

ANALISIS SPASIAL PENYAKIT TUBERKULOSIS DI KABUPATEN MINAHASA UTARA TAHUN 2021-2024**Nikita Syenny Gabriella Supit^{1*}, Budi Tarmady Rataq², Jeini Ester Nelwan³**Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi^{1,2,3}

*Corresponding Author : nikitasupit121@student.unsrat.ac.id

ABSTRAK

Kondisi lingkungan seseorang sangat berpengaruh terhadap penyakit Tuberkulosis baik dari segi kepadatan penduduk, kemiskinan/ekonomi dan akses pelayanan kesehatan. Kepadatan penduduk sendiri merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi penyebaran penyakit Tuberkulosis. Kepadatan penduduk dari daerah setempat dan penduduk pendatang menjadi salah satu penyebab tingginya angka kejadian Tuberkulosis. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis spasial dari jumlah kasus Tuberkulosis di Kabupaten Minahasa Utara tahun 2021-2024. Jenis penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deskriptif dengan menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis. Hasil analisis spasial yang didapatkan yaitu kecamatan Kalawat selalu menempati kepadatan penduduk paling tinggi selama 4 tahun terakhir, dan kecamatan Airmadidi memiliki lonjakan paling tinggi pada tahun 2024. Kecamatan Kalawat dan Airmadidi yang menjadi faktor terbesar terjadinya persebaran Tuberkulosis yang tinggi yaitu karena tingkat kepadatan penduduk yang tinggi. Kasus Tuberkulosis menunjukkan peningkatan konsisten dari tahun 2021 hingga 2024. Jumlah kasus meningkat setiap tahun, dengan lonjakan tertinggi terjadi pada tahun 2024. Kecamatan Kalawat dan Airmadidi merupakan wilayah dengan kepadatan tertinggi. Kasus TBC terus mengalami lonjakan terutama pada 2 kecamatan tersebut. Hasil Analisis spasial menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif antara kepadatan penduduk dan persebaran kasus Tuberkulosis di Kabupaten Minahasa Utara. Tren kasus Tuberkulosis menunjukkan peningkatan yang signifikan setiap bulan dan tahunnya, sehingga diperlukan intervensi kesehatan masyarakat yang tepat sasaran untuk menekan laju penyebaran Tuberkulosis

Kata kunci : analisis spasial, kepadatan penduduk, tuberkulosis

ABSTRACT

A person's environmental conditions significantly influence the spread of tuberculosis, including factors such as population density, poverty or economic conditions, and access to health services. Population density is one of the main factors contributing to the prevalence of tuberculosis in an area. Both local population density and the influx of migrants contribute to the high incidence of tuberculosis. This study aims to conduct a spatial analysis of tuberculosis cases in North Minahasa Regency from 2021 to 2024. This research is a descriptive quantitative study using a Geographic Information System (GIS) approach. The spatial analysis results indicate that Kalawat Sub-district has consistently recorded the highest population density over the last four years, while Airmadidi Sub-district experienced the highest spike in 2024. Kalawat and Airmadidi are identified as the main contributors to the high spread of tuberculosis due to their high population density. The trend of tuberculosis cases shows a steady and consistent increase from 2021 to 2024, with the largest surge occurring in 2024. TB cases continue to rise, particularly in these two sub-districts. Spatial analysis shows a positive correlation between population density and the distribution of tuberculosis cases in North Minahasa Regency, highlighting the need for targeted public health interventions to reduce the spread of tuberculosis.

Keywords : population density, spatial analysis, tuberculosis

PENDAHULUAN

Tuberkulosis adalah penyakit yang menyebar melalui udara saat orang terinfeksi batuk, bersin, atau saat meludah (WHO, 2023). Mycobacterium Tuberkulosis merupakan bakteri

yang menyerang paru paru. Tuberkulosis (TBC) masih menjadi salah satu masalah kesehatan global. Pada tahun 1882, penelitian menunjukkan penemuan bahwa Tuberkulosis disebabkan oleh bakteri, dalam presentasi “Die Aetiologie der Tuberculose” di konferensi Berlin Physiological Society. Penemuan bakteri tersebut membuktikan bahwa Tuberkulosis adalah penyakit menular, bukan penyakit keturunan (CDC, 2023). Tuberkulosis merupakan penyakit yang telah bertahan selama lebih dari 70.000 tahun dan saat ini telah menginfeksi hampir 2 miliar orang diseluruh dunia dengan sekitar 10,4 juta kasus Tuberkulosis baru setiap tahun. Hampir sepertiga dari populasi dunia merupakan pembawa basil yang beresiko untuk mengembangkan penyakit (WHO, 2022). *Global Tuberkulosis Report* 2023 pada tahun 2022, sebanyak 7,5 juta orang baru didiagnosis menderita Tuberkulosis dan secara resmi dilaporkan sebagai kasus Tuberkulosis, ini merupakan peningkatan di atas tingkat sebelum covid (7,1 juta pada tahun 2019), 16% di atas tingkat tahun 2021, 28% di atas tingkat tahun 2020, dan jumlah tertinggi untuk satu tahun sejak WHO memulai pemantauan Tuberkulosis global pada pertengahan 1990-an (WHO, 2023).

1,25 juta orang meninggal akibat Tuberkulosis (TB) pada tahun 2023 (termasuk 161.000 orang dengan HIV). Di seluruh dunia, Tuberkulosis mungkin kembali menjadi penyebab kematian utama di dunia akibat satu agen infeksius, setelah tiga tahun digantikan oleh penyakit koronavirus (COVID-19). Penyakit ini juga merupakan pembunuh utama orang dengan HIV dan penyebab utama kematian terkait dengan resistensi antimikroba. Menurut Kemenkes 2023 dalam laporan tahunan TB tahun 2022, secara global diperkirakan 10,6 juta (range 9,8-11,3 juta) orang sakit TBC; 1,4 juta (range 1,3-1,5 juta) kematian akibat TBC termasuk HIV-negatif dan 187.000 kematian (range 158.000–218.000) termasuk HIV-positif. Total 1,3 juta orang meninggal karena TBC pada tahun 2022 (termasuk 167.000 orang dengan HIV). WHO 2022 dalam Global TB Report tahun 2022 (data tahun 2021) menyatakan bahwa beban TBC di dunia dengan estimasi 10.556.328 dan menurut region terbesar pada *Southeast Asia* kemudian *Africa* dan *Western Pasific*.

Tuberkulosis (TB) merupakan penyakit menular yang masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang ada di Indonesia. Indonesia juga merupakan negara peringkat ke-2 penderita TBC tertinggi di dunia setelah India dengan proporsi kasus baru sebesar 10% dibandingkan seluruh kasus di dunia. Secara global, diperkirakan 10,6 juta orang menderita TBC pada tahun 2022. (WHO, *Global Tuberkulosis Report*, 2023). Penularan TB paling banyak terjadi melalui droplet yang terinfeksi melalui udara. Pada tahun 2021, jumlah kasus TB di Indonesia mencapai 443,225 kasus, tahun 2022 sebanyak 724,309 kasus, dan tahun 2023 mencapai 821,200 kasus (Kemenkes, 2023). Profil Kesehatan Indonesia tahun 2023 menyebutkan angka cakupan penemuan kasus Tuberkulosis yang dimana provinsi Sulawesi Utara berada di urutan yang paling pertama dalam angka dibawah target Renstra (88,6%). Dalam data SITB (per maret 2023), hanya 7 provinsi dengan cakupan penemuan kasus TBC RO yang melampaui target nasional, tertinggi DKI Jakarta (94%) kemudian berturut-turut Sulawesi Utara, Maluku Utara, Banten, Jawa Barat, Gorontalo (Kemenkes RI, 2023). Dalam data Badan Pusat Statistik tahun 2021 angka kejadian TBC Kabupaten Minahasa Utara mencapai angka 59 kasus, tahun 2022 60 kasus, dan data dari kasus penyakit angka terdapatnya TBC menyebutkan bahwa angka penyakit Tuberkulosis memiliki peningkatan yang fluktuatif terlebih di tahun 2023 hingga mencapai 113 kasus (BPS, 2023). Dapat dilihat bahwa kabupaten memiliki angka kejadian *Tuberkulosis* yang meningkat dari tahun ketahun terlebih di tahun 2023.

Secara epidemiologi Tuberkulosis dapat terjadi melalui berbagai macam faktor yaitu agen, faktor pejamu, dan lingkungan, pengaruh kondisi lingkungan seseorang terhadap penyakit Tuberkulosis baik dari segi kepadatan penduduk, kemiskinan/ekonomi dan akses pelayanan kesehatan. Kepadatan penduduk merupakan salah satu faktor yang menjadi penyebab dari terjadinya Tuberkulosis disuatu daerah. Kepadatan penduduk dari daerah setempat dan dari imigran yang tinggi menjadi salah satu penyebab tingginya angka kejadian

dan kesakitan Tuberkulosis karena hal tersebut menambah peningkatan dari interaksi sosial. Penelitian yang dilakukan mengatakan bahwa sebaran kasus Tuberkulosis cenderung mengikuti sebaran kepadatan penduduk, dimana hasil uji analisis spasial menunjukkan terdapat hubungan signifikan dengan kekuatan korelasi kuat dengan kepadatan penduduk (p value= 0,001 dan $r = 0.700$) dengan Tuberkulosis Paru (p value= 0,145). (Ahmad 2020).

WHO dengan End TB Strategi menargetkan bahwa mampu menurunkan kejadian TB serta rasio kematian sebesar 90% dan 95% di tahun 2035. Dimana hal ini menjadi 5 tahun lebih lama dari era SDGs. Untuk menunjang strategi dari WHO diperlukan adanya strategi yang harus disusun diberbagai negara. Di Indonesia sendiri telah menetapkan Renstra Nasional TB tahun 2020-2024 dengan berkomitmen untuk menurunkan insiden kasus Tuberkulosis menjadi 65 per 100.000 penduduk pada tahun 2030. Upaya yang telah dilakukan ini adalah untuk mempercepat upaya Indonesia untuk mencapai eliminasi Tuberkulosis di tahun 2030, serta mengakhiri epidemi Tuberkulosis pada tahun 2050 (Kemenkes, 2020).

Analisis spasial adalah teknik pengumpulan data yang digunakan dalam manajemen lingkungan dan penanganan penyakit berbasis wilayah. Melalui pendekatan geografis, analisis ini mengkaji penyebaran penyakit dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti demografi, lingkungan, perilaku, serta kondisi sosial ekonomi. Dalam menanggulangi Tuberkulosis (TB) perlu adanya ilmu dasar epidemiologi yang dapat membantu dalam penanggulangan berbasis data. Kajian epidemiologi dalam menanggulangi Tuberkulosis dapat dilakukan dengan metode surveilans. Surveilans Tuberkulosis (TB) adalah pengumpulan, analisis, dan pelaporan data yang berkelanjutan dan sistematis terkait infeksi Tuberkulosis dan penyakit Tuberkulosis pada populasi.

Epidemiologi spasial telah umum digunakan untuk menggambarkan dan menganalisis distribusi geografis penyakit dalam beberapa dekade terakhir. Penggunaan SIG memungkinkan kita untuk memvisualisasikan dan menganalisis data geografis terkait kasus TB, seperti lokasi, jumlah kasus, dan karakteristik demografis penduduk. Dengan menggunakan SIG, kita dapat mengidentifikasi daerah-daerah dengan risiko tinggi penularan TB, mengidentifikasi klaster kasus, serta menganalisis hubungan antara sebaran kasus TB dengan faktor lingkungan, sosial, dan ekonomi. Selain membantu bagi para pembuat kebijakan dalam merancang strategi pencegahan dan pengendalian TB yang lebih efektif dan tertarget, analisis spasial juga dapat membantu dalam mengevaluasi dampak dari intervensi yang telah dilakukan dan mengidentifikasi area yang masih memerlukan perhatian lebih lanjut.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk melakukan analisis spasial dari jumlah kasus Tuberkulosis di Kabupaten Minahasa Utara tahun 2021-2024 dengan mendeskripsikan sebaran kepadatan penduduk, pola kasus Tuberkulosis, pola persebaran kasus Tuberkulosis berdasarkan kepadatan penduduk dan melihat tren kasus Tuberkulosis di Kabupaten Minahasa Utara Tahun 2021-2024.

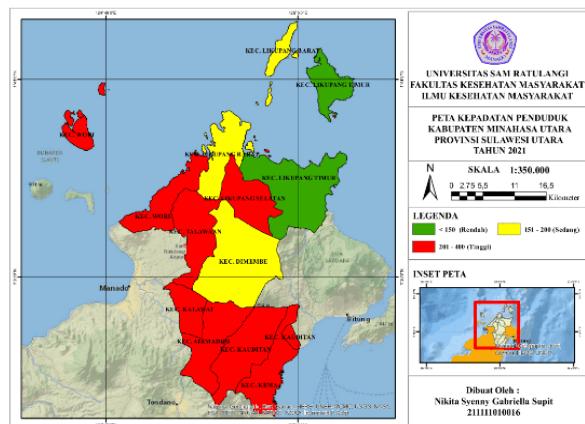
METODE

Riset ini menggunakan model penelitian kuantitatif deskriptif analitik untuk menganalisis sebaran kepadatan penduduk, pola kasus Tuberkulosis, pola persebaran kasus Tuberkulosis berdasarkan kepadatan penduduk dan melihat tren kasus Tuberkulosis di Kabupaten Minahasa Utara selama periode 2021-2024. Dalam menganalisis data, menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang bertujuan untuk mendeskripsikan distribusi dan frekuensi dari penyakit Tuberkulosis, serta melihat distribusi frekuensi dari sebaran kepadatan penduduk, pola kasus Tuberkulosis, pola persebaran kasus Tuberkulosis berdasarkan kepadatan penduduk dan tren kasus Tuberkulosis di Kabupaten Minahasa Utara selama periode 2021-2024. Penelitian ini berfokus pada mengidentifikasi sebaran kepadatan

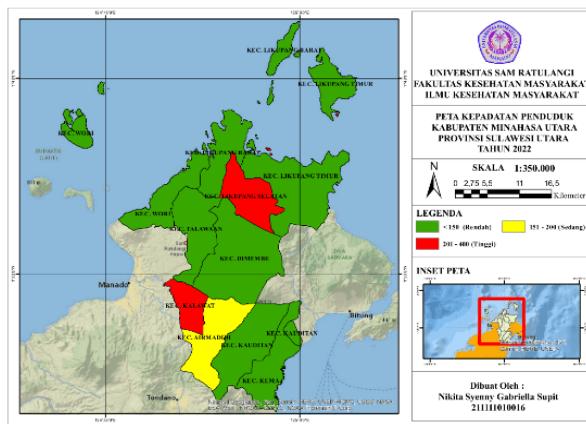
penduduk, pola kasus Tuberkulosis, pola persebaran kasus Tuberkulosis berdasarkan kepadatan penduduk dan melihat tren kasus Tuberkulosis di Kabupaten Minahasa Utara selama periode 2021-2024.

HASIL

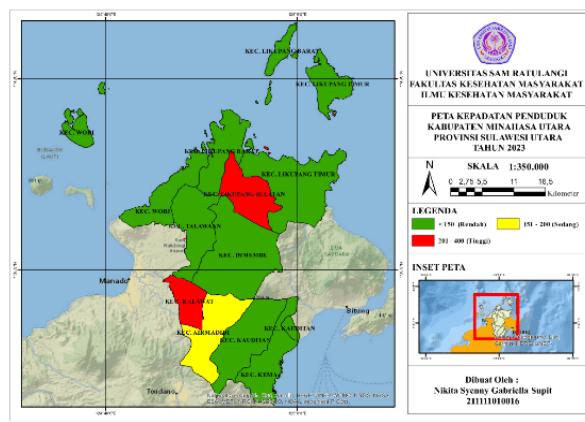
Peta Kepadatan Penduduk Tahun 2021 – 2024



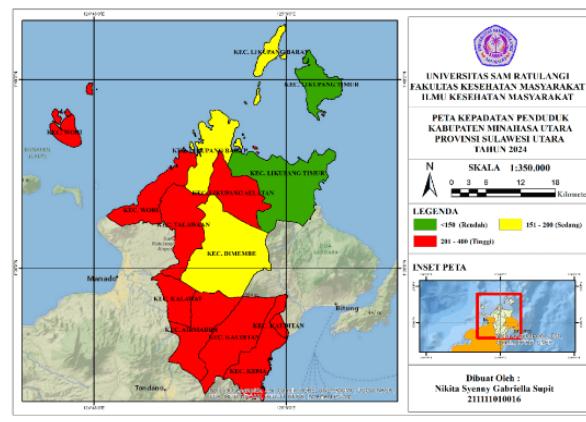
Gambar 1. Peta Kepadatan Penduduk Tahun 2021



Gambar 2. Peta Kepadatan Penduduk Tahun 2022



Gambar 3. Peta Kepadatan Penduduk Tahun 2023



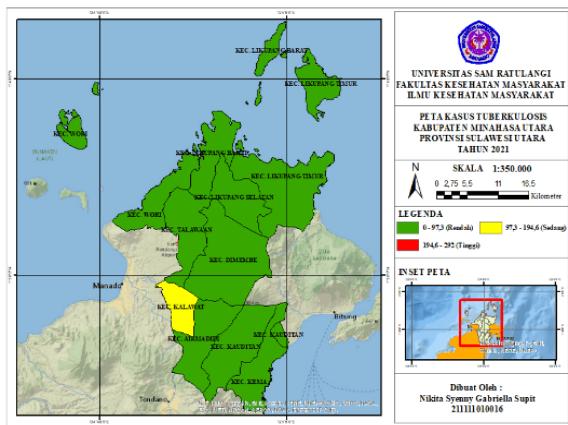
Gambar 4. Peta Kepadatan Penduduk Tahun 2024

Peta kepadatan penduduk tahun 2021 menunjukkan sebanyak 7 kecamatan yaitu, Kecamatan Wori, Likupang Selatan, Talawaan, Kalawat, Airmadidi, Kauditan dan kecamatan Kema, menempati area berwarna merah (tinggi), 2 kecamatan yaitu Likupang Barat dan Dimembe menempati area kuning (sedang), dan 1 kecamatan Likupang Timur area berwarna hijau (rendah). Peta persebaran kepadatan penduduk tahun 2022 menunjukkan ada sebanyak 2 kecamatan yaitu Kalawan dan Likupang Selatan menempati 2 area berwarna merah (tinggi), 1 kecamatan yaitu Airmadidi menempati area berwarna kuning (sedang), dan 7 kecamatan yaitu Wori, Likupang Barat, Talawaan, Likupang Timur, Kauditan, Dimembe, dan Kema, menempati area berwarna hijau (rendah).

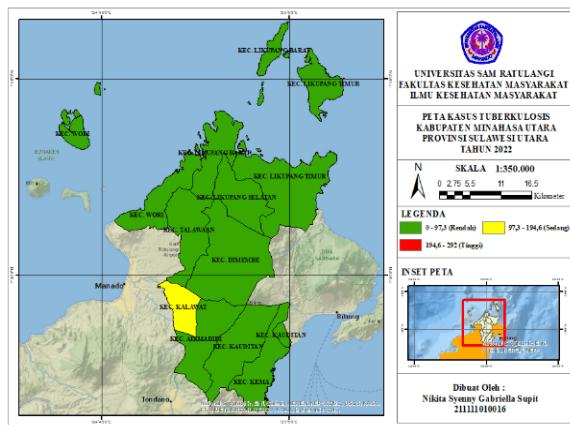
Peta Kepadatan penduduk 2023 ditunjukkan pada gambar 26. Peta diatas menunjukkan dimana ada sebanyak 2 kecamatan menempati 2 area berwarna merah (tinggi) yakni kecamatan Kalawat dan Likupang Selatan, 1 kecamatan menempati area berwarna kuning (sedang) kecamatan Airmadidi , dan 7 kecamatan menempati area berwarna hijau (rendah) kecamatan Kauditan, Kema, Dimembe, Wori, Talawaan, Likupang Timur, dan Likupang

Barat. Peta diatas menunjukkan dimana kepadatan penduduk tahun 2021 ada sebanyak 7 kecamatan menempati area berwarna merah (tinggi) yaitu kecamatan Kalawat, Airmadidi, Wori, Likupang Selatan, Kema, dan Kauditan. 2 kecamatan menempati area kuning (sedang) yaitu kecamatan Dimembe dan Likupang Barat, dan 1 kecamatan area berwarna hijau (rendah) yaitu kecamatan Likupang Timur.

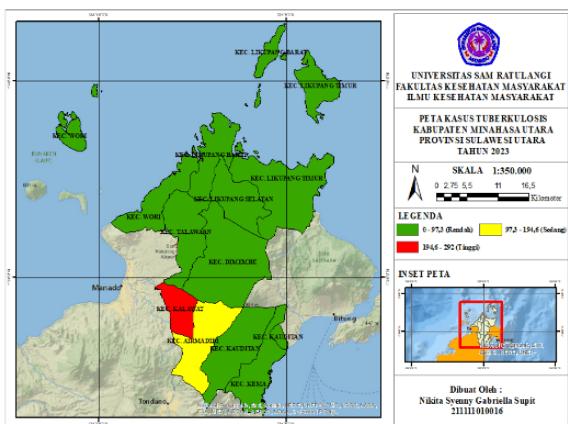
Peta Persebaran Kasus Tuberkulosis 2021-2024



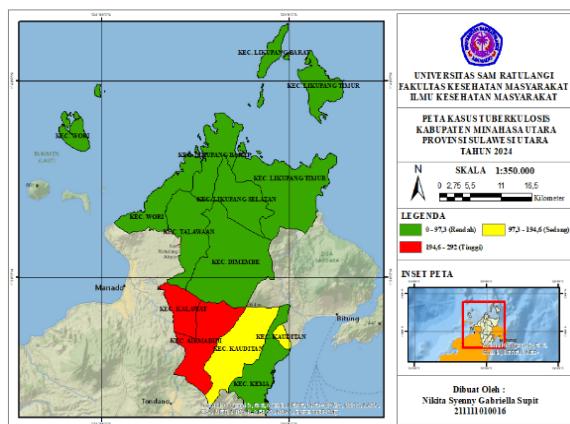
Gambar 5. Peta Persebaran KasusTuberkulosis Tahun 2021



Gambar 6. Peta Persebaran Kasus Tuberkulosis Tahun 2022



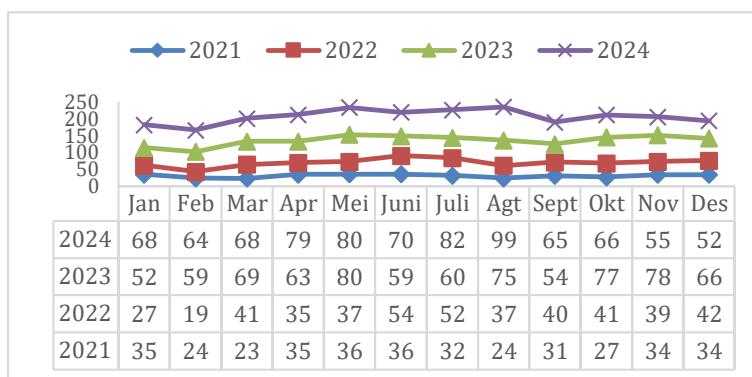
Gambar 7. Peta Persebaran Kasus Tuberkulosis Tahun 2023



Gambar 8. Peta Persebaran Kasus Tuberkulosis Tahun 2024

Pada persebaran kasus Tuberkulosis 2021 menunjukkan dimana, ada 1 kecamatan yang menempati area berwarna kuning (sedang) yakni Kalawat dan 9 kecamatan yang lain menempati area berwarna hijau (rendah). Peta Kasus persebaran Tuberkulosis tahun 2022 menunjukkan dimana ada 1 kecamatan yang menempati area berwarna kuning (sedang) yakni Kalawat dan 9 kecamatan yang lain menempati area berwarna hijau (rendah). Peta diatas memperlihatkan kasus persebaran kasus Tuberkulosis tahun 2023 ditunjukkan pada gambar 33 dan memperlihatkan dimana ada 1 kecamatan yang menempati area berwarna kuning (sedang) yakni Airmadidi, 1 kecamatan dengan area berwarna merah (tinggi) Kalawat dan kecamatan yang lain menempati area berwarna hijau (rendah).

Gambar peta memperlihatkan distribusi kasus Tuberkulosis pada tahun 2024, di mana satu kecamatan berada di zona kuning (kategori sedang) Kauditan, dua kecamatan berada di zona merah (kategori tinggi) Kalawat dan Airmadidi, sementara kecamatan lainnya berada di zona hijau (kategori rendah).

Tren Kasus Tuberkulosis Setiap Bulan Tahun 2021 – 2024**Gambar 9. Grafik Kasus Tuberkulosis Per Bulan**

Grafik tren menunjukkan adanya tren kasus Tuberkulosis selama tahun 2021-2024 dengan memperlihatkan kasus Tuberkulosis yang fluktuatif disetiap bulannya selama 4 tahun.

Tabel 1. Jumlah Kasus Tuberkulosis Per Tahun

Tahun	Jumlah Kasus Tuberkulosis Minahasa Utara
2021	371
2022	464
2023	792
2024	848

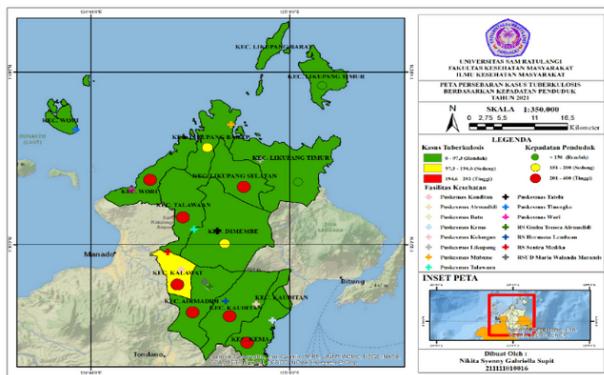
Tahun 2021 mencatat jumlah kasus terendah, stabil di bawah 40 kasus per bulan. Tahun 2022 mengalami peningkatan menjadi 27–50 kasus per bulan, disusul tahun 2023 yang naik signifikan hingga 78 kasus per bulan. Lonjakan tertinggi terjadi pada tahun 2024, dengan jumlah kasus mencapai 99 per bulan, terutama pada Juli dan Agustus. Peningkatan ini diduga terkait dengan kepadatan penduduk, lingkungan tempat tinggal yang buruk, serta tingkat kepatuhan pengobatan yang rendah (Qoyyima dkk 2020). Selain itu, kondisi tersebut mengindikasikan belum optimalnya program pencegahan, deteksi dini, serta layanan kesehatan yang tersedia. Hal ini sejalan dengan laporan WHO (2023) yang menekankan pentingnya akses layanan, pelacakan kontak, dan pengobatan tepat waktu dalam pengendalian TBC. Jika hal-hal tersebut belum diterapkan secara maksimal, maka peningkatan kasus seperti yang terjadi di 2024 menjadi indikator kegagalan sistemik dalam penanggulangan Tuberkulosis.

Pola Persebaran Kasus Tuberkulosis Berdasarkan Kepadatan Penduduk Tahun 2021 - 2024

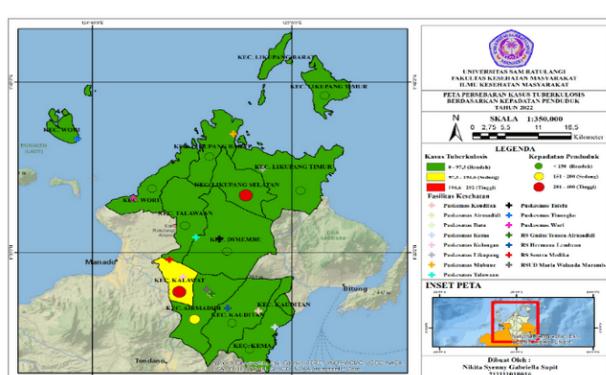
Gambar peta menampilkan pola distribusi kasus Tuberkulosis berdasarkan tingkat kepadatan penduduk dan fasilitas kesehatan, di mana pada tahun 2021 terdapat satu kecamatan dengan kepadatan penduduk tinggi yang tergolong dalam zona kuning (kategori sedang) yaitu Kecamatan Kalawat. Peta menunjukkan pola persebaran kasus Tuberkulosis berdasarkan kepadatan penduduk dimana di tahun 2022 terlihat 1 kecamatan menempati area berwarna kuning dengan kepadatan penduduk tinggi, 1 kecamatan di area berwarna hijau dengan kepadatan penduduk tinggi, dan 1 kecamatan menempati area berwarna hijau dengan kepadatan penduduk tinggi.

Peta menunjukkan pola persebaran Tuberkulosis berdasarkan kepadatan penduduk dimana di tahun 2023 ada 1 kecamatan menempati area berwarna merah dengan kepadatan penduduk tinggi, 1 kecamatan menempati area berwarna kuning dengan kepadatan penduduk

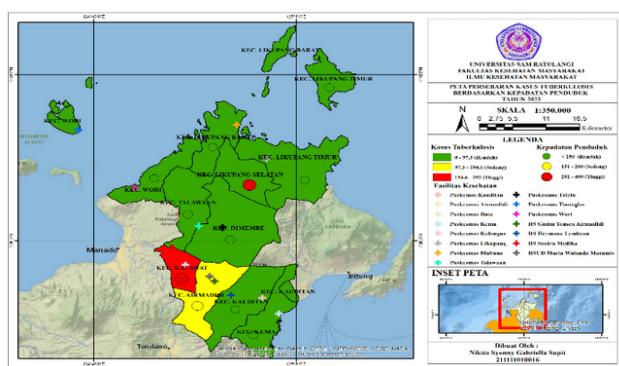
rendah dan 1 kecamatan menempati area berwarna hijau dengan kepadatan penduduk tinggi. Peta persebaran menunjukkan pola persebaran Tuberkulosis berdasarkan kepadatan penduduk dimana ditahun 2024, 2 kecamatan yaitu kecamatan Kalawat dan Airmadidi menempati area berwarna merah dengan kepadatan penduduk tinggi, 1 kecamatan yaitu Kauditan menempati area berwarna kuning dengan kepadatan penduduk sedang, 5 kecamatan yaitu menempati area berwarna hijau dengan kepadatan penduduk rendah.



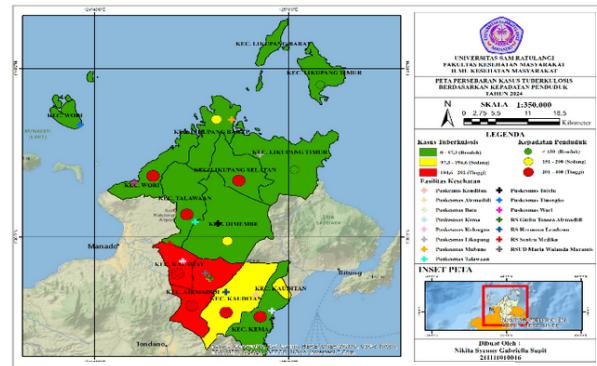
Gambar 10. Peta Persebaran Kasus Tuberkulosis berdasarkan Kepadatan Penduduk Tahun 2021



Gambar 11. Peta Persebaran Kasus Tuberkulosis berdasarkan Kepadatan Penduduk Tahun 2022



Gambar 12. Peta Persebaran Kasus Tuberkulosis berdasarkan Kepadatan Penduduk Tahun 2023



Gambar 13. Peta Persebaran Kasus Tuberkulosis berdasarkan Kepadatan Penduduk Tahun 2024

PEMBAHASAN

Persebaran Kepadatan Penduduk Minahasa Utara

Data persebaran kepadatan penduduk tahun 2021, Kecamatan Kalawat mencatat angka kepadatan tertinggi yaitu sebesar 840 Jiwa/Km, yang menunjukkan bahwa wilayah ini memiliki konsentrasi penduduk paling besar dibandingkan kecamatan lainnya. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh peran kecamatan Kalawat sebagai pusat aktivitas ekonomi atau administratif yang menarik banyak penduduk untuk menetap. Selain itu, Kecamatan Likupang Selatan juga menempati posisi tinggi, dengan kepadatan sebesar 490 Jiwa/Km, yang menunjukkan aktivitas kependudukan yang cukup padat di wilayah tersebut. Sebaliknya, kecamatan dengan kepadatan penduduk paling rendah adalah dengan hanya 70 Jiwa/Km. Angka ini menunjukkan bahwa wilayah tersebut memiliki distribusi penduduk yang jarang, yang mungkin disebabkan oleh kondisi geografis, kurangnya fasilitas umum, atau potensi ekonomi yang belum berkembang. Data kepadatan penduduk tahun 2022, kecamatan Kalawat mencatat angka kepadatan penduduk tertinggi yaitu sebesar 423.26 Jiwa/Km. Hal ini menunjukkan bahwa Kalawat masih menjadi wilayah dengan konsentrasi penduduk yang

padat, meskipun mengalami penurunan dari tahun sebelumnya (840 Jiwa/ Km di tahun 2021). Posisi kedua ditempati oleh Likupang Selatan dengan kepadatan 243,40 Jiwa/Km. Ini menunjukkan bahwa wilayah tersebut tetap menjadi yang paling jarang penduduknya, serupa dengan tahun 2021. Dimembe dan Likupang Barat juga memiliki angka kepadatan yang rendah, masing-masing 82,84 Jiwa/Km dan 84,23 Jiwa/Km.

Data kepadatan penduduk tahun 2023, Kecamatan Kalawat kembali mencatat angka tertinggi dengan 429 Jiwa/Km, menunjukkan bahwa wilayah ini masih menjadi pusat konsentrasi penduduk yang cukup padat dibandingkan kecamatan lainnya. Diikuti oleh Likupang Selatan dengan 245 Km dan Airmadidi sebesar 178 Jiwa/Km, memperlihatkan bahwa wilayah-wilayah ini tetap menarik bagi penduduk, kemungkinan karena faktor fasilitas, akses, dan peluang ekonomi yang tersedia. Sebaliknya, kecamatan dengan kepadatan penduduk paling rendah pada tahun 2023 adalah Wori, yang hanya mencatat 12 Jiwa/Km, jauh lebih rendah dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Ini menunjukkan penurunan tajam dalam jumlah penduduk atau kepadatan, yang bisa jadi disebabkan oleh perpindahan penduduk, bencana, atau faktor lain yang menyebabkan wilayah ini ditinggalkan. Selain itu, Likupang Timur juga memiliki kepadatan rendah sebesar 35 Jiwa/Km, yang mengindikasikan bahwa daerah ini belum berkembang pesat secara kependudukan.

Data kepadatan penduduk tahun 2024, Kecamatan Kalawat kembali mencatat kepadatan penduduk paling tinggi dengan angka yang sangat signifikan yaitu 873,05 Jiwa/Km. Angka ini melonjak drastis dibandingkan 2 tahun sebelumnya dan menandakan adanya peningkatan luar biasa dalam jumlah penduduk atau aktivitas di wilayah tersebut. Kecamatan Airmadidi juga mengalami lonjakan yang signifikan menjadi 366,45 jiwa/Km, serta Likupang Selatan sebesar 497,55 Jiwa/Km, yang menegaskan bahwa ketiga wilayah ini menjadi pusat-pusat pertumbuhan penduduk yang dominan di tahun ini. Di sisi lain, kecamatan dengan kepadatan penduduk paling rendah adalah Likupang Timur, yang hanya mencapai 71,73 Jiwa/Km. Angka ini menunjukkan bahwa wilayah tersebut masih tergolong jarang penduduk meskipun ada sedikit peningkatan dibanding tahun-tahun sebelumnya. Likupang Barat dan Dimembe juga memiliki angka yang relatif rendah, masing-masing 172,16 Jiwa/Km dan 171,26 Jiwa/Km.

Kepadatan penduduk yang dilihat dalam penelitian ini menunjukkan bahwa kepadatan penduduk Minahasa Utara dimana kecamatan Kalawat selama tahun 2021-2024 menempati kepadatan penduduk paling tinggi hal ini dikarenakan kacamatan Kalawat terletak diantara 2 kota besar, yaitu kota Manado dan kota Bitung. Hal ini sejalan dengan penelitian dari (Eliska 2017) dimana Kalawat mempunyai kondisi geografi yang cenderung strategis karena banyaknya pembangunan infrastruktur yang terjadi. Di tahun 2024 sendiri kecamatan yang memiliki kepadatan penduduk yang naik secara drastis yaitu kecamatan Airmadidi. hal ini dikarenakan Airmadidi memiliki kemiripan dengan kecamatan Kalawat karena merupakan pusat pemerintahan kabupaten sekaligus pusat aktivitas ekonomi, pendidikan, dan pelayanan publik yang menarik arus migrasi dari wilayah sekitarnya. Lokasinya yang strategis, terhubung langsung dengan Kota Manado dan Bitung melalui infrastruktur jalan utama dan jalan tol Manado-Bitung, menjadikan Airmadidi sebagai kawasan yang sangat mudah diakses. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Gabriella (2020) dimana Airmadidi mengalami pertumbuhan fisik perkotaan yang signifikan, ditandai dengan ekspansi horizontal kawasan terbangun. Pembangunan perumahan baru dan infrastruktur pendukung, seperti jalan dan drainase, mendorong urbanisasi dan meningkatkan jumlah penduduk yang menetap di daerah ini.

Persebaran Kasus Tuberkulosis Minahasa Utara

Pada hasil pengolahan kasus Tuberkulosis tahun 2021 di kabupaten Minahasa Utara yang disebar pada setiap kecamatan didapatkan 1 kecamatan dengan kelas sedang dan 9 kecamatan

kategori rendah. Kecamatan Kalawat dengan jumlah 101 kasus merupakan kecamatan yang memiliki kategori Sedang dan Kecamatan lainnya masuk kedalam kategori rendah dimana kecamatan Likupang Selatan dengan jumlah 8 kasus merupakan kecamatan yang memiliki angka kasus terendah. Pada hasil pengolahan kasus Tuberkulosis tahun 2022 di kabupaten Minahasa Utara yang disebar pada setiap kecamatan didapatkan 1 kecamatan dengan kelas sedang dan 9 kecamatan kategori rendah. Kecamatan Airmadidi dengan jumlah 74 kasus merupakan kecamatan yang memiliki kategori Sedang dan Kecamatan lainnya masuk kedalam kategori rendah dimana kecamatan Likupang Selatan dengan jumlah 11 kasus merupakan kecamatan yang memiliki angka kasus terendah.

Pada hasil pengolahan kasus Tuberkulosis tahun 2023 di kabupaten Minahasa Utara yang disebar pada setiap kecamatan didapatkan 1 kecamatan dengan kasus Tuberkulosis yang tinggi, 1 kecamatan dengan kelas sedang dan 8 kecamatan kategori rendah. Kecamatan Kalawat dengan jumlah 236 kasus merupakan kecamatan yang memiliki kategori tinggi, Kecamatan Airmadidi merupakan 1 kecamatan yang memiliki kategori sedang dan Kecamatan lainnya masuk kedalam kategori rendah dimana kecamatan Likupang Selatan dengan jumlah 20 kasus merupakan kecamatan yang memiliki angka kasus terendah. Pada hasil pengolahan kasus Tuberkulosis tahun 2024 di kabupaten Minahasa Utara yang disebar pada setiap kecamatan didapatkan 2 kecamatan dengan kasus Tuberkulosis yang tinggi, 1 kecamatan dengan kelas sedang dan 7 kecamatan kategori rendah. Kecamatan Kalawat dengan jumlah 282 kasus dan Airmadidi dengan jumlah 292 kasus merupakan 2 kecamatan yang memiliki kategori tinggi, Kecamatan Kauditan merupakan 1 kecamatan yang memiliki kategori sedang dan Kecamatan lainnya masuk kedalam kategori rendah dimana kecamatan Likupang Selatan dengan jumlah 18 kasus merupakan kecamatan yang memiliki angka kasus terendah.

Tren Kasus Tuberkulosis Minahasa Utara

Grafik tren kasus Tuberkulosis dari tahun 2021 hingga 2024 menunjukkan peningkatan yang konsisten setiap tahunnya. Tahun 2021 memiliki jumlah kasus terendah dengan angka yang relatif stabil di bawah 40 kasus per bulan. Tahun 2022 mengalami kenaikan dibandingkan tahun sebelumnya, dengan jumlah kasus berkisar antara 27 hingga 50 kasus per bulan. Tren ini terus berlanjut pada tahun 2023, yang menunjukkan peningkatan signifikan dengan kasus berkisar antara 52 hingga 78 per bulan. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa penyebaran Tuberkulosis semakin meningkat setiap tahunnya, yang mungkin disebabkan oleh berbagai faktor seperti perubahan kondisi lingkungan, kepadatan penduduk, tingkat kepatuhan pengobatan, atau efektivitas program pencegahan. Pada tahun 2024, jumlah kasus Tuberkulosis mengalami lonjakan lebih tinggi dibandingkan tahun-tahun sebelumnya, dengan angka yang berkisar antara 52 hingga 99 kasus per bulan, dan mencapai kasus tertinggi pada bulan Juli dan Agustus. Penelitian oleh Qooyima dkk (2020) dalam Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional menunjukkan bahwa kepatuhan dalam menjalani terapi jangka panjang menjadi faktor krusial dalam mencegah kekambuhan dan penularan TBC di Masyarakat. Rendahnya tingkat kepatuhan dapat memperbesar peluang transmisi aktif di masyarakat. Selain itu, studi oleh Sahadewa dkk (2019) dalam Jurnal Epidemiologi Kesehatan Indonesia menemukan bahwa kondisi fisik rumah seperti ventilasi buruk, kepadatan hunian, dan pencahayaan yang tidak memadai sangat berkontribusi pada peningkatan risiko tertular TBC. Ini relevan dengan wilayah-wilayah yang mungkin mengalami pertumbuhan penduduk atau pemukiman padat tanpa peningkatan kualitas lingkungan yang sepadan.

Dalam konteks Minahasa Utara, dimana terjadi peningkatan kasus hingga 2024 dapat mengindikasikan bahwa program pencegahan dan deteksi dini belum optimal, atau terjadi penurunan efektivitas dalam intervensi layanan kesehatan. Menurut WHO Global Tuberkulosis Report (2023), keberhasilan pengendalian Tuberkulosis sangat bergantung pada

keterjangkauan layanan kesehatan, pelacakan kontak erat, dan pengobatan tepat waktu. Jika faktor-faktor tersebut belum maksimal diimplementasikan di daerah tersebut, maka lonjakan kasus seperti yang terjadi di bulan Juli dan Agustus 2024 bisa menjadi gejala kegagalan sistemik dalam pengendalian penyakit

Persebaran Kasus Tuberkulosis Berdasarkan Kepadatan Penduduk Minahasa Utara

Berdasarkan peta pola persebaran Tuberkulosis berdasarkan kepadatan penduduk pada tahun 2021, terlihat bahwa sebagian besar wilayah menunjukkan tingkat kasus Tuberkulosis yang rendah hingga sedang (8-102,6) yang ditandai dengan warna hijau. Wilayah dengan kepadatan penduduk rendah (0-150) mendominasi sebagian besar area. Pada tahun 2021, tidak terdapat wilayah yang secara jelas menunjukkan tingkat kasus Tuberkulosis yang sangat tinggi (197,3-292). Peta memperlihatkan bahwa kecamatan dengan jumlah kasus TBC tertinggi, seperti Airmadidi, Kalawat, dan Kauditan, juga merupakan wilayah dengan kepadatan penduduk tinggi hingga sedang, sebagaimana ditunjukkan oleh warna merah dan kuning pada klasifikasi peta kepadatan. Hal ini sejalan dengan pendapat yang menyatakan bahwa kepadatan penduduk berpengaruh terhadap peningkatan risiko penularan TBC, karena lingkungan yang padat mempermudah penyebaran melalui udara (Rahayu dkk., 2020) (WHO, 2021). Sebaliknya, wilayah seperti Likupang Timur, Likupang Barat, dan Wori yang berada di bagian utara dan barat laut kabupaten menunjukkan kepadatan penduduk rendah serta kasus TBC yang minimal. Meskipun jumlah dan akses ke fasilitas kesehatan di daerah ini terbatas, kasus TBC tetap rendah. Hal ini dapat disebabkan oleh rendahnya mobilitas penduduk serta interaksi sosial yang tidak sepadat wilayah lain, sehingga memperkecil risiko penularan (Nurhayati & Hadi, 2019).

Peta tahun 2022, persebaran kasus Tuberkulosis (TBC) di Kabupaten Minahasa Utara masih menunjukkan pola spasial yang cenderung terkonsentrasi di wilayah selatan dan barat daya. Kecamatan Kalawat dan Airmadidi tetap menjadi dua wilayah dengan jumlah kasus tertinggi, ditunjukkan oleh warna merah dan kuning. Wilayah-wilayah ini juga memiliki tingkat kepadatan penduduk sedang hingga tinggi, sebagaimana terlihat dari warna kuning pada wilayah Kalawat. Tingginya kepadatan penduduk di daerah ini memungkinkan penyebaran TBC terjadi lebih cepat akibat interaksi sosial yang lebih intens, terutama di lingkungan pemukiman padat yang minim ventilasi (Rahayu dkk., 2020). Sementara itu, wilayah di bagian utara seperti Likupang Barat, Likupang Timur, dan Wori, masih menunjukkan tingkat kepadatan penduduk rendah serta jumlah kasus TBC yang rendah juga. Hal ini memperkuat temuan bahwa kepadatan penduduk memiliki pengaruh langsung terhadap risiko penyebaran penyakit menular seperti TBC (Nurhayati & Hadi, 2019).

Peta persebaran TBC tahun 2023 menunjukkan pola spasial yang hampir serupa dengan tahun sebelumnya, di mana Kecamatan Kalawat, Airmadidi, dan Kauditan masih menjadi wilayah dengan angka kasus tertinggi. Wilayah ini juga ditandai dengan kepadatan penduduk yang cukup tinggi (201–400 jiwa/km²), yang kembali menegaskan pengaruh kuat antara kepadatan penduduk dan tingginya transmisi TBC. Dalam konteks epidemiologi, populasi padat akan meningkatkan risiko penularan droplet infection, terutama di lingkungan rumah tangga dan tempat kerja yang tertutup (WHO, 2021). Sementara itu, di wilayah seperti Dimembe, Likupang Selatan, dan Likupang Timur, kasus TBC masih tergolong rendah meskipun akses ke fasilitas kesehatan lebih terbatas. Pola ini bisa dipengaruhi oleh mobilitas penduduk yang rendah serta kondisi lingkungan yang lebih terbuka, sehingga risiko penularan menurun. Namun, faktor keterbatasan pelaporan atau diagnosa juga harus diperhitungkan (Nasution & Wahyuni, 2020).

Peta tahun 2024 menunjukkan adanya perubahan pola persebaran Tuberkulosis dibandingkan tahun sebelumnya. Meskipun wilayah dengan kepadatan penduduk tinggi masih menunjukkan jumlah kasus yang signifikan, terlihat adanya perluasan wilayah dengan kasus

Tuberkulosis sedang hingga tinggi ke area yang sebelumnya memiliki tingkat kasus yang lebih rendah. Berdasarkan peta, tiga kecamatan yaitu Kalawat, Airmadidi, dan Kauditan kini mengalami lonjakan kasus TBC yang signifikan. Ketiga wilayah ini kini ditandai dengan warna merah dan kuning baik pada indikator kepadatan penduduk maupun jumlah kasus, yang menunjukkan bahwa terjadi peningkatan signifikan baik dari segi populasi maupun penyebaran penyakit. Kecamatan Kauditan kini berada dalam kategori kepadatan sedang dan juga memiliki jumlah kasus TBC tinggi, menandakan mulai menyebarnya risiko ke wilayah yang sebelumnya lebih stabil. Sementara itu, Kecamatan Kema juga menunjukkan peningkatan kasus TBC walaupun berada pada zona kepadatan sedang, yang mengindikasikan kemungkinan peningkatan mobilitas penduduk atau kontak antarwilayah. Sementara kecamatan di bagian utara seperti Likupang Barat, Likupang Timur, dan Wori masih mempertahankan tingkat kasus TBC yang rendah, sesuai dengan pola kepadatan penduduk yang juga rendah. Pola ini menguatkan teori bahwa penyebaran TBC sangat dipengaruhi oleh densitas populasi, keterpaparan kontak, serta kondisi lingkungan (Sulistiyowati dkk., 2021).

Laporan oleh *World Health Organization* (WHO, 2022) menekankan bahwa urbanisasi dan kepadatan penduduk menjadi faktor penting dalam penyebaran Tuberkulosis, terutama di wilayah dengan perumahan padat dan sistem ventilasi yang buruk. Hal ini sangat terlihat jelas dengan kondisi di Minahasa Utara yang memiliki kecamatan-kecamatan padat penduduk. Hasil Analisis spasial faktor terjadinya persebaran penyakit Tuberkulosis terhadap tingkat kepadatan penduduk dapat dibuktikan melalui hasil penelitian bahwa tingkat kepadatan penduduk berbanding lurus dengan terjadinya persebaran kasus Tuberkulosis. Semakin tinggi kasus yang terjadi terjadinya penyebaran Tuberkulosis disebabkan oleh tingginya tingkat kepadatan penduduk. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Wahyuni & Palutturi (2018) dimana hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan penduduk merupakan salah satu faktor risiko yang signifikan terhadap kejadian Tuberkulosis paru.

KESIMPULAN

Hasil penelitian mengenai analisis spasial penyakit Tuberkulosis di Kabupaten Minahasa Utara pada tahun 2021 hingga 2024 menunjukkan beberapa temuan penting. Selama periode 2021 hingga 2023, Kecamatan Kalawat secara konsisten tercatat sebagai wilayah dengan kepadatan penduduk tertinggi. Namun, pada tahun 2024 terjadi perubahan signifikan ketika Kecamatan Airmadidi mengalami lonjakan kepadatan, sehingga menjadi wilayah dengan jumlah penduduk ke 2 terbanyak. Di sisi lain, kecamatan seperti Likupang Timur, Wori, dan Dimembe secara konsisten mencatatkan tingkat kepadatan penduduk yang rendah. Sepanjang tahun 2021 hingga 2024, jumlah kasus Tuberkulosis di Kabupaten Minahasa Utara memperlihatkan tren peningkatan, dengan konsentrasi kasus terbanyak ditemukan di Kecamatan Kalawat dan Airmadidi. Analisis spasial memperlihatkan adanya korelasi positif antara kepadatan penduduk dan persebaran kasus Tuberkulosis, di mana wilayah dengan penduduk padat cenderung memiliki jumlah kasus yang lebih tinggi. Namun demikian, tidak semua wilayah padat penduduk mencatat kasus tinggi, yang mengindikasikan adanya kemungkinan faktor-faktor lain yang turut memengaruhi penyebaran penyakit ini. Secara keseluruhan, tren kasus Tuberkulosis di Minahasa Utara menunjukkan peningkatan yang konsisten dan signifikan setiap bulan dan tahun selama periode pengamatan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada civitas akademika Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi yang telah mendukung penuh terselesaikan artikel ini. Penulis juga mengucapkan banyak terimakasih kasih kepada penulis

dua dan penulis tiga di artikel ini yang telah mendukung sepenuhnya penulis satu dalam menyelesaikan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Avenda, S. M., Anggraini, R., Masyarakat, S. K., Masyarakat, F. K., & Sriwijaya, U. (2024). Analisis Spasial Kasus Tuberkulosis (Tb) Di Kabupaten Lampung Barat Tahun 2023. 11(2).
- Bappeda Provinsi NTB (2013). Konsep Sistem Informasi Geografis
- Batti, H.T.S., Ratag, B.T. and Umboh, J., 2013. Analisis Hubungan Antara Kondisi Ventilasi, Kepadatan Hunian, Kelembaban Udara, Suhu, Dan Pencahayaan Alami Rumah Dengan Kejadian Tuberkulosis Paru di Wilayah Kerja Puskesmas Wara Utara Kota Palopo. Skripsi. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sam R.
- Center For Diseases Control and Prevention. 2023. Tuberkulosis (<https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/73/wr/mm7312a4.htm>) Diakses pada 2 November 2024
- Efendi, A., Perkotaan, K. P., Kajian, S., & Indonesia, U. (2023). *Spatial Analysis of The Influence of Residential Density on The Spread of Tuberkulosis Cases in Pasar Rebo General Hospital Service Area. Cities and Urban Development Journal*, 1(1). <https://doi.org/10.7454/cudj.v1i1.1000>
- Global Tuberkulosis Report 2022
- Global Tuberkulosis Report 2023
- Hartina, S., Asrifuddin, A., & Kandou, G. D. (2019). Analisis Faktor Risiko Kejadian TB Paru Di Wilayah Kerja Puskesmas Girian Weru Kota Bitung. Jurnal KESMAS, 8(6), 65–73. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/kesmas/issue/view/2415>
- Kementerian Kesehatan RI (2022) Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2021. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kementerian Kesehatan Indonesia, D. J. P. dan P. (2023). Laporan Program Penanggulangan Tuberkulosis Tahun 2022. Kemenkes RI, 1–147. Retrieved from https://tbindonesia.or.id/pustaka_tbc/laporan-tahunan-program-tbc-2021/
- Kementerian Kesehatan. (2023). Profil Kesehatan.
- Majampoh, O. N., Akili, R. H., & Joseph, W. B. S. (2019). Hubungan antara Pencahayaan Alami dan Kepadatan Hunian dengan Kejadian Tuberkulosis Paru di Wilayah Kerja Puskesmas Rainis Kecamatan Rainis Kabupaten Kepulauan Talaud. Kesmas: Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi, 8(7), 1–9. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/kesmas/issue/view/2469>
- Nafsi, A. Y. (2019). Analisis Spasial Tuberkulosis Paru Ditinjau dari Faktor Demografi dan Tingkat Kesejahteraan Keluarga di Wilayah Pesisir (Studi Kasus di Wilayah Kerja Puskesmas Bandarharjo Kota Semarang). J Kesehatan, <http://jurnal.kes.ac.id/36466/>.
- Nasution, F. and Wahyuni, C.U. (2020) ‘Hubungan Kepadatan Penduduk dan Faktor Lingkungan terhadap Kejadian TBC’, Jurnal Kesehatan Masyarakat, 15(2), pp. 123–131.
- Nurwanti, & Wahyono, B. (2016). Hubungan Antara Faktor Penjamu (Host) Dan Faktor Lingkungan (Environment) Dengan Kejadian Tuberkulosis Paru Kambuh (Relaps) Di Puskesmas Se-Kota Semarang. Public Health Perspective Journal, 1(1), 77–87.
- Nurhayati, A. and Hadi, S. (2019) ‘Faktor Risiko Kejadian Tuberkulosis di Wilayah Perdesaan’, Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat, 10(1), pp. 56–63.
- Paruntu, C., Ratag, B. T., & Kaunang, W. P. . (2018). Gambaran Spasial Kondisi Lingkungan Penyakit Demam Berdarah Dengue Di Kota Bitung Tahun 2018. Jurnal KESMAS, 7(5), 2–7. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v2/index.php/kesmas/article/view/21687/21390>

- Pokja. (2019). SNI 03-1733-2004 Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan. Badan Standardisasi Nasional, 1–58. <http://sni.litbang.pu.go.id/index.php?r=/sni/new/sni/detail/id/694>
- Pralambang, S. D., & Setiawan, S. (2021). Faktor Risiko Kejadian Tuberkulosis di Indonesia. Jurnal Biostatistik, Kependudukan, Dan Informatika Kesehatan, 2(1), 60. <https://doi.org/10.51181/bikfokes.v2i1.4660>
- Qoyyima, D. U., Wuryanto, M. A., Ginandjar, P., Martini, M., Diponegoro, U., Diponegoro, U., Kulon, P. T., & Health, M. W. (2020). Gambaran karakteristik penderita Tuberkulosis dengan diabetes mellitus dengan lama pengobatan Tuberkulosis paru > 6 bulan. Jurnal Kesehatan Masyarakat, 8(4), 458–463. <https://doi.org/10.14710/jkm.v8i4.27349>
- Rohman, Hendra (2020). Pola Spasial persebaran kasus Tuberkulosis paru terhadap kepadatan penduduk. Prosiding " Standar Akreditasi Rumah Sakit (SNARS) Edisi 1 Terkait Rekam Medis" Yogyakarta Tahun 2018.
- Rumagit, E. S. G., Waani, J. O., & Tilaar, S. (2017). Kajian Penggunaan Lahan Pada Kawasan Strategis Cepat Tumbuh Di Kecamatan Kalawat Kabupaten Minahasa Utara. Spasial. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/spasial/article/view/18265>
- Rahayu, S., Mahendra, A. and Wulandari, D. (2020) 'Spatial Analysis of Tuberculosis and Population Density in Urban Area', *Indonesian Journal of Public Health*, 15(3), pp. 45–51.
- 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. <https://doi.org/10.24853/jkk.18.2.131-138>
- Sulistyowati, R., Handayani, H. and Prasetyo, B. (2021) 'Evaluasi Layanan Kesehatan dalam Pengendalian TB Paru', Jurnal Administrasi Kesehatan Indonesia, 9(2), pp. 78–85.
- Tabilantang, D. E., Nelwan, J. E., & Kaunang, W. P. J. (2018). Analisis Spasial Distribusi Tuberkulosis Paru Basil Tahan Asam (BTA) Positif di Kota Manado Tahun 2015-2017. Jurnal KESMAS, 7(4), 2017. Retrieved from <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/kesmas/article/view/23175>
- World Health Organization (WHO) (2021) *Global Tuberculosis Report 2021*. Geneva: World Health Organization.
- World Health Organization (WHO) (2022) *Global Tuberculosis Report 2022*. Geneva: World Health Organization.
- World Health Organization (WHO) (2023) *Global Tuberculosis Report 2023*. Geneva: World Health Organization
- Wijaya I. (2018). Tuberkulosis Paru pada Penderita Diabetes Melitus. Cermin Dunia Kedokteran, 7(6), 412–417.