



## **ANALISIS GEOSPASIAL UNTUK MENGIDENTIFIKASI *HOTSPOT* KASUS TUBERKULOSIS DI KABUPATEN SAROLANGUN TAHUN 2018-2021**

**Helmi Suryani Nasution\*, Muhammad Syukri**

Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Jambi,  
Jl. Letjend Soeprapto No.33, Telanaipura, Jambi, 36122, Indonesia

\*[helmisuryani@unja.ac.id](mailto:helmisuryani@unja.ac.id)

### **ABSTRAK**

Tuberkulosis masih menjadi masalah baik di tingkat global, Indonesia, dan juga Provinsi Jambi. Kabupaten Sarolangun masih belum mencapai target *treatment coverage* kasus TB. Identifikasi wilayah yang perlu mendapatkan prioritas adalah hal yang penting dalam program penanggulangan TB. Belum ada penelitian TB spasial yang dilakukan di Kabupaten Sarolangun. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi *hotspot* kasus TB secara geospasial di Kabupaten Sarolangun tahun 2018-2021. Data kasus TB diperoleh dari Sistem Informasi Tuberkulosis (SITB). Desain penelitian adalah studi ekologi. Unit analisis adalah desa/kelurahan. Data diolah menggunakan aplikasi *open-source* yaitu Geoda 1.20 dengan metode analisis adalah Getis Ord G\*. Kasus TB di Kabupaten Sarolangun membentuk kluster. *Hotspot* kasus TB di Kabupaten Sarolangun mengkluster di wilayah padat penduduk yang juga dikenal sebagai pusat bisnis dan ekonomi. Kegiatan pencegahan dan pengendalian TB di Kabupaten Sarolangun diharapkan dapat terus ditingkatkan terutama di desa/kelurahan yang merupakan *hotspot* kasus TB.

Kata kunci: *hotspot*; kluster; sarolangun; spasial; tuberkulosis

## **GEOSPATIAL ANALYSIS TO IDENTIFY HOTSPOTS OF TUBERCULOSIS CASES IN SAROLANGUN DISTRICT 2018-2021**

### **ABSTRACT**

*Tuberculosis is still an issue at the global, Indonesian, and Jambi Province levels. Sarolangun District has not yet reached the target of TB treatment coverage. Identification of areas that need priority is important. There is no TB spatial study that has been conducted in Sarolangun District. The aim of this study is to identify geospatial hotspots of TB cases in Sarolangun District in 2018-2021. Source of TB cases is received from the Tuberculosis Information System (SITB). This study is an ecological study. The unit of analysis is village. The data is processed using an open-source application, namely Geoda 1.20. The analysis method is Getis Ord G\*. TB cases in Sarolangun District are clustered. The hotspots of TB cases in Sarolangun District are clustered in densely populated areas and known as the business and economic centers. It is expected that TB prevention and control activities in Sarolangun District can be improved continuously, especially in villages that are identified as the hotspots of TB cases.*

*Keywords: cluster; hotspot; sarolangun; spatial; tuberkulosis*

### **PENDAHULUAN**

Tuberkulosis (TB) merupakan penyakit menular yang menjadi penyebab utama kesakitan dan salah satu penyebab kematian di dunia. Hingga terjadinya pandemi coronavirus, covid-19, TB masih menjadi penyebab utama kematian akibat agen infeksius tunggal yang posisinya berada di atas HIV/AIDS (World Health Organization, 2022). Diperkirakan terdapat 10,6 juta orang di seluruh dunia yang mengalami TB (95%CI 9,9-11 juta) pada tahun 2021. Angka ini mengalami peningkatan sebesar 4,5% jika dibandingkan dengan perkiraan kasus TB di tahun 2021. Jumlah total kematian karena TB pada tahun 2021 adalah 1,6 juta. Angka ini juga menunjukkan peningkatan sekitar 1 juta kasus jika dibandingkan dengan jumlah kematian di tahun 2020 (World Health Organization, 2022).

Indonesia di tahun 2021 berada di peringkat kedua kasus TB yang menyumbang 9,2% kasus insiden TB global dan termasuk salah satu dari empat negara yang mengalami peningkatan kematian akibat TB yang terbesar di dunia. Estimasi insiden kasus TB tahun 2021 di Indonesia adalah 969.000 (872.000-1.070.000) kasus atau 354 kasus per 100.000 penduduk. Total jumlah yang meninggal karena TB diperkirakan sebanyak 150.500 kasus atau 54,4 kasus per 100.000 penduduk (World Health Organization, 2022).

Di Indonesia, angka *treatment coverage* (TC) pada tahun 2021 adalah 45%. Angka ini masih berada di bawah target nasional yaitu 85%. Di tahun 2021, Provinsi Jambi merupakan provinsi dengan angka TC terendah ke-4 di antara seluruh provinsi di Indonesia yaitu 27%. (*Dashboard – TBC Indonesia*, n.d.). Kabupaten/kota dengan angka TC tertinggi di tahun 2020 adalah Kabupaten Sarolangun. Angka TC di kabupaten ini sebesar 34,8% (Dinas kesehatan Provinsi Jambi, 2021). Meskipun angka TC ini tertinggi di Provinsi Jambi, angka ini juga masih berada di jauh di bawah target TC TB nasional. Beberapa faktor yang mendorong terjadinya terjadinya penularan TB di komunitas di antaranya adalah prevalensi TB, kapasitas pelayanan kesehatan, sistem kesehatan masyarakat yang mampu mengidentifikasi dan mengobati secara efektif orang yang mengalami TB, pola bauran sosial (usia, struktur demografi, perilaku, kepadatan penduduk, pola migrasi), faktor lingkungan (kepadatan, ventilasi), dan perbedaan *strain Mycobacterium tuberculosis* (Mathema et al., 2017).

Penelitian mengenai TB di Kabupaten Sarolangun belum banyak dilakukan. Sejauh pengetahuan peneliti, beberapa penelitian yang pernah dilakukan di kabupaten tersebut adalah penelitian mengenai faktor-faktor yang berhubungan dengan pengawas menelan obat dengan kepatuhan penderita TB (Izi & Mahendradhata, 2008) dan faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian TB pada Suku Anak Dalam (Septiani, 2022). Penelitian TB spasial sebenarnya telah banyak dilakukan baik di Indonesia (Amalia & Setiyadi, 2021; Asyary et al., 2019; Siwiendrayanti et al., 2018) maupun di negara lain (Dangisso et al., 2015; Hassarangsee et al., 2015; Silva et al., 2016). Beberapa penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui wilayah yang perlu dijadikan prioritas dalam pengendalian TB (Gwitira et al., 2021; Kiani et al., 2021; Sales et al., 2010). Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat digunakan dalam program pencegahan dan penanggulangan TB karena sistem ini dapat memetakan variasi geografis suatu wilayah. Identifikasi spasial dan temporal juga memungkinkan visualisasi dan pemantauan penyakit dari data distribusi dan pola data dalam konteks ruang dan waktu (Kiani et al., 2021; Olaya, 2018).

Dari hasil penelusuran literatur, penelitian TB spasial belum pernah dilakukan di Kabupaten Sarolangun. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi *hotspot* kasus TB secara geospasial di Kabupaten Sarolangun tahun 2018-2021. Dengan angka TC yang masih berada di bawah target nasional, diharapkan Dinas Kesehatan Kabupaten Sarolangun dapat meningkatkan upaya pencegahan dan pengendalian TB secara lebih efektif. Salah satunya dengan cara diketahuinya wilayah *hotspot* di Kabupaten Sarolangun. Berdasarkan penelitian, insiden TB dapat diturunkan sebesar 1,4-1,8 kali lipat untuk setiap intervensi jika dilakukan di wilayah *hotspot* (Shrestha et al., 2021).

## **METODE**

Secara geografis Kabupaten Sarolangun terletak antara 102°03'39" sampai 103°13'17" Bujur timur dan antara 01°53'39" sampai 02°46'24" Lintang Selatan. Luas wilayah Kabupaten Sarolangun adalah 5.941,13 km<sup>2</sup>. Kabupaten Sarolangun terdiri atas 11 kecamatan dan 158 desa/kelurahan dengan proyeksi jumlah penduduk pada 2021 sebanyak 293.600 jiwa (BPS

Kabupaten Sarolangun, 2022b). Peta wilayah Kabupaten Sarolangun dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 1. Peta Administrasi Kabupaten Sarolangun

Desain penelitian yang digunakan adalah desain penelitian ekologi. Unit analisis adalah desa/kelurahan yang ada di Kabupaten Sarolangun. Sebelumnya data diolah ke dalam *Microsoft Excel* untuk kemudian dianalisis dengan aplikasi *open-source* Geoda 1.20. Metode analisis yang digunakan adalah Getis Ord  $G^*$ . Peta tematik bertujuan untuk memperlihatkan sebaran proporsi kasus TB per desa/kelurahan. Analisis Getis Ord  $G^*$  memiliki tujuan menemukan wilayah klaster TB. Konsep umum dan penting yang bisa ditemukan dalam literatur analisis spasial bahwa di mana pengamatan yang lebih dekat dalam keruangan cenderung lebih terkait dan mirip daripada yang berjauhan (Waters, 2017). Pengelompokan spasial atau autokorelasi dapat didefinisikan sebagai agregasi spasial peristiwa penyakit atau faktor risiko yang tidak mungkin terjadi secara kebetulan, terutama setelah diketahui faktor risiko yang mempengaruhi distribusi spasial telah diperhitungkan (Lessler et al., 2017).

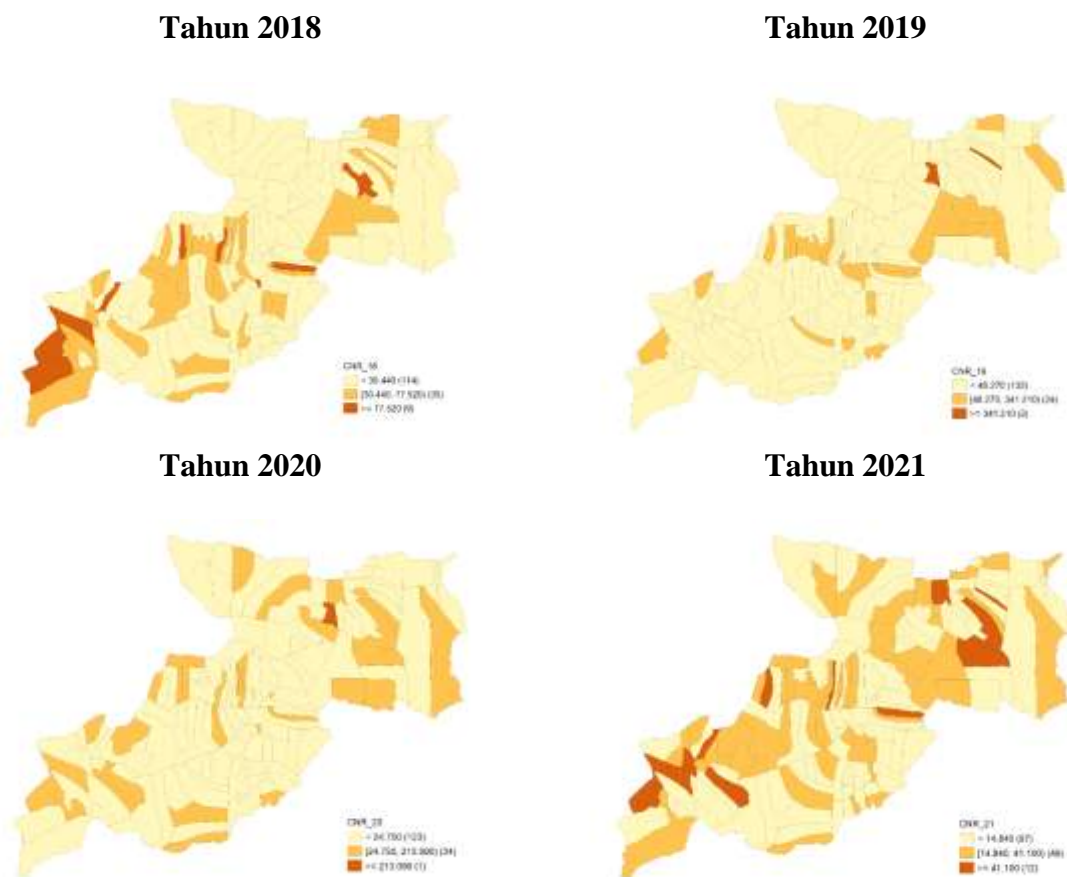
Kasus TB yang dimaksud dalam penelitian ini adalah semua kasus TB baik kasus yang terkonfirmasi secara bakteriologis maupun terdiagnosis secara klinis yang memulai pengobatan dari 1 Januari 2018 sampai dengan 31 Desember 2021. Data laporan kasus TB bersumber dari Sistem Informasi Tuberkulosis (SITB) Dinas Kesehatan Provinsi Jambi. SITB merupakan sistem pencatatan dan pelaporan kasus TB secara *online* yang digunakan di fasilitas pelayanan kesehatan, dinas kesehatan kabupaten/kota dinas kesehatan provinsi, dan Kementerian Kesehatan. Data jumlah penduduk yang digunakan dalam penelitian bersumber dari publikasi yang diperoleh dari *website* Badan Pusat Statistik Kabupaten Sarolangun tahun 2018-2021. Data ini kemudian dimasukkan ke dalam aplikasi spasial dalam bentuk agregat berdasarkan jumlah penduduk per desa/kelurahan.

## HASIL

Jumlah semua kasus TB yang dilaporkan di Kabupaten Sarolangun menunjukkan trend menurun. Jumlah semua kasus TB pada tahun 2018 sebesar 526 kasus kemudian di tahun 2019 sedikit mengalami penurunan menjadi 515 kasus. Angka ini kemudian menurun cukup tajam di tahun 2020 dan 2021 di mana jumlah kasusnya secara berturut-turut adalah 361 kasus dan 354 kasus. Jika dihitung ke dalam *case notification rate* (CNR), angka ini secara berturut-turut adalah 18 per 10.000 penduduk, 19 per 10.000 penduduk, 12 per 10.000 penduduk, dan 11 per 10.000 penduduk.

### Sebaran Proporsi Kasus TB

Sebaran kasus TB secara spasial per desa/kelurahan di Kabupaten Sarolangun pada tahun 2018-2021 dapat terlihat pada gambar di bawah ini. Angka dalam gambar ini merupakan jumlah seluruh kasus TB dibagi dengan jumlah penduduk yang kemudian dikali dengan 10.000 penduduk. Angka ini merupakan CNR TB per 10.000 penduduk. Kategori CNR pada peta sebaran kasus TB dibuat secara otomatis menggunakan pilihan menu *natural breaks* pada aplikasi Geoda 10.2.

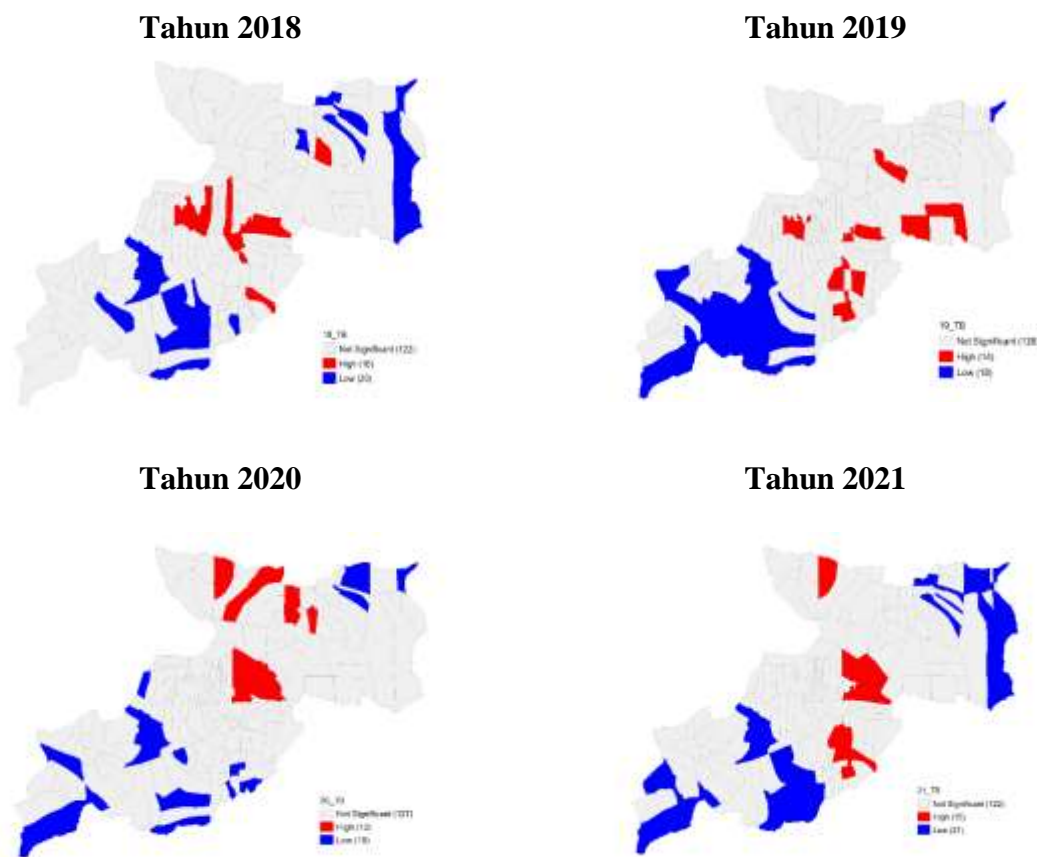


Gambar 2. Peta Sebaran Kasus TB di Kabupaten Sarolangun Tahun 2018-2021

Dari gambar di atas terlihat bahwa CNR TB dari tahun ke tahun bervariasi. CNR TB tahun 2018-2021 berada di rentang  $< 15 - \geq 341$  kasus per 10.000 penduduk. Dari 158 desa/kelurahan, sebagian besar desa/kelurahan memiliki CNR berkisar antara  $< 15 - < 46$  kasus per 10.000 penduduk. CNR  $< 15$  per 10.000 penduduk terjadi di tahun 2021 di 97 desa/kelurahan (61%) sementara CNR  $< 46$  kasus per 10.000 penduduk terjadi di tahun 2019 di 132 desa/kelurahan (84%). Hanya sebagian kecil desa/kelurahan dengan CNR  $\geq 41 - 341$  kasus per 10.000 penduduk. CNR  $\geq 41$  kasus per 10.000 penduduk terjadi di tahun 2021 di 12 desa/kelurahan (8%) sementara CNR  $\geq 341$  kasus per 10.000 penduduk terjadi di tahun 2019 di 2 desa/kelurahan (1%).

### Klaster Kasus TB

Gambaran pola sebaran atau klaster kasus TB berbasis lokal dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Peta Klaster Kasus TB di Kabupaten Sarolangun Tahun 2018-2021

Penelitian ini menunjukkan bahwa klaster kasus TB yang tinggi (*high*) atau *hotspot* dari tahun 2018-2021 secara konsisten berada di beberapa wilayah di bagian tengah Kabupaten Sarolangun yaitu Kecamatan Sarolangun. Selain di Kecamatan Sarolangun, klaster kasus TB yang tinggi di tahun 2018 juga terdapat di beberapa desa/kelurahan di Kecamatan Air Hitam dan di Kecamatan Singkut. Di tahun 2019, kasus TB yang tinggi terdapat di Kecamatan Pelawan, Kecamatan Pauh, Kecamatan Singkut, dan Kecamatan Bathin VIII. Di tahun 2020, klaster kasus TB terlihat di beberapa wilayah di bagian utara Kabupaten Sarolangun yaitu di beberapa desa/kelurahan di Kecamatan Pauh dan Mandiangin. Di tahun 2021, sebagian besar klaster kasus TB yang tinggi terjadi di Kecamatan Sarolangun. Selain itu, klaster kasus juga terlihat di Kecamatan Singkut, Kecamatan Pauh, dan Kecamatan Pelawan. Jumlah klaster dengan kasus TB yang tinggi di tahun 2018-2021 secara berturut-turut terdapat di 16 (10%), 14 (9%), 13 (8%), dan 15 (9%) desa/kelurahan. Jumlah klaster dengan kasus TB yang rendah (*low*) di tahun 2018-2021 secara berturut-turut terjadi di 20 (13%), 18 (11%), 18 (11%), dan 21 (13%) desa/kelurahan.

*Hotspot* TB di tahun 2018 terdapat di Dusun Sarolangun, Sukasari, Pasar Sarolangun, Sarolangun Kembang, Gunung Kembang, Sungai Abang, Pulau Aro, Pelawan Jaya, Pemusiran, Pendarun, Pulau Lintang, Teluk Kecibung, Dusun Dalam, Suka Jadi, Teluk Mancur, Payo Lebar. Sementara itu, *hotspot* TB di tahun 2019 terdapat di Dusun Sarolangun, Sukasari, Sarolangun Kembang, Semaran, Sepintun, Seko Besar, Sungai Merah, Batu Putih, Pelawan Jaya, Teluk Kecibung, Suka Jadi, Sungai Benteng, Bukit Tigo, Sungai Gedang.

Desa/kelurahan yang termasuk ke dalam *hotspot* TB di tahun 2020 adalah di Dusun Sarolangun, Sukasari, Pasar Sarolangun, Sarolangun Kembang, Aur Gading, Bernai, Lidung, Ladang Panjang, Gurun Tuo Simpang, Gurun Mudo, Gurun Baru, Lubuk Jering, Semurung. Pada tahun 2021, *hotspot* TB terdapat di Dusun Sarolangun, Sukasari, Pasar Sarolangun, Sarolangun Kembang, Gunung Kembang, Lidung, Ladang Panjang, Pengindaran, Pelawan, Sungai Merah, Lubuk Jering, Bukit Tigo, Sungai Gedang, Payo Lebar, Pasar Singkut.

## PEMBAHASAN

Trend penemuan jumlah kasus TB di Kabupaten Sarolangun menunjukkan penurunan yang signifikan di masa pandemi covid-19 yaitu sejak tahun 2020-2021. Penurunan notifikasi kasus TB juga terjadi hampir di seluruh dunia saat pandemi covid-19 terjadi. Pandemi covid-19 berdampak terhadap akses diagnosis dan pengobatan TB. Dampak yang jelas terlihat adalah penurunan jumlah kasus TB yang dilaporkan. Indonesia termasuk ke dalam tiga negara yang berkontribusi besar terhadap penurunan kasus TB dunia di tahun 2020 (World Health Organization, 2022).

Angka CNR Kabupaten Sarolangun tergolong kecil baik di tingkat kabupaten maupun di sebagian besar desa/kelurahan. Angka CNR yang sangat besar hanya terjadi di tahun 2019 dan 2020 di mana terdapat 1-2 desa/kelurahan di tempat yang sama yang memiliki CNR cukup besar  $\geq 213$  dan  $\geq 341$  kasus per 10.000 kasus. Wilayah ini ada di sekitar Kecamatan Mandiangin. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Sarolangun tahun 2021, kepadatan penduduk di Mandiangin tergolong rendah yaitu 31 jiwa per km<sup>2</sup> (BPS Kabupaten Sarolangun, 2022b). Hal ini berbeda dengan hasil penelitian di Brazil yang menyatakan bahwa densitas kasus tertinggi sangat terkait dengan kepadatan penduduk yang lebih tinggi (Silva et al., 2016). Penelitian ini berbeda dengan penelitian tersebut. Hal ini mungkin disebabkan karena TC Kabupaten Sarolangun yang cukup rendah yaitu 34,8%. Dengan demikian, diperkirakan terdapat 65,2% kasus di antara insiden TB yang tidak tercatat dan dilaporkan ke dalam SITB. Penjelasan lain adalah karena CNR di tingkat sub-nasional hanya menggambarkan upaya program TB dan akses ke pelayanan kesehatan dibandingkan beban TB. CNR TB lebih baik digunakan untuk monitoring dan evaluasi upaya pengendalian TB daripada menggambarkan epidemi TB (Van Gorp et al., 2020).

Klaster *hotspot* kasus TB di Kabupaten Sarolangun di tahun 2018-2021 terjadi di bagian tengah. Selama empat tahun, *hotspot* TB secara konsisten terdapat di Kecamatan Sarolangun. Kecamatan Sarolangun merupakan kecamatan yang memiliki kepadatan penduduk tertinggi yaitu 206 jiwa/km<sup>2</sup> (BPS Kabupaten Sarolangun, 2022b). *Hotspot* TB di Kecamatan Sarolangun terjadi di Desa/Kelurahan Dusun Sarolangun, Sukasari, dan Sarolangun Kembang. Di kecamatan tersebut, terdapat juga 1 desa/kelurahan yang selama 3 tahun merupakan klaster *hotspot* TB yaitu Desa/Kelurahan Pasar Sarolangun. Desa/Kelurahan Pasar Sarolangun merupakan wilayah yang paling padat penduduknya (3.917 jiwa per km<sup>2</sup>) yang kemudian disusul oleh Desa/Kelurahan Sukasari (3.012 jiwa per km<sup>2</sup>). Meskipun kepadatan penduduk di Desa/Kelurahan Sarolangun Kembang tidak terlalu tinggi, akan tetapi jumlah penduduknya tergolong tinggi. Desa/Kelurahan Sukasari, Pasar Sarolangun, dan Sarolangun Kembang kemungkinan besar menjadi *hotspot* TB karena wilayah tersebut merupakan pusat bisnis dan ekonomi (BPS Kabupaten Sarolangun, 2022a). Penelitian pada populasi pedesaan di Afrika Selatan menunjukkan bahwa klaster TB dapat terjadi di wilayah yang pergerakan populasinya tinggi (Tomita et al., 2019).



## SIMPULAN

Kasus TB di Kabupaten Sarolangun membentuk klaster. Klaster *hotspot* kasus TB di Kabupaten Sarolangun selama 4 tahun berturut-turut (tahun 2018-2021) terjadi di 3 kelurahan di Kecamatan Sarolangun yaitu Desa/Kelurahan Dusun Sarolangun, Sukasari, dan Sarolangun Kembang yang merupakan wilayah dengan kepadatan penduduk yang tinggi dan pusat perdagangan. Kegiatan pencegahan dan pengendalian TB di Kabupaten Sarolangun diharapkan dapat terus ditingkatkan terutama di desa/kelurahan yang merupakan *hotspot* kasus TB.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, A. I., & Setiyadi, N. A. (2021). *Analisis Spasial Tuberkulosis 2018 – 2020 : Kabupaten Magelang , Indonesia*. 04(November), 1–9.
- Asyary, A., Prasetyo, A., Eryando, T., & Mahendradhata, Y. (2019). Predicting transmission of pulmonary tuberculosis in Daerah Istimewa Yogyakarta Province, Indonesia. *Geospatial Health*, 14(1). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4081/gh.2019.673>
- BPS Kabupaten Sarolangun. (2022a). *Badan Pusat Statistik*. BPS Kabupaten Sarolangun. <https://sarolangunkab.bps.go.id/publication/2022/09/26/468acebb3a0dd97f80b1c3c0/kecamatan-sarolangun-dalam-angka-2022.html>
- BPS Kabupaten Sarolangun. (2022b). *Kabupaten Sarolangun Dalam Angka 2022*. <https://sarolangunkab.bps.go.id/publication/2022/02/25/bfd76e2151cb566e03ff7452/kabupaten-sarolangun-dalam-angka-2022.html>
- Dangisso, M. H., Datiko, D. G., & Lindtjörn, B. (2015). Spatio-Temporal Analysis of Smear-Positive Tuberculosis in the Sidama Zone, Southern Ethiopia. *PLoS One*, 10(6). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0126369>
- Dashboard – TBC Indonesia*. (n.d.). Retrieved December 28, 2022, from <https://tbindonesia.or.id/pustaka-tbc/dashboard/>
- Dinas kesehatan Provinsi Jambi. (2021). *Profil Kesehatan Provinsi Jambi 2020* (Issue 08).
- Gwitira, I., Karumazondo, N., Shekede, M. D., Sandy, C., Siziba, N., & Chirenda, J. (2021). Spatial patterns of pulmonary tuberculosis (TB) cases in Zimbabwe from 2015 to 2018. *PLoS One*, 16(4). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0249523>
- Hassarangsee, S., Tripathi, N. K., & Souris, M. (2015). Spatial pattern detection of tuberculosis: a case study of Si Sa Ket Province, Thailand. *International Journal of ...* <https://www.mdpi.com/1660-4601/12/12/16005>
- Izi, M., & Mahendradhata, Y. (2008). *Pengawas menelan obat dan kepatuhan penderita TB Paru di Kabupaten Sarolangun* [Universitas Gajah Mada]. <http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/40840>
- Kiani, B., Raouf Rahmati, A., Bergquist, R., Hashtarkhani, S., Firouraghi, N., Bagheri, N., Moghaddas, E., & Mohammadi, A. (2021). Spatio-temporal epidemiology of the tuberculosis incidence rate in Iran 2008 to 2018. *BMC Public Health*, 21(1), 1–20. <https://doi.org/10.1186/S12889-021-11157-1/FIGURES/8>
- Lessler, J., Azman, A. S., McKay, H. S., & Moore, S. M. (2017). What is a Hotspot Anyway? *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 96(6), 1270. <https://doi.org/10.4269/AJTMH.16-0427>

- Mathema, B., Andrews, J. R., Cohen, T., Borgdorff, M. W., Behr, M., Glynn, J. R., Rustomjee, R., Silk, B. J., & Wood, R. (2017). Drivers of Tuberculosis Transmission. *The Journal of Infectious Diseases*, 216(suppl\_6), S644–S653. <https://doi.org/10.1093/INFDIS/JIX354>
- Olaya, V. (2018). *Introduction to GIS*. Creative Commons Attribution.
- Sales, C. M. M., Figueiredo, T. A. M. de, Zandonade, E. E., & Maciel, E. L. N. (2010). Spatial analysis on childhood tuberculosis in the state of Espirito Santo, Brazil, 2000 to 2007. *Revista Da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 43(4). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822010000400020>
- Septiani, S. (2022). *Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Tuberkulosis pada Suku Anak Dalam (SAD) di Desa Bukit Suban Kabupaten Sarolangun Tahun 2022* [Universitas Jambi]. <https://repository.unja.ac.id/>
- Shrestha, S., Reja, M., Gomes, I., Baik, Y., Pennington, J., Islam, S., Faisal, A. J., Cordon, O., Roy, T., Suarez, P. G., Hussain, H., & Dowdy, D. (2021). Quantifying geographic heterogeneity in TB incidence and the potential impact of geographically targeted interventions in South and North City Corporations of Dhaka, Bangladesh: a model-based study. *Epidemiology and Infection*, 149. <https://doi.org/10.1017/S0950268821000832>
- Silva, M. de A. e, Oliveira, C. D. L., Neto, R. G. T., & Camargos, P. A. (2016). Spatial distribution of tuberculosis from 2002 to 2012 in a midsize city in Brazil. *BMC Public Health*, 16, 1. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1186/s12889-016-3575-y>
- Siwiendrayanti, A., Sukendra, D. M., & 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>
- Tomita, A., Smith, C. M., Lessells, R. J., Pym, A., Grant, A. D., de Oliveira, T., & Tanser, F. (2019). Space-time clustering of recently-diagnosed tuberculosis and impact of ART scale-up: Evidence from an HIV hyper-endemic rural South African population. *Scientific Reports (Nature Publisher Group)*, 9, 1–9. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-46455-7>
- Waters, N. (2017). Tobler's First Law of Geography. *International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology*, 1–13. <https://doi.org/10.1002/9781118786352.WBIEG1011>
- World Health Organization. (2022). *Global Tuberculosis Report 2022*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240061729>