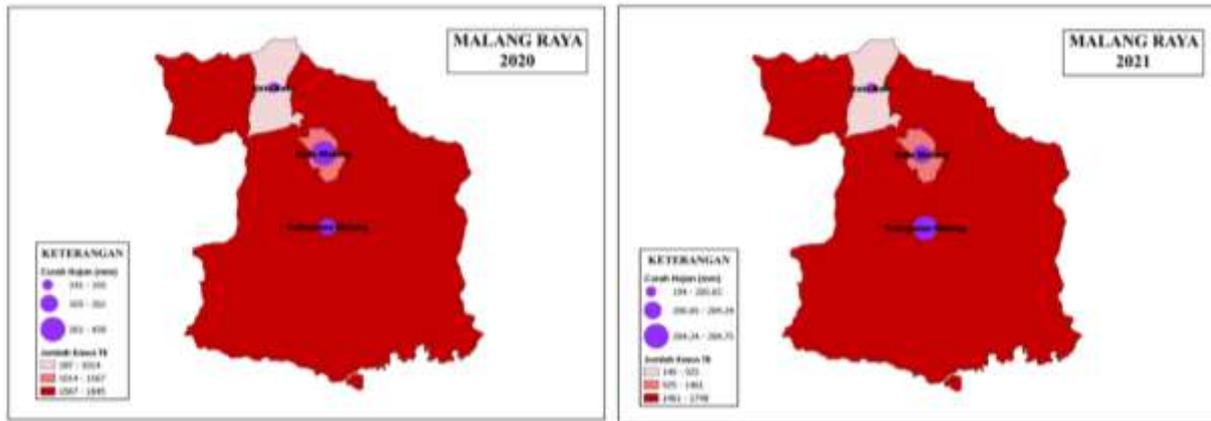


Gambar 4. Peta Persebaran Suhu Udara dengan Kejadian TB di Wilayah Malang Raya Tahun 2020-2021

*Persebaran kelembapan udara dengan kejadian tuberkulosis*

Rata-rata tahunan kelembapan udara di wilayah Malang Raya tahun 2020-2021 mengalami perubahan (gambar 5). Pada tahun 2020, kelembapan udara rendah terdapat di Kota Batu yang memiliki jumlah kasus TB tergolong

sedikit dan kelembapan udara tinggi berada di Kota Malang yang memiliki kasus TB tergolong sedang. Sedangkan pada tahun 2021, kelembapan udara rendah terdapat di Kabupaten Malang yang memiliki jumlah kasus TB tergolong tinggi dan kelembapan udara tinggi berada di Kota Malang yang memiliki jumlah kasus TB tergolong sedang.



Gambar 6. Peta Persebaran Curah Hujan dengan Kejadian TB di Wilayah Malang Raya Tahun 2020-2021

## Pembahasan

### *Persebaran cakupan rumah sehat dengan kejadian tuberkulosis*

Rumah yang sehat merupakan rumah dengan keadaan fisik, kimia, dan biologi yang memungkinkan penghuninya untuk memiliki keadaan kesehatan yang baik. Rumah sehat adalah rumah yang kondisinya baik (Maria, 2018). Kondisi fisik rumah yang kurang baik akan mempermudah jalannya penularan penyakit seperti tuberkulosis. Menjaga dan melindungi kondisi fisik rumah agar tetap sehat diharapkan dapat meminimalisir terjadinya penularan tuberkulosis.<sup>14</sup>

Berdasarkan pemetaan spasial antara cakupan rumah sehat dengan kejadian TB di Malang Raya tahun 2020 dan 2021, dapat dilihat bahwa wilayah dengan cakupan rumah sehat tergolong rendah hingga sedang memiliki angka kasus TB yang tinggi. Hal tersebut berarti bahwa kejadian TB cenderung terjadi di wilayah dengan cakupan rumah sehat yang rendah. Sejalan dengan penelitian Fitriyani & Sari (2021) yang menyatakan terdapat hubungan spasial antara cakupan rumah sehat yang memiliki pola yang mengelompok dengan CDR TB.<sup>6</sup> Hasil yang sama diperoleh oleh penelitian Siwiendrayanti et al. (2018), berdasarkan hasil *overlay* peta menyatakan bahwa dalam kurun waktu 2 tahun, cakupan rumah sehat mempengaruhi kejadian TB Paru BTA Positif.<sup>18</sup>

### *Persebaran cakupan rumah ber-PHBS dengan kejadian tuberkulosis*

Peta persebaran antara cakupan rumah ber-PHBS dengan kejadian TB di Malang Raya tahun 2021 menunjukkan bahwa wilayah kota dan kabupaten dengan cakupan rumah ber-PHBS rendah memiliki angka kasus TB yang tergolong tinggi. Berbeda dengan pemetaan per kecamatan, ditemukan adanya pola yang berbeda yaitu terdapat kecamatan dengan cakupan rumah ber-PHBS yang tergolong rendah tetapi jumlah kasus TB termasuk dalam kategori rendah pula. Hal tersebut dapat berarti bahwa faktor rumah ber-PHBS bisa menjadi faktor yang mempengaruhi penularan TB di beberapa kecamatan, tetapi tidak pada kecamatan yang lain. Penelitian ini selaras dengan penelitian Dhamayanti et al. (2017) di Kalimantan Tengah dimana wilayah Kabupaten Kapuas yang memiliki korelasi antara rumah ber-PHBS dengan kejadian TB sedangkan Kota Palangkaraya tidak menunjukkan adanya korelasi antara rumah ber-PHBS dengan kejadian TB.<sup>3</sup> Hasil penelitian menunjukkan wilayah yang memiliki cakupan rumah ber-PHBS rendah tetapi memiliki angka TB yang rendah pula bisa diartikan bahwa faktor cakupan rumah ber-PHBS bukan menjadi faktor utama dalam penularan TB. Berdasar pada teori segitiga epidemiologi, bahwa terjadinya penularan penyakit dapat diakibatkan oleh faktor lain selain faktor host/pejamu yaitu faktor lingkungan.

### *Persebaran kepadatan penduduk dengan kejadian tuberkulosis*

Risiko terjadinya penularan penyakit TB di wilayah yang padat penduduk dapat meningkat yang mana penularannya melalui droplet sehingga resiko untuk kontak dengan penderita TB menjadi tinggi pula.<sup>17</sup> Dilihat dari hasil persebaran antara kepadatan penduduk dengan kejadian TB, wilayah dengan kepadatan penduduk yang tinggi memiliki angka kasus TB yang tinggi pula. Hal tersebut berarti bahwa kejadian TB cenderung terjadi pada wilayah yang padat penduduk. Sama dengan penelitian Sasmita et al. (2017) yang memperoleh hasil jika sebaran kejadian TB Paru BTA Positif mengikuti pola persebaran kepadatan penduduk yang tinggi.<sup>17</sup> Kepadatan penduduk akan berpengaruh terhadap sanitasi lingkungan di suatu wilayah dan bergantung pada perilaku masyarakatnya. Daerah yang padat penduduk akan berpotensi memiliki sanitasi lingkungan yang buruk.<sup>1</sup>

### *Persebaran suhu udara dengan kejadian tuberkulosis*

Peta persebaran antara suhu udara dengan kejadian TB menunjukkan bahwa kasus TB tinggi terjadi di wilayah dengan suhu udara yang tergolong sedang yaitu Kabupaten Malang. Walaupun suhu udara dalam peta persebaran tergolong sedang, rata-rata suhu udara di Kabupaten Malang pada tahun 2020 dan 2021 menunjukkan angka kurang dari 25°C. Wilayah dengan suhu rendah memiliki resiko yang tinggi untuk terjadinya penularan TB.<sup>22</sup> Teori tersebut berbeda dengan hasil temuan di Kota Batu dimana suhu udara di Kota Batu cenderung rendah tetapi memiliki jumlah kasus TB yang rendah pula. Hal tersebut dapat berarti bahwa suhu udara bukan menjadi faktor penyebab kejadian TB di Kota Batu, tetapi bisa menjadi faktor penyebab di Kabupaten Malang. Suhu udara dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya yaitu ketinggian wilayah. Semakin tinggi wilayah maka suhu udara akan semakin rendah. Wilayah dataran rendah cenderung lebih beresiko untuk memiliki jumlah kasus TB yang tinggi.<sup>8ye</sup> Kota Batu termasuk dalam wilayah dataran tinggi, maka

dari itu faktor ketinggian wilayah yang berhubungan dengan suhu udara mungkin dapat menjadi faktor yang mempengaruhi kejadian TB.

### *Persebaran kelembapan udara dengan kejadian tuberkulosis*

Wilayah di Malang Raya yang tergolong memiliki rata-rata kelembapan udara yang tinggi adalah di Kota Malang dan Kabupaten Malang dengan rata-rata kelembapan tahunnya menunjukkan angka lebih dari 70% yang mana Kota Malang memiliki jumlah kasus TB yang tergolong sedang dan Kabupaten Malang memiliki jumlah kasus TB yang tergolong tinggi. Dilihat dari hasil pemetaan spasial antara kelembapan udara dengan kejadian TB, walaupun wilayah Kabupaten Malang pada tahun 2021 memiliki kelembapan udara yang tergolong rendah daripada wilayah lainnya di Malang Raya tetapi rata-rata kelembapan udara pada tahun tersebut mencapai lebih dari 70%. Hal tersebut dapat berarti bahwa kejadian TB akan tinggi di wilayah dengan tingkat kelembapan udara yang tinggi. Tingginya kelembapan udara akan memperlambat sirkulasi udara, kondisi tersebut akan mengakibatkan bakteri *Mycobacterium tuberculosis* tinggal di udara dalam waktu yang lama.<sup>13</sup> Kelembapan yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya pembentukan aerosol yang lebih besar yang terdiri dari basil *Mycobacterium tuberculosis*. Hal tersebut mengakibatkan banyak mikroorganisme yang masuk ke dalam tubuh, meningkatkan kemampuan bakteri untuk menularkan penyakit, dan mengganggu sistem kekebalan tubuh.<sup>7</sup>

### *Persebaran curah hujan dengan kejadian tuberkulosis*

Curah hujan yang tinggi akan menjadi kondisi yang baik untuk penularan penyakit.<sup>12</sup> Berdasarkan hasil pemetaan spasial, intensitas curah hujan tinggi di Malang Raya berada di Kota Malang dan Kabupaten Malang dengan masing-masing wilayah tersebut memiliki jumlah kasus TB yang tergolong sedang hingga tinggi. Hasil temuan tersebut dapat berarti bahwa wilayah dengan curah hujan tinggi akan

memiliki kejadian TB yang tinggi pula. Penelitian ini sejalan dengan penelitian spasial temporal oleh Sadeq dan Bourkadi (2018) di Maroko yang menunjukkan antara curah hujan dengan kejadian TB memiliki korelasi yang positif.<sup>16</sup>

## Kesimpulan

Pola persebaran kejadian TB yang cenderung tinggi terjadi pada daerah dengan cakupan rumah sehat yang rendah, cakupan rumah ber-PHBS yang rendah, kepadatan penduduk yang tinggi, suhu udara yang tinggi, kelembaban udara yang tinggi dan curah hujan yang tinggi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi gambaran bagi masyarakat mengenai persebaran kejadian TB di Malang Raya. Dinas Kesehatan juga diharapkan dapat lebih memanfaatkan SIG dalam pengembangan program, khususnya dalam program penyakit menular. Peneliti juga berharap hasil penelitian dapat digunakan sebagai acuan bagi Dinas Kesehatan atau puskesmas dalam menyusun kebijakan atau program mengenai penyakit tuberkulosis, dimana kebijakan dan program kesehatan tersebut dapat disesuaikan dan diprioritaskan pada faktor-faktor yang berkorelasi dengan kejadian penyakit tuberkulosis di Malang Raya. Saran untuk peneliti lain yang ingin membahas mengenai analisis spasial penyakit tuberkulosis adalah menggunakan individu sebagai subjek dan mengambil koordinat lokasi penderita tuberkulosis secara langsung sehingga pola persebarannya dapat terlihat lebih jelas.<sup>16</sup>

## Ucapan Terima Kasih

Our thanks to JEKK for allowing us to modify templates they had developed.

## Daftar Pustaka

1. Apriyandika, D., Yulianto, F. A., dan Feriandi, Y. (2013). Hubungan kepadatan penduduk dengan kejadian demam berdarah dengue di Kota Bandung Tahun 2013. *Prosiding Pendidikan Dokter*, 740–745.
2. Chaw, L., Liew, S. Q. R., & Wong, J. 2022. Association between climate variables and pulmonary tuberculosis incidence in Brunei Darussalam. *Scientific Reports*, 12(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-12796-z>
3. Dhamayanti, G., Yanti, A. R., Nurdani, H., dan Suningsih, R. 2017. Analisis spasial penyakit tuberkulosis paru di Kalimantan Tengah Tahun 2017. *Bikfokes*, 1, 1–10.
4. Dinas Kesehatan Kota Malang. (2021)
5. Profil Kesehatan Kota Malang Tahun 2020. In Dinas Kesehatan Kota Malang. <https://dinkes.malangkota.go.id/wp-content/uploads/sites/104/2021/07/profilkes-2020.pdf>
6. Fitriyani, S., dan Sari, M. 2021. Analisis spasial temporal sosiodemografi dan variabilitas iklim terhadap kejadian tuberkulosis Paru BTA Positif di Provinsi Jawa Barat Tahun 2013-2017. *Jurnal Untuk Masyarakat Sehat (JUKMAS)*, 5(2), 140–150.
7. Ghadimi-Moghadam, A., Salahi, M., Ghatte, M. A., Ghadimi-Moghadam, A., Kannejad, Z., Mosavi, A., Ramshk, O., dan Khoramrooz, S. 2020. Environmental and climatic factors influencing the occurrence and distribution of Tuberculosis in Southwest Iran: A GIS-Based Study. *Acta Medica Mediterranea*, 36(1), 557–563. [https://doi.org/10.19193/0393-6384\\_2020\\_1\\_88](https://doi.org/10.19193/0393-6384_2020_1_88)
8. Hartanto, T. D., Saraswati, L. D., Adi, M. S., dan Udiyono, A. 2019. Analisis spasial persebaran kasus tuberkulosis paru di Kota Semarang Tahun 2018. *JURNAL KESEHATAN MASYARAKAT (e-Journal)*, 7(4), 719–727.
9. Ilmawan, H., dan Santosa, P. B. 2021. Visualisasi data statistik Kabupaten Banyumas menggunakan peta interaktif. *geoid*, 16(2), 150. <https://doi.org/10.12962/j24423998.v16i2.7842>
10. Jawa Timur dalam Angka Tahun 2020. (2020). Badan Pusat Statistik Jawa Timur.
11. Kemenkes RI. (2012). Profil Kesehatan Indonesia. Kementerian Kesehatan

- Republik Indonesia.
12. Mirski, T., Bartoszcze, M., and Bielawska-drózd, A. 2012. Impact of climate change on infectious diseases. *Polish Journal of Environmental Studies*, 21(January), 525–532.
  13. Mohidem, N. A., Osman, M., Hashim, Z., Muharam, F. M., Elias, S. M., and Shaharudin, R. 2021. Association of sociodemographic and environmental factors with spatial distribution of tuberculosis cases in Gombak, Selangor, Malaysia. In *PLoS ONE* (Vol. 16, Issue 6 June 2021). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252146>
  14. Noerhalimah, T. 2020. Cakupan PHBS skala rumah tangga dan proporsi rumah sehat dengan kejadian tuberculosis di Jawa Barat. *Jph Recode*, 4(1), 28–42.
  15. Pakaya, R., Oliy, M. R., Djafar, L., Masyarakat, F. K., dan Gorontalo, U. 2021. Distribusi spasial tuberculosis paru BTA Positif berhubungan dengan faktor cuaca di Kota Gorontalo Tahun 2016-2018. 4(1), 1–12.
  16. Sadeq, M., and Bourkadi, J. E. 2018. Spatiotemporal distribution and predictors of tuberculosis incidence in Morocco. *Infectious Diseases of Poverty*, 7(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s40249-018-0429-0>
  17. Sasmita, S., Junaid, J., dan Ainurafiq, A. 2017. Pola spasial kejadian TB paru BTA positif di Wilayah Kerja Puskesmas Puuwatu Tahun 2013-2015. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kesehatan Masyarakat Unsyiah*, 2(6), 198279.
  18. Siwiendrayanti, A., Sukendra, D. M., dan Arofah, D. 2018. Analisis spasial dan temporal persebaran kasus baru TB paru BTA (+) di Kabupaten Batang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 17(2), 95. <https://doi.org/10.14710/jkli.17.2.95-103>
  19. Sumarmi, dan Duarsa, S. 2014. Analisis hubungan kondisi fisik rumah dengan kejadian TB Paru BTA Positif di Puskesmas Kotabumi II, Bukit Kemuning dan Ulak Rengas Kab. Lampung Utara Tahun 2012. *Jurnal Kedokteran Yarsi*, 22(2), 82–101. <https://media.neliti.com/media/publications/4906-ID-hubungan-antara-perilaku-ibu-dan-lingkungan-fisik-rumah-dengan-kejadian-tuberkul.pdf>
  20. Surjati, E. 2020. Pola spasial persebaran penyakit TB paru di Kota Malang. *JPIG (Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Geografi)*, 5(1), 33–45. <https://doi.org/10.21067/jpig.v5i1.4144>
  21. World Health Organization. 2021. *Global Tuberculosis Report 2020*.
  22. Ye, R., Cui, L., Zhou, J., Wang, M., Jia, C., & Ruan, S. 2019. Effect of ambient temperature on incidence of tuberculosis and effect modification by meteorological factors in Jinan, China During 2012-2015. *Research Square (Preprint Version 1)*, 1–24.