

## ANALISIS SPASIAL TUBERKULOSIS PARU TAHUN 2021-2023 DI PROVINSI SULAWESI UTARA

Prayli Gracia Christi Umboh<sup>1</sup>, Jeini Ester Nelwan<sup>2</sup>, Grace Debbie Kandou<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas  
Sam Ratulangi, Manado

Corresponding Author: Jeini Ester Nelwan, e-mail: [jeini\\_ester83@unsrat.ac.id](mailto:jeini_ester83@unsrat.ac.id)

Published: July, 2025

---

### ABSTRAK

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pola sebaran penyakit tuberkulosis berdasarkan faktor usia, jenis kelamin, dan kepadatan penduduk di Provinsi Sulawesi Utara tahun 2021-2023. Desain penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode penelitian yang bersifat deskriptif dan teknik analisis data yang digunakan adalah Sistem Informasi Geografis. Populasi dan sampel pada penelitian ini adalah laporan penemuan kasus baru tuberkulosis, kasus kematian akibat tuberkulosis, dan kasus sembuh dari tuberkulosis selama tahun 2021-2023 di Provinsi Sulawesi Utara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa wilayah dengan kepadatan penduduk tinggi seperti Kota Manado, Kotamobagu, dan Bitung cenderung mengalami jumlah kasus TB yang tinggi. Namun demikian, jumlah puskesmas tidak selalu sejalan dengan penurunan kasus. Beberapa daerah dengan banyak fasilitas kesehatan tetap mencatat kasus tinggi, yang menandakan efektivitas layanan belum optimal. Analisis spasial memperlihatkan pola kluster kasus TB yang konsisten dari tahun ke tahun, terutama di daerah perkotaan dengan mobilitas penduduk tinggi. Selain itu, kasus kematian TB tidak selalu ditemukan di daerah terpadat, yang menunjukkan peran faktor lain seperti akses layanan, kesadaran masyarakat, dan penegakan diagnosis dini. Kesimpulannya tinggi kepadatan penduduk berkontribusi terhadap peningkatan kasus TB, sementara jumlah puskesmas belum menjadi indikator utama dalam menurunkan insiden..

**Kata Kunci:** Tuberkulosis Paru, Analisis Spasial, Sulawesi Utara

---

### ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the distribution pattern of tuberculosis based on age, gender, and population density in North Sulawesi Province from 2021 to 2023. This study used a quantitative design with descriptive methods and a Geographic Information System (GIS) as the data analysis technique. The population and sample were reports of new tuberculosis cases, deaths from tuberculosis, and recoveries from tuberculosis during 2021 to 2023 in North Sulawesi Province. The results showed that areas with high population density, such as Manado City, Kotamobagu, and Bitung, tended to experience high numbers of TB cases. However, the number of community health centers (Puskesmas) did not always correspond to the decline in cases. Some areas with numerous health facilities continued to record high numbers of cases, indicating suboptimal service effectiveness. Spatial analysis revealed a consistent pattern of TB case clusters from year to year, particularly in urban areas with high population mobility. Furthermore, TB deaths were not always found in the most densely populated areas, indicating the role of other factors such as access to services, public awareness, and early diagnosis. In conclusion, high population density contributes to the increase in TB cases, while the number of community health centers has not been a major indicator in reducing incidents of TB.

**Keywords:** Pulmonary Tuberculosis, Spatial Analysis, North Sulawesi

---

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

---

### PENDAHULUAN

Tuberkulosis merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Target global dan milestone untuk penurunan insiden tuberkulosis dan kematian tuberkulosis telah ditetapkan sebagai bagian dari Sustainable Development Goals (SDGs) dan End Tuberkulosis Strategi pada akhir tahun 2030 yaitu penurunan 90% kematian tuberkulosis dan 80%

penurunan insiden tuberkulosis (kasus baru dan kambuh per 100.000 penduduk per tahun) antara tahun 2015 dan 2030 (Kemenkes RI, 2023).

Organisasi Kesehatan Dunia atau World Health Organisation (WHO) dalam Global Tuberculosis Report 2020 memperkirakan sekitar 10,1 juta penduduk dunia telah terinfeksi kuman tuberkulosis dan terdapat 1,5 juta kematian akibat tuberkulosis pada tahun 2020. Pada tahun 2020, 30 negara dengan beban tuberkulosis yang tinggi menyumbangkan 86% kasus tuberkulosis baru (WHO, 2020). Laporan WHO selanjutnya pada tahun 2022, estimasi jumlah orang terdiagnosis TB tahun 2021 secara global sebanyak 10,5 juta kasus. Dibandingkan tahun 2020 dan tahun 2021 mengalami kenaikan estimasi insidensi tuberkulosis sebesar 4%. Jumlah kasus beban tuberkulosis resistan obat (TB RO) di dunia dengan estimasi 449.682 kasus mengalami kenaikan sebesar 3% dari tahun 2020 yaitu 436.016 kasus, dan tuberkulosis HIV (Human Immunodeficiency Virus) di dunia dengan estimasi 701.459 kasus mengalami penurunan sebesar 12% dari tahun 2020 yaitu 787.308 kasus (WHO, 2022). Secara geografis kasus TB terbanyak di Southeast Asia (45,6%), Afrika (23,3%) dan Western Pacific (17,8%), dan yang terkecil di Eastern Mediterranean (8,1%), The Americas (2,9%) dan Eropa (2,2%) (Kemenkes RI, 2023).

Laporan Program Penanggulangan tuberkulosis 2022, Indonesia masuk dalam lima negara dengan kasus tuberkulosis tertinggi di dunia yaitu India, Indonesia, China, Filipina, dan Pakistan. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia memperkirakan insiden tuberkulosis Indonesia tahun 2021 sebesar 969.000 atau 354 per 100.000 penduduk; TB-HIV sebesar 22.000 kasus per tahun atau 8,1 per 100.000 penduduk. Kematian karena tuberkulosis diperkirakan sebesar 144.000 atau 52 per 100.000 penduduk dan kematian TB-HIV sebesar 6.500 atau 2,4 per 100.000 penduduk. Insiden tuberkulosis pada tahun 2021 terjadi peningkatan 18% dan angka kematian tuberkulosis mengalami peningkatan 55%. Notifikasi kasus TB tahun 2022 sebesar 724.309 kasus. Estimasi kasus tuberkulosis MDR/RR (Multi Drug Resistant/Rifampisin Resistant) tahun 2021 sebesar 28.000 atau 10 per 100.000 sedangkan bila dibandingkan dengan tahun 2020 terdapat peningkatan sebesar 17% dari 24.000 dan rate per 100.000 penduduk sebesar 15% (Kemenkes RI, 2023).

Berdasarkan data awal yang diperoleh dari Profil Kesehatan Indonesia tahun 2019, angka notifikasi kasus atau case notification rate (CNR) kasus tuberkulosis provinsi Sulawesi Utara berada pada urutan ke-4 dengan 328 kasus per 100.000 penduduk (Kemenkes RI, 2020). Pada tahun 2020, naik menjadi urutan ke-3 dengan 189 kasus per 100.000 penduduk (Kemenkes RI, 2021). Tahun 2021, CNR Sulawesi Utara kembali turun ke urutan ke-4 dengan 219 kasus per 100.000 penduduk (Kemenkes RI, 2022). Pada tahun 2022, CNR kasus tuberkulosis provinsi Sulawesi Utara turun lebih jauh lagi ke urutan ke-5 yaitu 343 kasus per 100.000 penduduk (Kemenkes RI, 2023).

Menurut data dari Dinas Kesehatan Daerah Provinsi Sulawesi Utara, angka penemuan kasus tuberkulosis tahun 2020 yaitu sebanyak 5.791 kasus. Pada tahun 2021 terjadi peningkatan menjadi 7.060 kasus dan pada tahun 2022 terjadi lonjakan kasus tertinggi yaitu sebanyak 2.033 kasus hingga menjadi 9.093 kasus. Pada tahun 2023 terjadi penambahan kasus menjadi 10.210 kasus. Penyebaran penyakit tuberkulosis di Provinsi Sulawesi Utara selama 4 tahun yaitu tahun 2018-2023, Kota Manado menempati urutan pertama dengan kasus tuberkulosis terbanyak (Dinkesprov Sulut, 2024).

Beberapa faktor risiko tuberkulosis ada yang berhubungan dengan wilayah. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Amalia dan Setiyadi (2021) didapatkan kesimpulan bahwa kepadatan penduduk, wilayah yang berdekatan dan kontak erat berpengaruh terhadap jumlah kasus tuberkulosis di Kabupaten Magelang. Hasil penelitian tersebut sejalan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Rahmaniati (2012) yang menyatakan bahwa pola penyebaran kasus tuberkulosis membentuk pola mengelompok (clustered) dan mendekati arah menyebar.

Salah satu penyampaian informasi berbasis wilayah bisa menggunakan analisis spasial, yaitu suatu bidang yang menggabungkan penelitian di bidang kesehatan dengan Geographic Information System (GIS) melalui studi epidemiologi lingkungan (Gratell & Loytonen, 2003). Data pola dan lokasi hasil GIS membantu bidang epidemiologi untuk memberi petunjuk lokasi paling tepat dalam pemberian intervensi kesehatan yang efektif. Sebaran kasus tuberkulosis dapat digambarkan dalam peta digital secara spasial yaitu dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang merupakan suatu teknologi yang memiliki kemampuan untuk mengaplikasikan data spasial termasuk

atribut-atributnya, mengabungkan bentuk dan warna untuk melihat distribusi penyakit tuberkulosis. Dengan data spasial maka dapat ditampilkannya berbagai informasi yang lebih banyak dan terperinci.

Manfaat dari SIG adalah memberikan kemudahan kepada para pengguna atau para pengambil keputusan untuk menentukan kebijaksanaan yang akan diambil, khususnya yang berkaitan dengan aspek keruangan (spasial). Dengan adanya teknologi ini maka akan memudahkan dalam hal pemetaan lahan. Dalam bidang Kesehatan Sistem Informasi Geografi dapat digunakan untuk membantu bidang epidemiologi untuk menggambarkan sebaran kasus suatu penyakit. Pengaplikasian Geographic information system (GIS) menggunakan perangkat lunak Arcview atau Arcgis yang merupakan salah satu perangkat lunak (Wibowo, Kanedi, & Jumadi, 2015). Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui sebaran penyakit tuberkulosis berdasarkan kepadatan penduduk dan jumlah puskesmas di Provinsi Sulawesi Utara tahun 2021-2023.

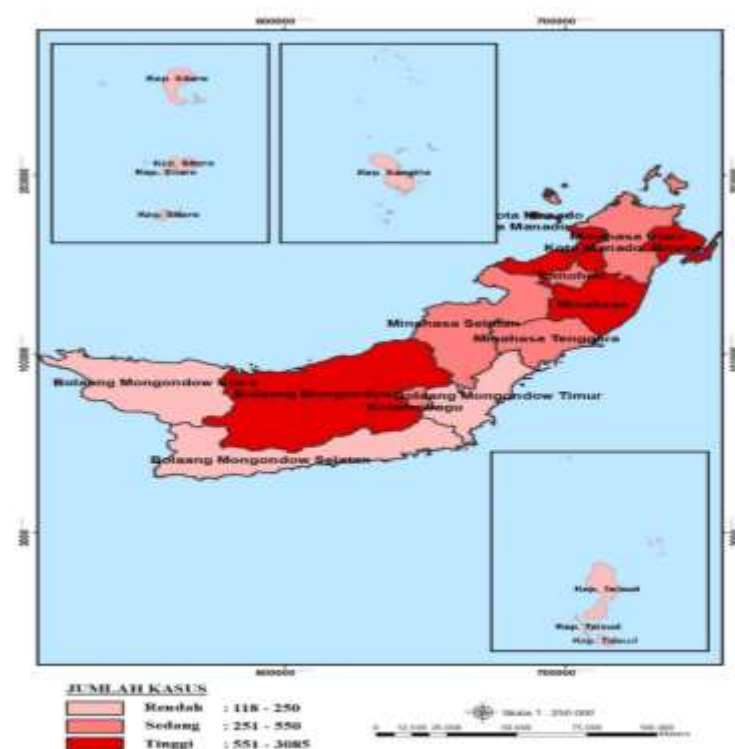
## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi kuantitatif deskriptif yang menggunakan data sekunder dari Dinas Kesehatan Daerah Provinsi Sulawesi Utara tahun 2021-2023. Metode penelitian ini bertujuan untuk menganalisis persebaran dan dinamika kasus tuberkulosis (TB) di wilayah tersebut. Variabel penelitian meliputi jumlah kasus baru TB, kasus kematian akibat TB, kasus sembuh TB, kepadatan penduduk, dan jumlah puskesmas per kabupaten/kota. Data dikumpulkan dan dianalisis menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan bantuan software ArcGis 10.8 dan Ms. Excel 2021. Analisis spasial dilakukan untuk memetakan persebaran kasus TB berdasarkan faktor-faktor seperti kepadatan penduduk dan ketersediaan puskesmas. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabulasi, grafik, dan peta, yang menggambarkan perkembangan kasus TB di Provinsi Sulawesi Utara selama tahun 2021-2023. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli-Agustus 2024 di 15 kabupaten/kota di Sulawesi Utara.

## HASIL

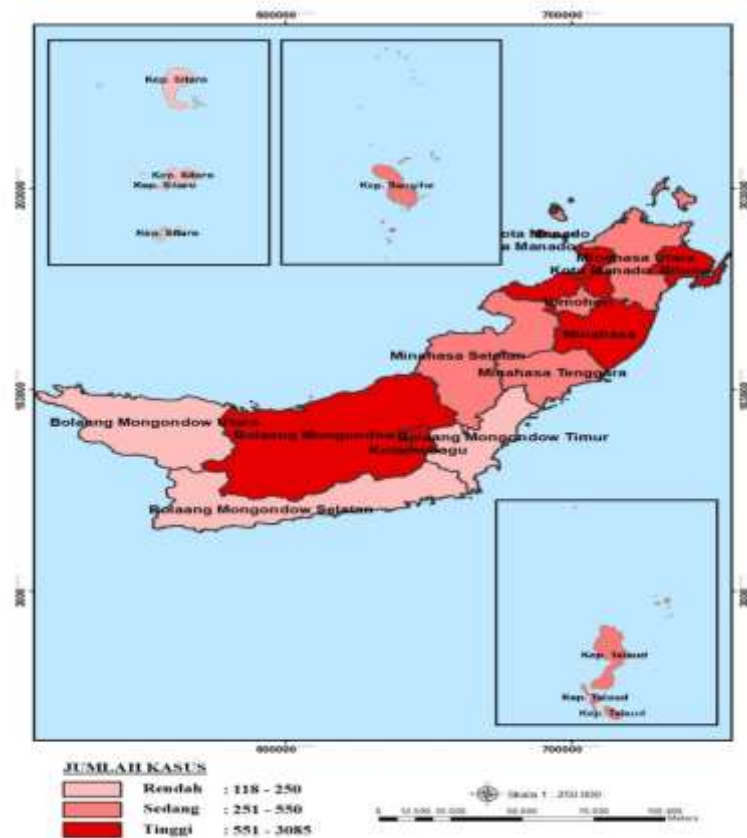
### *Distribusi Spasial Kasus Baru Tuberkulosis di Provinsi Sulawesi Utara*

Berikut pemetaan distribusi kasus baru tuberkulosis per Kabupaten/Kota di Provinsi Sulawesi Utara tahun 2021 – 2023



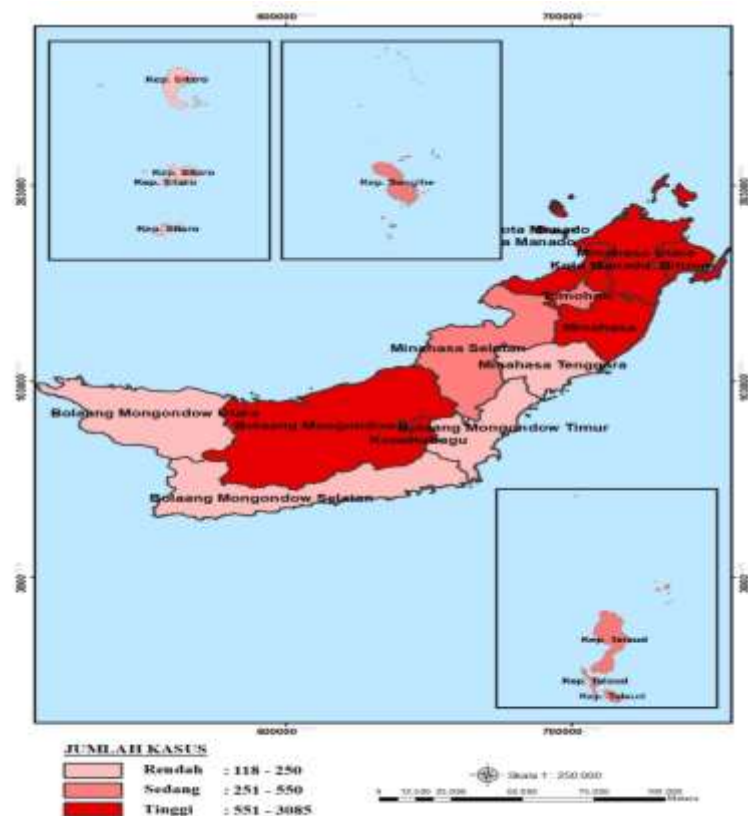
Gambar 1. Pemetaan Kasus Baru Tuberkulosis Tahun 2021

Pada gambar 1 menunjukkan bahwa daerah dengan kasus baru tuberkulosis ditandai dengan warna merah yang cerah hingga merah pekat. Tahun 2021 wilayah dengan angka kasus baru termasuk dalam kategori tinggi yaitu Kota Manado, Kota Bitung, Kabupaten Minahasa, dan Kabupaten Bolaang Mangondow. Wilayah dengan angka kasus baru dalam kategori sedang yang ditandai dengan warna merah yang tidak terlalu pekat yaitu Kota Kotamobagu, Kota Tomohon, Kabupaten Minahasa Selatan, Kabupaten Minahasa Tenggara, dan Kabupaten Minahasa Utara. Sedangkan untuk wilayah dengan angka kasus baru dalam kategori rendah yang ditandai dengan warna merah cerah yaitu Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro, Kabupaten Bolaang Mangondow Utara, Kabupaten Bolaang Mangondow Timur, Kabupaten Bolaang Mangondow Selatan, Kabupaten Kepulauan Sangihe, dan Kabupaten Kepulauan Talaud.



Gambar 2. Pemetaan Kasus Baru Tuberkulosis Tahun 2022

Gambar 2 menunjukkan bahwa pada tahun 2022 daerah dengan angka kasus baru tuberkulosis tinggi yang ditandai dengan warna merah pekat yaitu Kota Manado, Kota Bitung, Kota Kotamobagu, Kota Tomohon, Kabupaten Bolaang Mongondow, Kabupaten Minahasa Utara, dan Kabupaten Minahasa. Wilayah dengan angka penemuan kasus sedang yaitu Kabupaten Kepulauan Sangihe, Kabupaten Kepulauan Talaud, Kabupaten Minahasa Selatan, Kabupaten Minahasa Utara dan Kabupaten Minahasa Tenggara. Wilayah dengan angka penemuan kasus rendah yang ditandai dengan warna merah cerah yaitu Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro, Kabupaten Bolaang Mangondow Utara, Kabupaten Bolaang Mangondow Timur, dan Kabupaten Bolaang Mangondow Selatan.

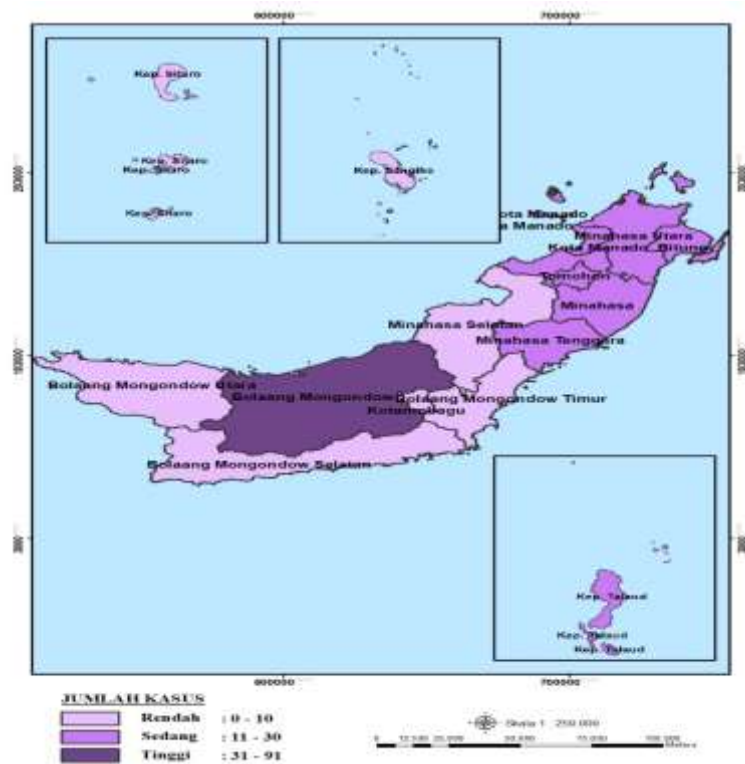


Gambar 3. Pemetaan Kasus Baru Tuberkulosis Tahun 2023

Gambar 3 diketahui bahwa pada tahun 2023 daerah dengan angka kasus baru tuberkulosis yang tinggi yaitu Kota Manado, Kota Bitung, Kota Kotamobagu, Kabupaten Bolaang Mongondow, Kabupaten Minahasa Utara, dan Kabupaten Minahasa. Wilayah dengan angka penemuan kasus sedang yaitu Kota Tomohon, Kabupaten Kepulauan Sangihe, Kabupaten Kepulauan Talaud, dan Kabupaten Minahasa Selatan. Wilayah dengan angka penemuan kasus rendah yaitu Kabupaten Minahasa Tenggara, Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro, Kabupaten Bolaang Mongondow Utara, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur, dan Kabupaten Bolaang Mangondow Selatan.

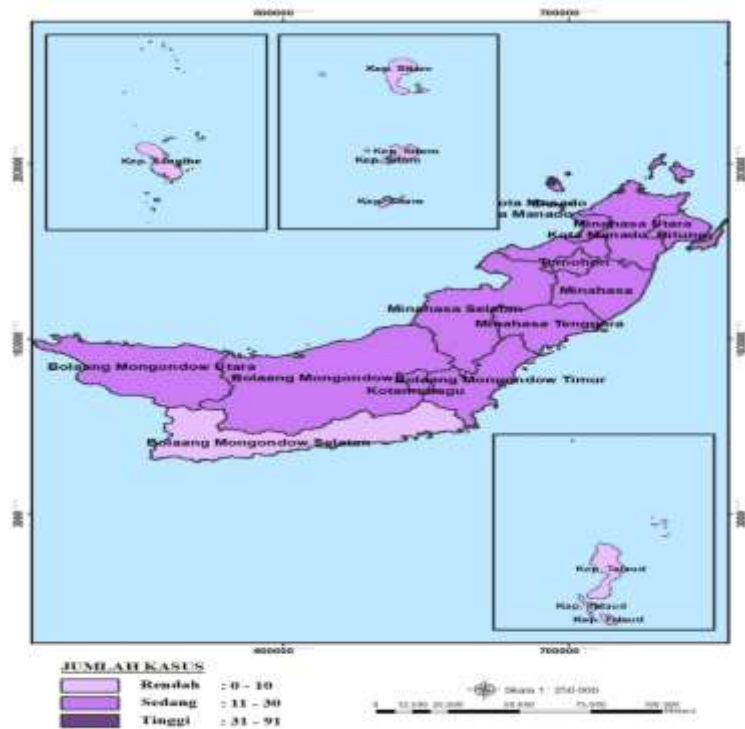
### ***Distribusi Spasial Kasus Kematian Tuberkulosis di Provinsi Sulawesi Utara Tahun 2021 – 2023***

Berikut pemetaan distribusi kasus kematian akibat tuberkulosis per Kabupaten/Kota di Provinsi Sulawesi Utara tahun 2021 – 2023.



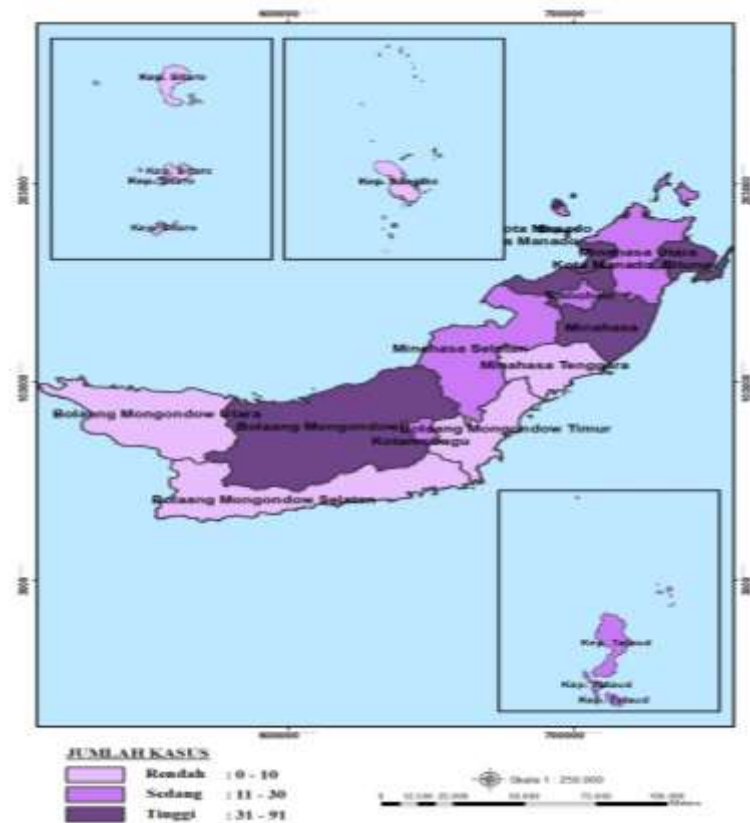
Gambar 4. Pemetaan Kasus Kematian Tuberkulosis Tahun 2021

Berdasarkan Gambar 4 diketahui bahwa peta kasus kematian tuberkulosis ditandai dengan warna ungu yang cerah hingga ungu pekat. Pada tahun 2021, hanya Kabupaten Bolaang Mongondow yang masuk dalam kategori kasus tinggi. Wilayah dengan angka kasus kematian sedang yaitu Kota Manado, Kota Tomohon, Kota Bitung, Kabupaten Kepulauan Talaud, Kabupaten Minahasa, Kabupaten Minahasa Tenggara, dan Kabupaten Minahasa Utara. Wilayah dengan angka kasus kematian rendah yaitu Kota Kotamobagu, Kabupaten Minahasa Selatan, Kabupaten Bolaang Mangondow Utara, Kabupaten Bolaang Mangondow Timur, dan Kabupaten Bolaang Mangondow Selatan Kabupaten Kepulauan Sangihe, dan Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro.



Gambar 5. Pemetaan Kasus Kematian Tuberkulosis Tahun 2022

Berdasarkan Gambar 5 diketahui bahwa pada tahun 2022, tidak terdapat wilayah yang masuk dalam kategori tinggi, sebagian besar wilayah masuk dalam kategori sedang terdiri dari Kota Manado, Kota Tomohon, Kota Bitung, Kota Kotamobagu, Kabupaten Minahasa, Kabupaten Minahasa Utara, Kabupaten Minahasa Tenggara, Kabupaten Minahasa Selatan, Kabupaten Bolaang Mongondow, Kabupaten Bolaang Mongondow Utara, dan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur. Sedangkan wilayah yang masuk kategori rendah terdiri dari 4 wilayah yaitu Kabupaten Kepulauan Sangihe, Kabupaten Kepulauan Talaud, Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro, dan Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan.

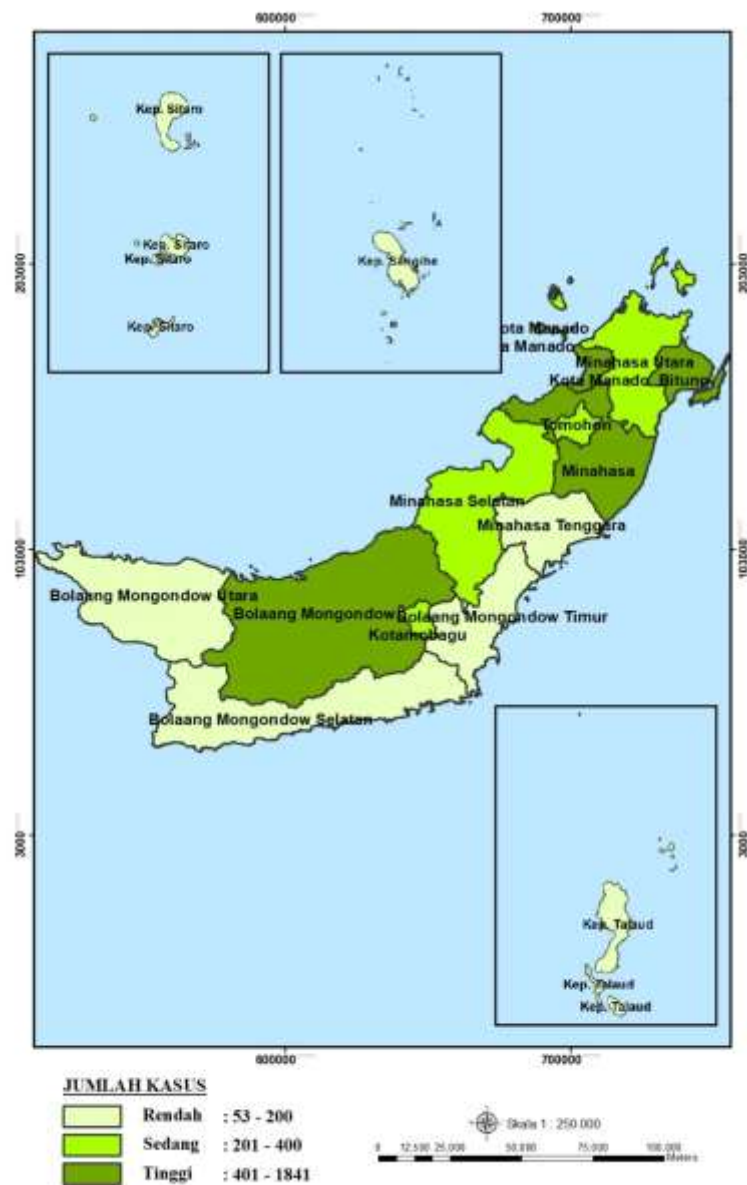


Gambar 6. Pemetaan Kasus Kematian Tuberkulosis Tahun 2023

Pada Gambar 6 diketahui bahwa pada tahun 2023 wilayah dengan angka kasus kematian tuberkulosis yang tinggi yaitu Kota Bitung, Kota Manado, Kabupaten Bolaang Mongondow, dan Kabupaten Minahasa. Wilayah dengan angka kasus kematian sedang yaitu Kota Tomohon, Kota Kotamobagu, Kabupaten Minahasa Selatan, Kabupaten Minahasa Utara, dan Kabupaten Kepulauan Talaud. Wilayah dengan angka kasus kematian rendah yaitu Kabupaten Bolaang Mangondow Utara, Kabupaten Bolaang Mangondow Timur, Kabupaten Bolaang Mangondow Selatan, Kabupaten Kepulauan Sangihe, Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro, dan Kabupaten Minahasa Tenggara.

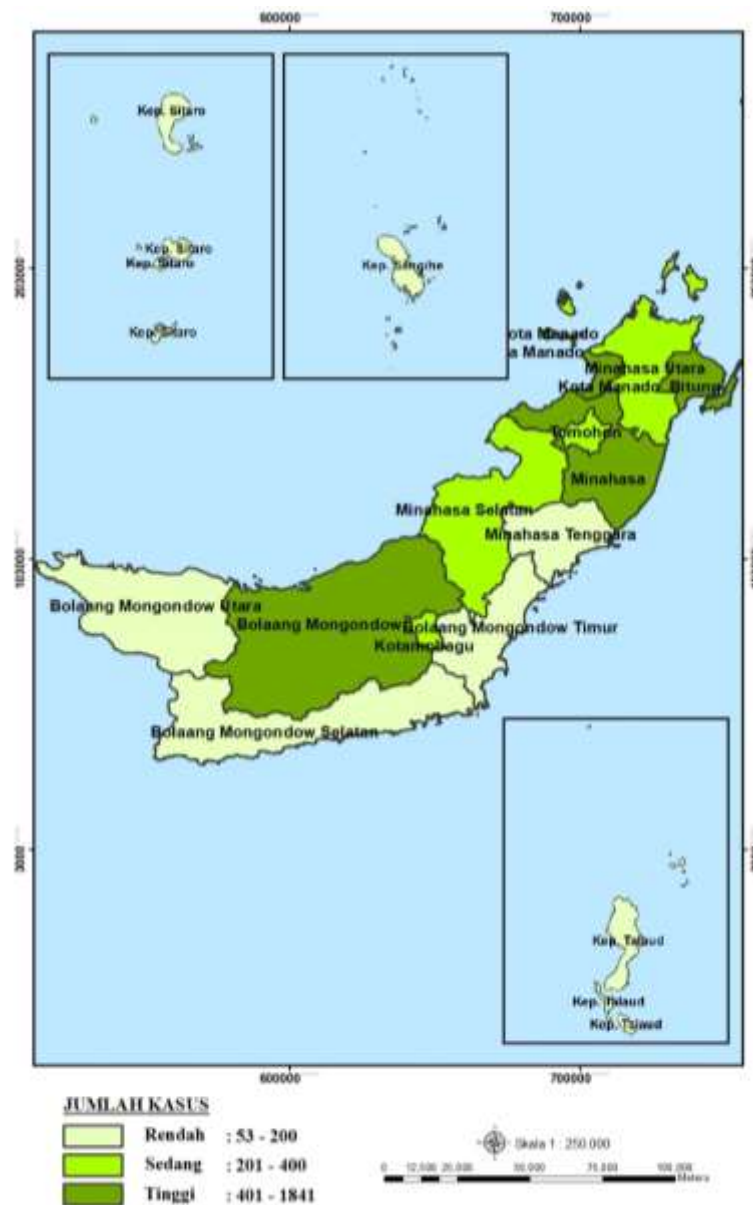
### Distribusi Spasial Kasus Sembuh Tuberkulosis di Provinsi Sulawesi Utara Tahun 2021 – 2023

Berikut pemetaan distribusi kasus sembuh tuberkulosis per Kabupaten/Kota di Provinsi Sulawesi Utara tahun 2021 – 2023.



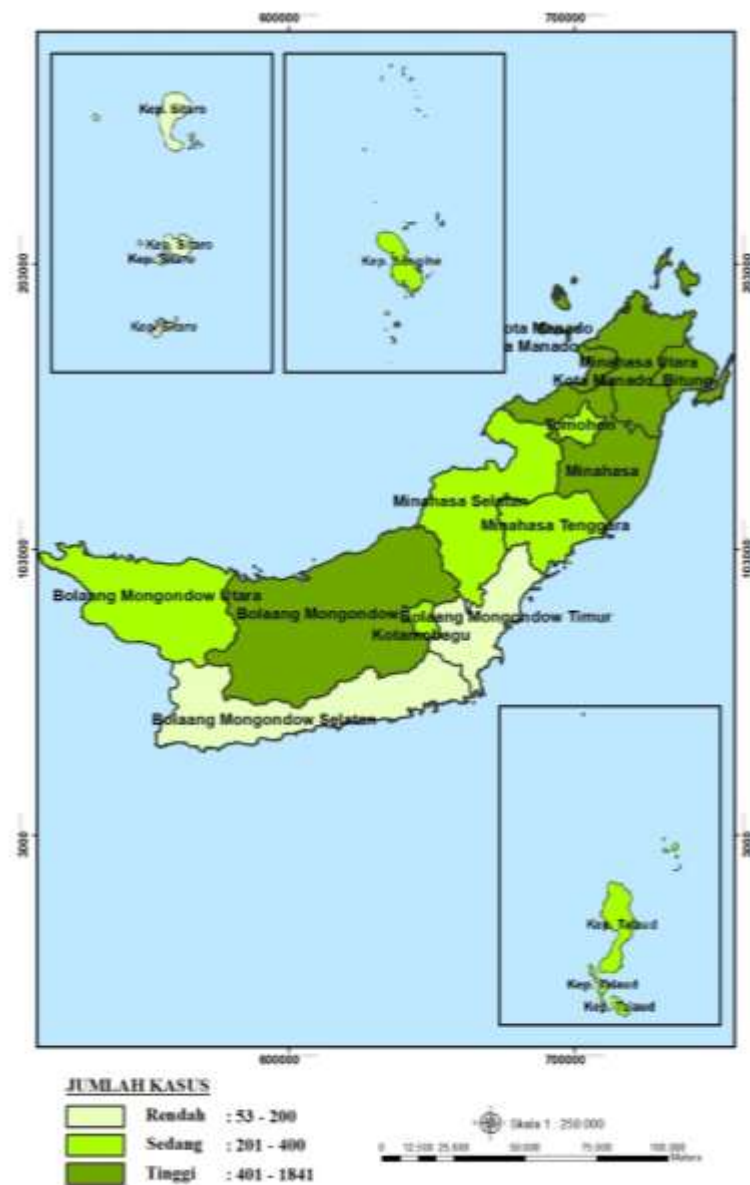
Gambar 7. Pemetaan Kasus Sembuh Tuberkulosis Tahun 2021

Gambar 7 menunjukkan sebaran kasus sembuh tuberkulosis ditandai dengan warna hijau yang cerah hingga hijau pekat. Wilayah yang masuk dalam kategori tinggi pada tahun 2021 yaitu Kota Bitung, Kota Manado, Kabupaten Bolaang Mongondow, dan Kabupaten Minahasa. Wilayah dengan angka kasus sembuh sedang yaitu Kota Tomohon, Kota Kotamobagu, Kabupaten Minahasa Selatan, dan Kabupaten Minahasa Utara. Wilayah dengan angka kasus sembuh rendah yaitu Kabupaten Minahasa Tenggara, Kabupaten Bolaang Mangondow Utara, Kabupaten Bolaang Mangondow Timur, Kabupaten Bolaang Mangondow Selatan, Kabupaten Kepulauan Sangihe, Kabupaten Kepulauan Talaud, dan Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro.



Gambar 8. Pemetaan Kasus Sembuh Tuberkulosis Tahun 2022

Gambar 8 menunjukkan bahwa tahun 2022 wilayah dengan angka kasus sembuh dari tuberkulosis yang tinggi yaitu Kota Bitung, Kota Manado, Kabupaten Bolaang Mongondow, dan Kabupaten Minahasa. Wilayah dengan angka kasus sembuh sedang yaitu Kota Tomohon, Kota Kotamobagu, Kabupaten Minahasa Utara, dan Kabupaten Minahasa Selatan. Wilayah dengan angka kasus kematian rendah yaitu Kabupaten Bolaang Mangondow Timur, Kabupaten Bolaang Mangondow Selatan, Kabupaten Bolaang Mangondow Utara, Kabupaten Minahasa Tenggara, Kabupaten Kepulauan Sangihe, Kabupaten Kepulauan Talaud, dan Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro.



Gambar 9. Pemetaan Kasus Sembuh Tuberkulosis Tahun 2023

Gambar 9 diketahui bahwa tahun 2023 daerah dengan angka kasus sembuh dari tuberkulosis yang tinggi yaitu Kota Bitung, Kota Manado, Kabupaten Bolaang Mongondow, Kabupaten Minahasa Utara, dan Kabupaten Minahasa. Daerah dengan angka kasus sembuh sedang yaitu Kota Tomohon, Kota Kotamobagu, Kabupaten Minahasa Selatan, Kabupaten Minahasa Tenggara, Kabupaten Bolaang Mangondow Utara, Kabupaten Kepulauan Sangihe, dan Kabupaten Kepulauan Talaud. Daerah dengan angka kasus kematian rendah yaitu Bolaang Mangondow Timur, Kabupaten Bolaang Mangondow Selatan, dan Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro.

## PEMBAHASAN

### Distribusi Spasial Kasus Tuberkulosis Dikaitkan Dengan Kepadatan Penduduk

Analisis spasial penemuan kasus tuberkulosis (TB) di Provinsi Sulawesi Utara selama tahun 2021 hingga 2023 menunjukkan adanya keterkaitan yang signifikan antara kepadatan penduduk dengan jumlah kasus yang ditemukan, angka kematian, serta angka kesembuhan TB. Berdasarkan peta distribusi, daerah dengan kepadatan penduduk tinggi seperti Kota Manado, Kota Kotamobagu, dan Kota Bitung secara konsisten tercatat sebagai wilayah dengan jumlah kasus TB tertinggi. Sebaliknya, wilayah dengan kepadatan penduduk rendah seperti Bolaang Mongondow Selatan, Bolaang Mongondow Utara, dan Kepulauan Talaud cenderung memiliki jumlah kasus TB yang rendah.

Analisis terhadap angka kematian akibat TB menunjukkan dinamika yang sedikit berbeda. Pada tahun 2021, wilayah dengan kepadatan rendah seperti Kabupaten Bolaang Mongondow mencatat angka kematian yang tinggi, mengindikasikan kemungkinan keterbatasan akses layanan kesehatan atau keterlambatan deteksi dini di daerah tersebut. Namun, pada tahun 2022 dan 2023, terlihat adanya penurunan angka kematian secara umum, dengan sebagian besar kabupaten/kota berada pada kategori rendah. Kota-kota padat seperti Manado, Bitung, dan Kotamobagu tetap menunjukkan angka kematian rendah hingga sedang, yang dapat menunjukkan efektivitas layanan kesehatan di wilayah perkotaan dalam menangani kasus TB secara lebih optimal.

Sementara itu, angka sembuh TB juga menunjukkan hubungan yang konsisten dengan kepadatan penduduk. Daerah dengan kepadatan tinggi cenderung mencatat jumlah kasus sembuh yang lebih tinggi, yang kemungkinan besar dipengaruhi oleh ketersediaan fasilitas layanan kesehatan yang lebih lengkap dan mudah dijangkau. Kota Manado, Bitung, dan Tomohon secara berurutan mencatat angka kesembuhan tertinggi dari 2021 hingga 2023. Di sisi lain, daerah dengan kepadatan rendah seperti Bolaang Mongondow Selatan dan Bolaang Mongondow Utara tetap berada dalam kategori kasus sembuh yang rendah. Secara keseluruhan, analisis spasial selama tiga tahun terakhir menunjukkan bahwa wilayah dengan kepadatan penduduk tinggi memiliki risiko penularan TB yang lebih besar, namun juga menunjukkan tingkat kesembuhan yang tinggi karena kemungkinan didukung oleh akses terhadap pelayanan kesehatan yang lebih baik. Ini menguatkan pentingnya faktor lingkungan dalam pencegahan dan pengendalian TB.

Sesuai dengan Teori H. L. Bloom yang menyebutkan bahwa derajat kesehatan ditentukan oleh 40% faktor lingkungan, 30% faktor perilaku, 20% faktor pelayanan kesehatan dan 10% faktor keturunan (genetik). Faktor lingkungan merupakan penentu tertinggi dalam peningkatan derajat kesehatan masyarakat. Sumber utama penularan tuberkulosis adalah ditularkan melalui orang ke orang melalui udara. Penderita tuberkulosis menyebarkan kuman ke udara dalam bentuk percikan dahak (*droplet nuclei*) pada saat berbicara, batuk, bersin, tertawa atau bernyanyi. *Droplet* yang tertahan di udara tersebut yang menyebabkan terjadinya penyebaran penyakit ketika terhirup oleh individu yang rentan (Suparti & dkk, 2024).

Berdasarkan penelitian dari Srisantyorini & dkk., (2022) menunjukkan sebaran kasus baru TB paru cenderung mengikuti sebaran kepadatan penduduk, kasus baru TB paru yang tinggi cenderung berada di daerah yang memiliki tingkat kepadatan penduduk sedang dan tinggi. Penelitian dari Dhamayanti & dkk., (2020) mengungkapkan bahwa kepadatan penduduk, rumah tangga pra sejahtera, rumah sehat ber PHBS, sanitasi rumah tangga dan pelayanan kesehatan menjadi faktor-faktor penentu terjadinya kasus TB yang bervariasi pada setiap wilayah kabupaten kotanya.

Kepadatan penduduk tidak secara otomatis menyebabkan peningkatan kasus tuberkulosis. Beberapa studi menekankan bahwa meskipun kepadatan penduduk merupakan faktor risiko, variabel lain seperti tingkat kemiskinan, sanitasi, dan kualitas sistem kesehatan lebih menentukan hasil akhir dari perawatan tuberkulosis (Kirenga et al., 2020). Kepadatan penduduk bukan semata-mata dihitung dari jumlah penduduk, tetapi dari rasio antara jumlah penduduk dan luas wilayah. Suatu wilayah yang luas namun memiliki jumlah penduduk besar belum tentu dikategorikan sebagai padat penduduk. Misalnya, Kabupaten Minahasa dengan luas wilayah yang besar dan jumlah penduduk relatif banyak, menghasilkan kepadatan menengah (234 jiwa/km<sup>2</sup> pada 2023), sedangkan

Kota Manado dengan wilayah kecil namun populasi besar menghasilkan kepadatan sangat tinggi (1125 jiwa/km<sup>2</sup>). Kondisi ini mempengaruhi risiko penularan tuberkulosis (TB). Wilayah seperti Kota Manado, Kota Bitung, dan Kota Kotamobagu yang memiliki kepadatan tinggi secara konsisten mencatat jumlah kasus TB tertinggi di Sulawesi Utara. Kepadatan yang tinggi berarti interaksi antarindividu lebih sering, rumah-rumah berdempetan, ventilasi udara terbatas, dan sanitasi buruk. Semua ini menciptakan lingkungan ideal bagi penularan TB (Lestari dkk., 2020). Sebaliknya, daerah seperti Bolaang Mongondow Selatan dan Talaud memiliki kepadatan rendah karena jumlah penduduk kecil dan wilayah luas, sehingga penularan lebih rendah. Namun, rendahnya kasus juga bisa menandakan underreporting akibat keterbatasan sistem pencatatan atau keterbatasan akses fasilitas diagnosis (Mulyadi dkk., 2019). Dengan demikian, kepadatan penduduk secara spasial bukan hanya dipengaruhi oleh populasi, tetapi juga oleh luas wilayah, dan keduanya bersama-sama memengaruhi risiko paparan TB.

Penelitian Siwiendrayanti dkk (2018), juga mengungkapkan hasil yang sama yaitu peningkatan kepadatan penduduk tidak mengakibatkan peningkatan angka kasus baru TB. Penelitian dari Rahmawati & Rahmaniati (2020) juga disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan spasial kasus baru TB BTA (+) dengan kepadatan penduduk. Menurut penelitian Tabilantang dkk (2017), kepadatan penduduk tidak bisa dianggap sebagai penyebab tunggal kasus TB paru, namun terdapat faktor lain seperti ketinggian wilayah, iklim dan usia.

Kepadatan hunian juga menjadi salah satu faktor risiko seseorang menderita tuberkulosis karena luas rumah yang tidak sebanding dengan jumlah penghuni yang ada di dalam rumah akan menyebabkan sesak (*overcrowded*) hal ini tidak sehat karena dapat menyebabkan kurangnya konsumsi oksigen dalam ruangan tersebut, juga bila salah satu anggota keluarga terkena penyakit infeksi akan mudah menular kepada anggota keluarga lain (Konde dkk, 2020). Berdasarkan Kepmenkes RI No.829/Menkes/SK/VII/1999 tentang Persyaratan Kesehatan Perumahan kondisi ini tidak memenuhi syarat. Kepadatan hunian yang melebihi standar dapat menyebabkan suhu ruangan meningkat akibat aktifitas penghuni rumah. Pada kondisi luas rumah yang cukup akan memberikan ruang gerak yang cukup dan memberikan perasaan yang nyaman bagi penghuninya. Kenyamanan dalam ruangan juga dapat terganggu karena sirkulasi udara yang tidak lancar, hal ini bisa disebabkan juga karena ventilasi yang kurang, sehingga menimbulkan suhu ruangan terasa panas. Untuk menjaga lancarnya sirkulasi udara dalam rumah, maka perlu diperhatikan sistem ventilasi rumah agar suhu ruangan selalu normal. Ventilasi rumah yang tidak sesuai dengan syarat merupakan risiko terhadap kejadian Tuberkulosis dan berisiko 3 kali lebih besar dibandingkan kondisi ventilasi yang sesuai dengan syarat. Penelitian yang dilakukan oleh Mathofani, dkk (2019) yang membuktikan terdapat hubungan yang bermakna antara luas ventilasi rumah dengan kejadian Tuberkulosis. Menurut penelitian Kenedyanti dan Sulistyorini (2017) Terjadinya penularan biasanya terjadi di dalam satu ruangan dimana percikan dahak berada dalam waktu yang lama. Ventilasi yang mengalirkan udara dapat mengurangi jumlah percikan dahak, sementara sinar matahari langsung yang masuk ke dalam ruangan dapat membunuh bakteri. Selain itu, luas ventilasi yang tidak memenuhi syarat kesehatan akan mengakibatkan terhalangnya proses pertukaran udara dan sinar matahari yang masuk ke dalam rumah, akibatnya kuman tuberkulosis yang ada di dalam rumah tidak dapat keluar dan ikut terhisap bersama udara pernafasan.

Pertukaran udara yang tidak memenuhi syarat dapat menyebabkan suburnya pertumbuhan mikroorganisme, yang mengakibatkan gangguan terhadap kesehatan manusia. Kurangnya ventilasi (jumlah dan luas ventilasi tidak cukup, sesuai persyaratan kesehatan) (Rokot dkk., 2023). Kepadatan penduduk tinggi umumnya berkaitan dengan meningkatnya risiko kematian akibat tuberkulosis dan menurunnya tingkat kesembuhan, terutama karena peningkatan penularan dan tantangan sistem kesehatan. Namun, hubungan ini juga dipengaruhi oleh faktor sosio-ekonomi dan infrastruktur kesehatan di daerah tersebut.

### **Distribusi Spasial Kasus Tuberkulosis Dikaitkan Dengan Jumlah Puskesmas**

Pemetaan distribusi penemuan kasus tuberkulosis per Kabupaten/Kota di Provinsi Sulawesi Utara dari tahun 2021 hingga 2023 menunjukkan bahwa jumlah Puskesmas tidak selalu sejalan dengan rendahnya angka kasus TB. Pada tahun 2021, wilayah dengan jumlah kasus TB tertinggi

seperti Minahasa (22 Puskesmas), Kota Manado (11 Puskesmas), dan Minahasa Utara (11 Puskesmas) justru menunjukkan tingginya angka kasus TB (zona merah). Kondisi ini berlanjut hingga 2023, di mana wilayah-wilayah tersebut tetap mendominasi jumlah kasus tinggi, meskipun jumlah Puskesmas meningkat. Sebaliknya, beberapa wilayah dengan jumlah Puskesmas yang relatif sedikit seperti Bolaang Mongondow Selatan dan Bolaang Mongondow Timur justru menunjukkan kasus TB yang rendah.

Distribusi kasus kematian akibat TB juga memperlihatkan pola yang serupa. Pada tahun 2021, Bolaang Mongondow dan Kotamobagu menjadi wilayah dengan kematian tinggi meskipun memiliki jumlah Puskesmas yang moderat. Tahun 2022 menunjukkan penurunan angka kematian di sebagian besar wilayah, namun tahun 2023 (Gambar 16) kembali menunjukkan peningkatan signifikan di wilayah Minahasa, Minahasa Utara, dan Bolaang Mongondow, meskipun fasilitas kesehatan tetap tersedia dalam jumlah besar. Ini mengindikasikan bahwa faktor selain ketersediaan Puskesmas seperti kualitas layanan, akses geografis, serta perilaku masyarakat dalam memanfaatkan fasilitas kesehatan juga turut berperan dalam angka kematian TB.

Dari sisi angka kasus sembuh, wilayah-wilayah seperti Minahasa, Kota Manado, dan Bolaang Mongondow yang memiliki jumlah Puskesmas cukup banyak juga cenderung menunjukkan angka kasus sembuh TB yang tinggi. Kota Manado, misalnya, memiliki 16 Puskesmas (6 rawat inap dan 10 non-rawat inap) pada tahun 2023 dan mencatat angka kasus sembuh tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa dalam konteks wilayah yang memiliki akses yang lebih baik, ketersediaan layanan kesehatan turut meningkatkan peluang kesembuhan pasien TB. Namun, wilayah-wilayah lain seperti Kepulauan Talaud dan Bolaang Mongondow Selatan yang memiliki jumlah Puskesmas cukup untuk cakupan wilayahnya juga menunjukkan kesembuhan rendah.

Jumlah dan kualitas layanan kesehatan sangat memengaruhi jumlah kasus tuberkulosis, terutama dalam hal deteksi dini, pengobatan tepat waktu, dan pencegahan penularan. Menurut penelitian Yudiana, Zulmansyah & Garna (2022) menyebutkan terdapat hubungan bermakna jarak rumah ke Puskesmas dengan kepatuhan pengobatan TB Paru ( $p=0,003$ ) di puskesmas Patokbeusi Subang yang berarti semakin dekat jarak rumah ke Puskesmas akan menyebabkan seseorang patuh berobat dan memeriksakan kesehatannya ke pusat pelayanan kesehatan. Sebaliknya, jika jarak rumah pasien tuberkulosis dengan fasilitas kesehatan jauh maka akan menurunkan kepatuhan menjalani pengobatan. Pasien tuberkulosis paru menghentikan pengobatan karena jarak rumah ke fasilitas kesehatan terlalu jauh sehingga malas untuk berkunjung dan memeriksakan status kesehatannya ke Puskesmas.

Jumlah puskesmas di suatu wilayah sering kali dirancang secara administratif berdasarkan jumlah penduduk atau desa, tetapi kondisi geografis dapat menjadi penghalang utama dalam akses pelayanan. Sebagai contoh, Kepulauan Sangihe memiliki jumlah puskesmas rawat inap yang cukup banyak 11 unit pada tahun 2023, namun karena terdiri dari pulau-pulau yang terpisah, akses masyarakat terhadap layanan tersebut bisa sangat terbatas, terutama saat cuaca buruk atau minimnya transportasi laut. Studi oleh Susanti dkk. (2021) di Nusa Tenggara Timur menunjukkan bahwa meskipun puskesmas tersedia, keterpencilan geografis dan kurangnya infrastruktur transportasi menghambat pasien untuk mendapatkan layanan TB secara tepat waktu, yang berdampak pada keterlambatan diagnosis dan meningkatnya angka kematian.

Hal yang serupa juga terjadi di wilayah Sulawesi Utara yang memiliki banyak wilayah kepulauan dan pegunungan. Selain itu, kualitas layanan puskesmas juga menjadi faktor. Puskesmas yang secara jumlah memadai tetapi kekurangan tenaga terlatih atau peralatan diagnostik seperti mikroskop untuk pemeriksaan dahak, tidak dapat menjalankan program TB secara efektif (Nasution dkk., 2020). Di sisi lain, faktor budaya dan penerimaan masyarakat terhadap layanan kesehatan juga berperan. Masyarakat yang masih mempercayai pengobatan tradisional atau mengalami stigma terhadap TB seringkali enggan datang ke puskesmas, sehingga walaupun fasilitas sudah ada dan terjangkau secara fisik, tetap tidak dimanfaatkan secara optimal. Ini menunjukkan bahwa jumlah puskesmas harus dipahami bersama dengan konteks geografis, sosiokultural, serta kualitas layanan untuk menilai seberapa efektif sistem kesehatan dalam menangani TB di suatu wilayah.

Kemudian penelitian Chairani & Mariana (2017) menyatakan responden tuberkulosis paru di wilayah Puskesmas Binanga Kabupaten Mamuju yang sulit mengakses fasilitas kesehatan sebanyak 67,7%. Tingkat kesulitan dalam mengakses ke fasilitas kesehatan memiliki resiko yang lebih besar dalam penularan tuberkulosis paru apabila dibandingkan dengan responden yang memiliki kemudahan dalam mengakses fasilitas kesehatan.

Secara spasial keberadaan fasilitas kesehatan berpengaruh terhadap kasus tuberkulosis dengan nilai koefisien positif (0,000) yang berarti bahwa semakin kecil jumlah fasilitas kesehatan maka dapat meningkatkan kasus tuberkulosis atau dapat diartikan dengan adanya fasilitas kesehatan yang memadai secara jumlah maupun kualitas akan mengurangi jumlah kasus tuberkulosis di Kabupaten Tanah Bumbu (Hasibuan, Sembiring & Fakhrizal, 2021). Terdapat juga penelitian yang dilakukan oleh Sulayman & Abdullah (2021) menggunakan model matematis menunjukkan bahwa kapasitas layanan kesehatan yang mencukupi, terutama pada aspek pemulihan atau pengobatan, berperan besar dalam mengurangi penyebaran dan mempercepat penyembuhan tuberkulosis. Jika kapasitas layanan terbatas (saturasi), risiko penyebaran dan kematian meningkat secara signifikan.

## KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini yaitu sebaran tuberkulosis berdasarkan faktor kepadatan penduduk di Provinsi Sulawesi Utara tahun 2021–2023 menunjukkan bahwa wilayah dengan kepadatan besar memiliki risiko penularan yang tinggi. Sebaran tuberkulosis berdasarkan faktor jumlah puskesmas di Provinsi Sulawesi Utara tahun 2021–2023 menunjukkan bahwa jumlah Puskesmas tidak selalu berkorelasi langsung dengan rendahnya kasus TB. Wilayah dengan banyak Puskesmas tetap bisa memiliki kasus tinggi jika kualitas layanan dan akses geografis belum optimal. Wilayah dengan Puskesmas yang mudah dijangkau cenderung memiliki angka kesembuhan lebih tinggi. Efektivitas layanan TB sangat bergantung pada ketersediaan, keterjangkauan, dan kualitas fasilitas kesehatan, serta penerimaan masyarakat terhadap pengobatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, A. I., & Setiyadi, N. A. (2021). Analisis Spasial Tuberkulosis 2018 – 2020 : Kabupaten Magelang, Indonesia. *Jurnal Manajemen Informasi dan Administrasi Kesehatan (JMIAK)*, 4(2), 1-9. doi:<https://doi.org/10.32585/jmiak.v4i2.1915>
- Dinkesprov Sulut. (2024). Data Insiden TBC Provinsi SULUT. Manado: Dinas Kesehatan Daerah Sulawesi Utara.
- Gratell, A., & Loytonen, M. (2003). *GIS and Health*. London: *Taylor & Francis*.
- Kemkes RI. (2019). Keputusan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Nomor HK.01.07/MENKES/755/2019 Tentang Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Tuberkulosis. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Kemkes RI. (2022). Profil Kesehatan Indonesia 2021. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Dipetik April 16, 2024, dari <https://www.kemkes.go.id/id/profil-kesehatan-indonesia-2021>
- Kemkes RI. (2023). Laporan Program Penanggulangan Tuberkulosis Tahun 2022. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Diakses pada Maret 26, 2024, dari <https://tbindonesia.or.id/wp-content/uploads/2023/09/Laporan-Tahunan-Program-TBC-2022.pdf>
- Kemkes RI. (2023). Profil Kesehatan Indonesia 2022. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Diakses pada April 16, 2024, dari <https://www.kemkes.go.id/id/profil-kesehatan-indonesia-2022>
- Kenedyanti E, Sulistyorini L. Analisis. 2017. Mycobacterium tuberculosis dan Kondisi Fisik Rumah dengan Kejadian Tuberkulosis Paru. *Jurnal Berkala Epidemiologi*. Volume 5 No 2) Tahun 2017. Online (<https://ejournal.unair.ac.id/JBE/article/download/3400/3881/19416>) Diakses pada 20 Januari 2025

- Konde, C. P., Asrifuddin, A., & Langi, F. L. F. G. (2020). Hubungan antara umur, status gizi dan kepadatan hunian dengan tuberkulosis paru di Puskesmas Tuminting Kota Manado. *KESMAS*, 9(1). Online (<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/kesmas/article/view/28668>) Diakses pada 20 Januari 2025
- Lestari, T. (2020). "Asosiasi antara Kondisi Perumahan dan Penularan Tuberkulosis di Wilayah Perkotaan dengan Kepadatan Tinggi". *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 18(1), 12–20.
- Mulyadi, A. (2019). "Geographic Barriers to Health Care Services for TB in Remote Indonesia". *BMC Public Health*, 19: 927.
- Nasution, R. A. (2020). "Kesiapan Puskesmas dalam Pelayanan TB di Daerah Terpencil". *Jurnal Administrasi Kesehatan Indonesia*, 8(2), 145–152.
- Rahmawati, H., & Rahmaniati, M. (2020). Analisis Spasial Kasus Baru Tuberkulosis BTA (+) terhadap Kepadatan Penduduk di Jawa Tengah Tahun 2016-2018. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 9(3), 137-143.
- Rokot, A., Laikun, Y., Kabuhung, A., Katiandagho, D., Yusran, M., & Pandean, M. M. (2023). Hubungan Kondisi Fisik Rumah Dengan Kejadian Tuberkulosis Paru Di Kelurahan Sindulang Satu Kecamatan Tuminting Kota Manado. In *PROSIDING Seminar Nasional* (Vol. 1, pp. 55-68). Online Diakses pada 20 Januari 2025
- Srisantyorini, T., Nabilla, P., Herdiansyah, D., Dihartawan, Fajrini, F., & Suherman. (2022). Analisis Spasial Kejadian Tuberkulosis di Wilayah DKI Jakarta Tahun 2017-2019. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, 18(2), 131-138.
- Suparti, S., & dkk. (2024). *Promosi Kesehatan Rumah Sakit*. Bandung: Kaizen Media Publishing. Online
- Susanti, E. (2021). "Geographic Accessibility and Delayed TB Diagnosis in Eastern Indonesia". *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 25(7), 595–602.
- Tabilantang, D. E., Nelwan, J. E., & Kaunang, W. P. (2018). Analisis Spasial Distribusi Tuberkulosis Paru Basil Tahan Asam (BTA) Positif di Kota Manado Tahun 2015-2017. *Jurnal KESMAS*, 7(4). Online (<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/kesmas/article/view/23175>) Diakses pada 12 Maret 2025
- WHO. (2021). Global Tuberculosis Report 2021. World Health Organization. Diakses Maret 11, 2024, dari <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565714>
- WHO. (2021). Tuberculosis. World Health Organization. Dipetik April 16, 2024, dari <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/tuberculosis>
- WHO. (2022). Global Tuberculosis Report 2022. World Health Organization. Diakses Maret 11, 2024, dari <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/363752/9789240061729-eng.pdf?sequence=1>
- Wibowo, K. M., Kanedi, I., & Jumadi, J. (2015). Sistem Informasi Geografis (SIG) Menentukan Lokasi Pertambangan Batu Bara di Provinsi Bengkulu Berbasis Website. *Jurnal Media Infotama*, 11(1), 51-60.