

## Research Article

# Sistem informasi geografis untuk pemetaan sebaran kasus tuberkulosis di wilayah Kota Manado

*Geographic information systems for mapping the distribution of tuberculosis cases in the City of Manado*

Meityn Disye Kasaluhe<sup>1</sup>, Anis Fuad<sup>2</sup>, Riris Andono Ahmad<sup>2</sup>

### Abstract

**Purpose:** To describe the distribution of TB cases using spatial analysis such as overlay, buffer and cluster in Manado region 2018. **Method:** This study used survey research with cross sectional approach and Geographic Information System was used in Tuberculosis spreading cases mapping. Spatial clustering by SaTScan 9.6 and mapping by ArcMap 10.4.1. **Results:** In this study, the number of identifiable TB cases was 475 cases and spread in 10 sub-districts in the Manado region. The area with the highest number of TB cases was Wanea District, which was 112 (23.58%) and the area with few cases was Paal Dua District which was 23 (4.84%). Buffer analysis between the distance of the TB cases and the city center showed that the TB cases mostly had a residence with a distance of 2 km from the city center was 152 (32%). There are 6 clusters of TB cases in the city of Manado. 1<sup>st</sup> cluster was in Wanea district, 2<sup>nd</sup> cluster was in Singkil district, 3<sup>th</sup> cluster was between Malalayang district and Sario district, 4<sup>th</sup> cluster was located between Tuminting district and Bunaken district, 5<sup>th</sup> cluster was between Mapanget district and Singkil district, 6<sup>th</sup> cluster was between Wanea district, Wenang district, Sario district and Paal Dua district. **Conclusion:** Tuberculosis is a multifactorial disease. Geographical information systems for mapping the distribution of TB cases can be identified in areas that have special characteristics that can support transmission of TB. Mapping of Tuberculosis was expected to help in planning a program to restraint Tuberculosis in the Manado region.

**Keywords:** spatial, tuberculosis, population density

**Dikirim:**  
12 Juli 2019

**Diterbitkan:**  
25 November 2019

<sup>1</sup> Departemen Perilaku Kesehatan, Lingkungan, dan Kedokteran Sosial, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada (E-mail: Meityn.d.k@mail.ugm.ac.id)

<sup>2</sup> Departemen Biostatistik, Epidemiologi, dan Kesehatan Populasi, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada

## PENDAHULUAN

Penyakit tuberkulosis (TB) sampai saat ini masih merupakan masalah kesehatan masyarakat di dunia. Jutaan orang tertular penyakit TB setiap tahun. Pada tahun 2017, TB menyebabkan sekitar 1,3 juta kematian di antara orang dengan HIV-negatif dan 300.000 kematian tambahan dari TB di antara orang dengan HIV-positif. Secara global pada tahun 2017 diperkirakan 10 juta orang tertular penyakit TB yang terdiri dari 5,8 juta kasus terjadi pada pria, serta 3,2 juta kasus terjadi pada wanita dan 1 juta kasus terjadi pada anak-anak. Secara keseluruhan kasus TB terjadi pada orang dewasa (usia  $\geq 15$  tahun) yaitu sebesar 90% dan 9 % terjadi pada orang dengan HIV. Berdasarkan data WHO, sebagian besar jumlah kasus TB terjadi di Wilayah Asia Tenggara sebesar 44%, 25% di Wilayah Afrika, 18% di Wilayah Pasifik Barat dan proporsi kasus yang lebih kecil terjadi di Wilayah Mediterania Timur (7,7%), Amerika (2,8%) dan Wilayah Eropa (2,7%). WHO juga menyebutkan bahwa terdapat 30 negara dengan beban TB yang tinggi serta menyumbang sebesar 87% dari semua kasus insiden yang diperkirakan di seluruh dunia dan dua pertiga kasus berada di delapan negara termasuk Indonesia [1].

Indonesia merupakan negara urutan ketiga setelah India dan Cina dengan kasus TB terbanyak di dunia. Indonesia juga merupakan salah satu negara yang termasuk dalam daftar negara dengan beban tinggi (High Burden Countries). Jumlah kasus baru TB di Indonesia sebanyak 245.298 pada laki-laki, 175.696 pada perempuan dan total jumlah seluruhnya sebesar 420.994 kasus pada tahun 2017 [2]. Provinsi Sulawesi Utara berada di peringkat ke 15 untuk jumlah kasus TB terbanyak yang ada di Indonesia. Jumlah kasus TB di wilayah Provinsi Sulawesi Utara pada tahun 2017 sebanyak 6.944 kasus. Jumlah kasus TB di wilayah Provinsi Sulawesi Utara, terus meningkat sejak tahun 2014 hingga tahun 2017. Bila dibandingkan berdasarkan wilayah maka wilayah Kota Manado merupakan wilayah dengan distribusi kasus TB terbanyak di Sulawesi Utara yaitu sebesar 1804 kasus.

Kuman TB (*Mycobacterium Tuberculosis*) merupakan kuman yang tahan terhadap suhu rendah sehingga dapat bertahan hidup dalam jangka waktu lama pada suhu antara 4°C sampai -70 °C. Kuman TB sangat peka terhadap panas, sinar matahari dan sinar ultraviolet sehingga paparan langsung terhadap ultraviolet mengakibatkan kuman TB mati dalam waktu beberapa menit [3]. Kondisi lingkungan yang

mempunyai peran dalam penularan penyakit TB adalah kelembaban dan jumlah orang yang tinggal di rumah. Rumah yang terlalu padat dan ventilasi yang buruk dapat meningkatkan kemungkinan terpapar *Mycobacterium tuberculosis* [4]. Disamping itu, rumah yang mendapatkan penyinaran sinar matahari secara langsung akan memperkecil risiko untuk terkena penyakit infeksi pernapasan [5].

Selain faktor lingkungan, peningkatan jumlah kasus TB dapat juga disebabkan karena terjadi penularan pada kelompok yang rentan misalnya orang dengan sistem kekebalan tubuh yang lemah seperti mereka yang terinfeksi HIV. Orang yang mempunyai risiko untuk menularkan bakteri penyebab TB adalah mereka yang baru terinfeksi bakteri TB dan mereka dengan kondisi sistem kekebalan tubuh yang lemah [6]. Sistem kekebalan tubuh dapat dipengaruhi oleh status gizi sehingga orang dengan status gizi rendah menjadi rentan terhadap bakteri TB [7]. Faktor risiko kejadian TB juga dihubungkan dengan kualitas udara, beban pendidikan serta tingkat ekonomi yang mempunyai peranan penting sebagai faktor risiko kejadian TB [4] [8].

Kasus TB rentan terhadap pengelompokan (cluster), seperti penelitian di Taiwan yang menunjukkan bahwa secara signifikan kejadian TB lebih tinggi di daerah pegunungan dibandingkan dengan daerah non pegunungan. Penelitian ini juga menunjukkan terdapat pengelompokan kasus TB di daerah pegunungan. Dengan adanya pengelompokan kasus TB secara geografis dapat memberikan informasi tentang lokasi yang berisiko dan berpotensi untuk terjadinya insiden penyakit TB [9]. Data pengelompokan kasus dapat diperoleh dengan penggunaan sistem informasi geografis (SIG). SIG merupakan alat berpotensi besar untuk penelitian dan manajemen kesehatan. Kapasitas pemodelan spasial yang ditawarkan oleh SIG secara langsung berlaku untuk memahami variasi spasial penyakit dan hubungannya dengan faktor lingkungan serta sistem perawatan kesehatan [10].

## METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian survei dengan menggunakan pendekatan *cross sectional*. Tempat penelitian ini adalah 10 kecamatan di wilayah Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara. Populasi dalam penelitian ini yaitu seluruh pasien tuberkulosis yang tercatat dalam register TB 03 Dinas Kesehatan Kota Manado Tahun 2018. Analisis spasial penelitian ini

meliputi overlay, buffer serta cluster dengan menggunakan ArcMap 10.4.1. dan SaTScan™ 9.6. Descriptive statistics by STATA 13.

## HASIL

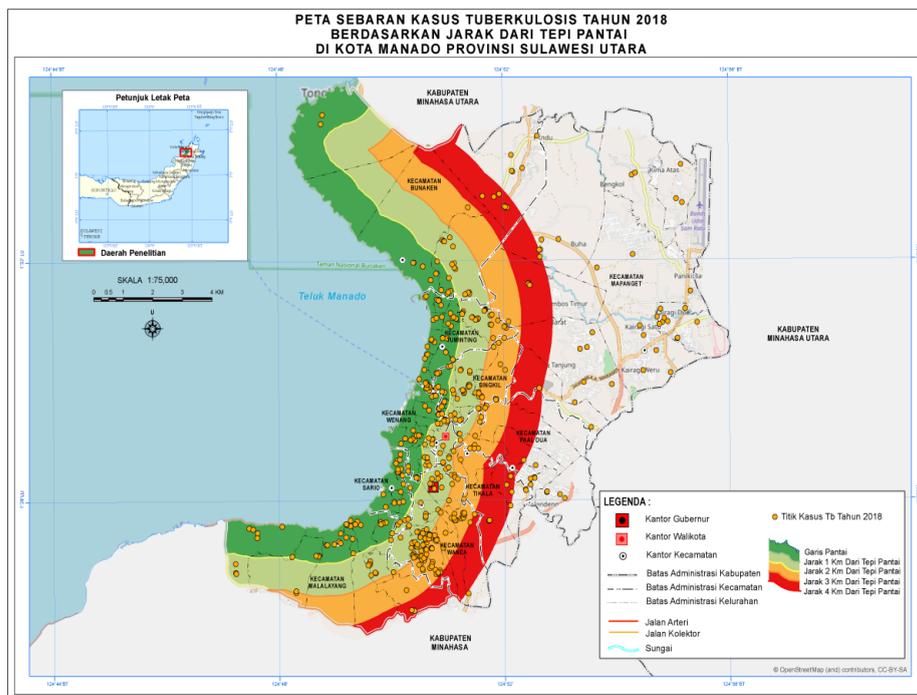
Lokasi penelitian ini dilakukan di wilayah Kota Manado yang merupakan ibu kota Provinsi Sulawesi Utara. Secara administratif Kota Manado terbagi ke dalam 11 wilayah kecamatan dan 87 kelurahan/desa dengan luas wilayah 157,26 km<sup>2</sup>. Dalam penelitian ini jumlah kasus TB di Wilayah Kota Manado pada tahun 2018 yaitu 1401 kasus TB dan tersebar pada 10 kecamatan. Berdasarkan data TB 03 Dinas Kesehatan Kota Manado tahun 2018, 475 kasus TB memiliki alamat rumah yang lengkap dan dapat ditemukan sehingga dapat dilakukan pengambilan titik koordinat rumah Sebanyak 155 kasus diambil berdasarkan jumlah kasus yang memiliki alamat lengkap untuk dijadikan sampel penelitian sehingga dapat diperoleh data mengenai faktor lingkungan, faktor sosio ekonomi dan faktor demografi melalui kuesioner yang sudah disiapkan.

Gambar 1 menunjukkan sebaran kasus TB tahun 2018 berdasarkan jarak dari tepi pantai. Wilayah dengan radius 1-2 km dari tepi pantai Kota Manado merupakan pusat perekonomian serta pemerintahan Kota Manado. Berdasarkan gambar 1, dapat dilihat

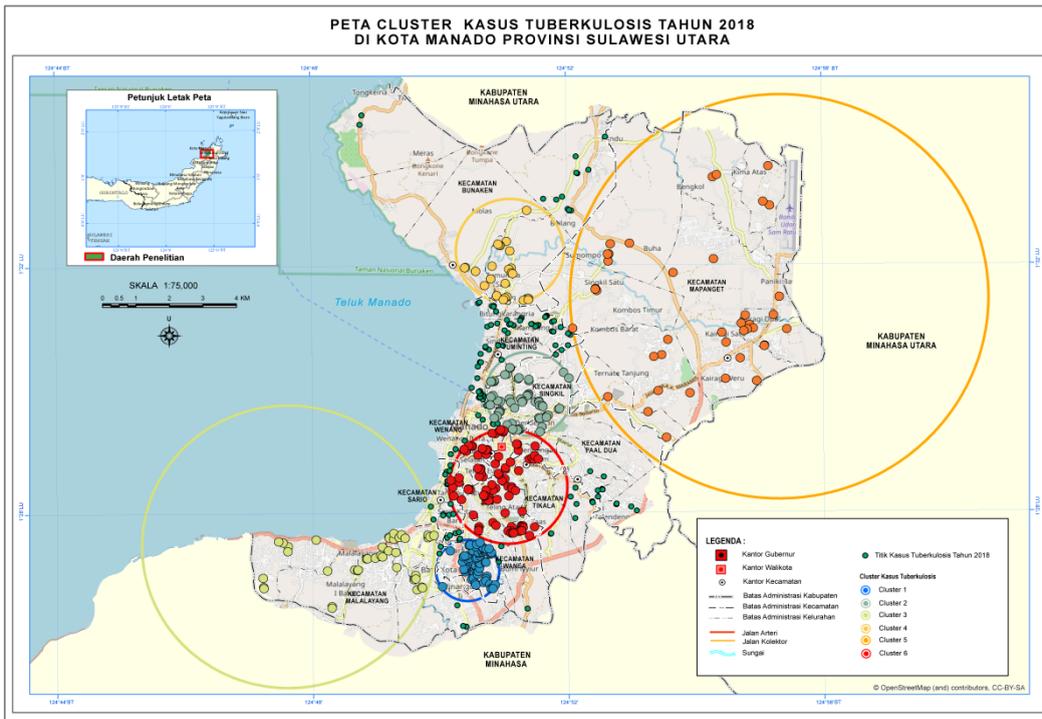
bahwa sebagian besar kasus TB mempunyai jarak tempat tinggal yang dekat dengan pusat kota atau pusat keramaian. Jumlah kasus TB berdasarkan jarak dari pusat keramaian yaitu pada jarak 1 km dari pusat keramaian terdapat 149 (31.4%) kasus, pada jarak 2 km terdapat 152 (32%) kasus, pada jarak 3 km terdapat 97 (20.4%) kasus dan pada jarak 4 km terdapat 23 (4.8%) kasus.

Gambar 2 menunjukkan cluster kasus TB tahun 2018 di wilayah Kota Manado. dapat dilihat bahwa terdapat cluster kasus TB di wilayah Kota Manado. Cluster 1 berada di Kecamatan Wanea dengan koordinat pusat cluster 1.451123 N, 124.840203 E, radius 0.92 km, secara statistic cluster signifikan dengan nilai p-value 0.0000. Cluster 2 berada di Kecamatan Singkil dengan koordinat pusat cluster 1.498702 N, 124.856414 E, radius 1.26 km, secara statistic cluster signifikan dengan nilai p-value 0.0000.

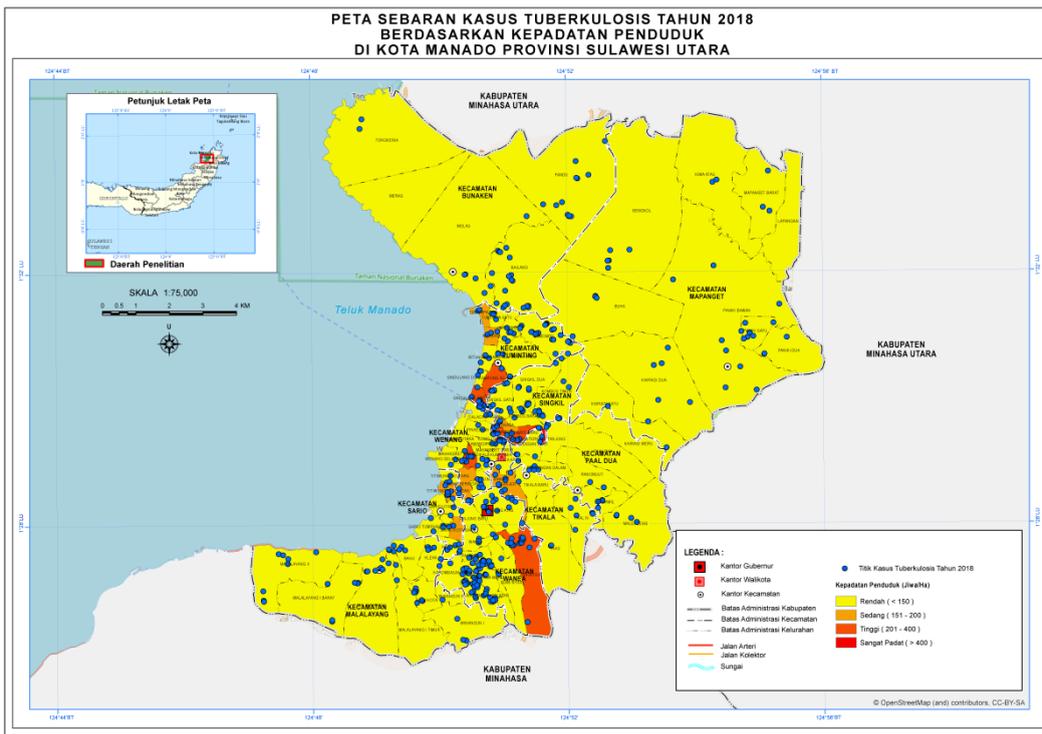
Cluster 3 berada diantara Kecamatan Malalayang dan Kecamatan Sario dengan koordinat pusat cluster 1.457790N, 124.793482 E, radius 4.24 km, secara statistic cluster signifikan dengan nilai p-value 0.0000. Cluster 4 berada diantara Kecamatan Tuminting dan Kecamatan Bunaken dengan koordinat pusat cluster 1.537251 N, 124.851745 E, radius 1.56 km, secara statistic cluster signifikan dengan nilai p-value 0.0000.



**Gambar 1. Peta Buffer sebaran kasus tuberkulosis tahun 2018 berdasarkan jarak dari tepi pantai di wilayah Kota Manado Provinsi Sulawesi Utara**



Gambar 2. Peta *cluster* sebaran kasus tuberkulosis tahun 2018 di wilayah Kota Manado Provinsi Sulawesi Utara



Gambar 3. Peta sebaran kasus tuberkulosis tahun 2018 berdasarkan kepadatan penduduk di wilayah Kota Manado Provinsi Sulawesi Utara

Cluster 5 berada diantara Kecamatan Mapanget dan Kecamatan Singkil dengan koordinat pusat cluster 1.524585 N, 124.921920 E, radius 6.06 km, secara statistic *cluster* signifikan dengan nilai *p-value* 0.0000. Cluster 6 berada diantara Kecamatan Wanea, Kecamatan Wenang, Kecamatan Sario dan Kecamatan

Paal Dua dengan koordinat pusat cluster 1.473693 N, 124.850938 E, radius 1.71 km, secara statistic *cluster* signifikan dengan nilai *p-value* 0.0000.

Gambar 3 menunjukkan sebaran kasus TB berdasarkan kepadatan penduduk. Kepadatan penduduk kasar atau *crude population density* (CPD)

merupakan jumlah penduduk untuk setiap kilometer persegi luas wilayah. Pada penelitian ini, kepadatan penduduk terbagi atas 4 kategori yaitu kepadatan penduduk rendah, sedang, tinggi dan sangat padat. Berdasarkan kategori tersebut maka wilayah yang termasuk pada kategori penduduk sangat padat yaitu Kelurahan Ternate Tanjung yang merupakan bagian dari Kecamatan Singkil dan Kelurahan Komo Luar yang merupakan bagian dari Kecamatan Wenang. Untuk wilayah yang termasuk pada kepadatan penduduk tinggi berada di 4 kecamatan yaitu di wilayah Kecamatan Singkil (Kelurahan Karame, Kelurahan Ketang Baru dan Kelurahan Ternate Baru), wilayah Kecamatan Tuminting (Kelurahan Kampung Islam dan Kelurahan Sindulang Satu), wilayah Kelurahan Mahakeret Barat yang termasuk pada Kecamatan Wenang serta wilayah Kelurahan Tingkulu yang termasuk pada wilayah Kecamatan Wanea. Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa bahwa sebagian besar kasus TB memiliki tempat tinggal di wilayah kepadatan penduduk yang rendah yaitu sebanyak 376 (79.16%). Untuk jumlah kasus TB yang berada di wilayah kepadatan penduduk sangat padat yaitu 8 (1.68%) kasus dan wilayah kepadatan tinggi yaitu 56 (11.79%) kasus.

## DISKUSI

Penelitian yang dilakukan di Madagascar menunjukkan bahwa tempat-tempat dengan mobilisasi orang yang tinggi dapat meningkatkan penularan TB [11]. Tempat umum atau tempat pertemuan publik seperti gereja maupun klinik menimbulkan risiko penularan TB yang tinggi [12].

Penelitian di Blantyre, Malawi menunjukkan bahwa sebagian besar orang yang bertempat tinggal di sekitar daerah perdagangan yang sangat padat merupakan para pemuda yang bermigrasi untuk bekerja. Untuk kelompok orang seperti ini yang memiliki tekanan ekonomi yang tinggi dapat berarti bahwa mencari perawatan untuk TB bukanlah prioritas. Hal ini juga dikaitkan dengan jumlah kejadian TB yang lebih rendah pada mereka yang berada di wilayah terjauh dari klinik TB. Hal ini terkait dengan kemiskinan dimana mereka yang tergolong miskin memiliki akses yang buruk untuk diagnosis dan pengobatan TB [13].

Penelitian terkait *cluster* TB di India tepatnya di kota Dehradun menunjukkan bahwa terdapat cluster yang signifikan yang teridentifikasi di 7 area kota Dehradun, India [14]. Penelitian dari tahun 2005 s/d

2010 di Linyi, China, menyatakan bahwa terdapat cluster pada area dengan angka kejadian TB yang tinggi [15]. Penelitian lain yang dilakukan oleh [16] dari bulan Januari s/d Juli 2012 yang menyebutkan bahwa di Bandar Lampung terdapat *cluster* TB pada area dengan keluarga miskin yang tinggi dan area dengan kondisi rumah tidak sehat yang tinggi.

Penelitian di Beijing menunjukkan bahwa kasus TB berhubungan dengan kepadatan penduduk dimana insiden TB lebih banyak terjadi di daerah perkotaan dan berpenduduk padat [17]. Penelitian di Beijing juga menunjukkan hal yang sama dimana tingkat kejadian TB yang lebih tinggi di wilayah perkotaan Beijing dibandingkan wilayah lain yang memiliki tingkat urbanisasi yang lebih rendah hal ini disebabkan kepadatan penduduk yang tinggi serta ketimpangan sosial yang ekstrim.

## SIMPULAN

Kejadian Tuberkulosis di wilayah Kota Manado berada dekat dengan pusat perekonomian dan pemerintahan. Kejadian TB di wilayah Kota Manado mengelompok secara spasial. Faktor risiko kejadian tuberkulosis tidak hanya disebabkan karena wilayah yang padat penduduk saja melainkan wilayah dengan mobilitas tinggi. Meningkatkan program pencegahan melalui penemuan kasus pada wilayah yang terdapat cluster kasus TB. Meningkatkan program pencegahan dengan memberikan edukasi kepada pasien TB terkait “perilaku etika berbatuk” sehingga mengurangi risiko penularan pada masyarakat di wilayah penduduk padat dan mobilitas tinggi. Peneliti selanjutnya dapat melakukan analisis tentang hubungan kejadian TB di pusat keramaian.

## PUSTAKA

1. World Health Organization. Global Tuberculosis Report 2018. World Health Organization; 2018. Available from: [[Website](#)]
2. Tuberkulosis. Kementerian Kesehatan; 2018.
3. Dinihari TN, editor. Pedoman Nasional Pengendalian Tuberkulosis. Kementerian Kesehatan; 2014.
4. Srivastava K, Kant S, Verma A. Role of environmental factors in transmission of tuberculosis. *Dynamics of Human Health*. 2015;2: 12.
5. Lai P-C, Low C-T, Tse W-SC, Tsui C-K, Lee H, Hui P-K. Risk of tuberculosis in high-rise and high density dwellings: an exploratory spatial analysis.

- [Environmental Pollution](#). 2013;183: 40–45.
6. TB Risk Factors. In: CDC. 2016. Available from: [\[Website\]](#)
  7. Papathakis P, Piwoz E. Nutrition and Tuberculosis: A Review of the Literature and Considerations for TB Control Programs. 2008.
  8. Sun W, Gong J, Zhou J, Zhao Y, Tan J, Ibrahim AN, et al. A spatial, social and environmental study of tuberculosis in China using statistical and GIS technology. [International Journal Environmental Research and Public Health](#). 2015;12: 1425–1448.
  9. Yeh Y-P, Chang H-J, Yang J, Chang S-H, Suo J, Chen TH-H. Incidence of tuberculosis in mountain areas and surrounding townships: dose-response relationship by geographic analysis. [Annals of Epidemiology](#). 2005;15: 526–532.
  10. Ratovonirina NH, Rakotosamimanana N, Razafimahatratra SL, Raheison MS, Refrégier G, Sola C, et al. Assessment of tuberculosis spatial hotspot areas in Antananarivo, Madagascar, by combining spatial analysis and genotyping. [BMC Infectious Disease](#). 2017;17: 562.
  11. Murray M, Oxlade O, Lin H-H. Modeling social, environmental and biological determinants of tuberculosis. [International Journal of Tuberculosis and Lung Disease](#). 2011;15 Supplement 2: 64–70.
  12. MacPherson P, Khundi M, Nliwasa M, Choko AT, Phiri VK, Webb EL, et al. Disparities in access to diagnosis and care in Blantyre, Malawi, identified through enhanced tuberculosis surveillance and spatial analysis. [BMC Medicine](#). 2019;17: 21.
  13. Tiwari N, Adhikari CMS, Tewari A, Kandpal V. Investigation of geo-spatial hotspots for the occurrence of tuberculosis in Almora district, India, using GIS and spatial scan statistic. [International Journal of Health Geographics](#). 2006;5: 33.
  14. Wang T, Xue F, Chen Y, Ma Y, Liu Y. The spatial epidemiology of tuberculosis in Linyi City, China, 2005-2010. [BMC Public Health](#). 2012;12: 885.
  15. Wardani DW, Lazuardi L, Mahendradhata Y, Kusnanto H. Clustered tuberculosis incidence in Bandar Lampung, Indonesia. [WHO South East Asia Journal of Public Health](#). 2014;3: 179–185.
  16. Mahara G, Yang K, Chen S, Wang W, Guo X. Socio-Economic Predictors and Distribution of Tuberculosis Incidence in Beijing, China: A Study Using a Combination of Spatial Statistics and GIS Technology. [Medical Sciences](#). 2018;6: 26.
  17. Liu Y, Li X, Wang W, Li Z, Hou M, He Y, et al. Investigation of space-time clusters and geospatial hot spots for the occurrence of tuberculosis in Beijing. [International Journal of Tuberculosis and Lung Disease](#). 2012;16: 486–491.