

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Tuberkulosis paru, juga dikenal sebagai TB, merupakan penyakit yang berpotensi fatal setelah HIV/AIDS. Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium Tuberculosis* dan umumnya menyerang paru-paru. Tuberkulosis paru adalah jenis penyakit menular yang bisa menyebar dengan cepat dan mudah. (Budi et al., 2018). Faktor utama yang menyebabkan Tuberkulosis (TB), penyakit menular, adalah kondisi kesehatan yang buruk. Faktor utama yang menyebabkan Tuberkulosis (TB), penyakit menular, adalah kondisi kesehatan yang buruk. Penyakit ini menjadi salah satu penyebab kematian di seluruh dunia. Pada tahun 2020, diperkirakan ada sekitar 5,8 juta kasus TB di seluruh dunia, dan jumlah kasusnya meningkat menjadi hampir dua kali lipat, menjadi sekitar 10,6 juta kasus pada tahun 2021. Negara yang terkena dampak terparah dari penyakit TB terjadi pada negara-negara padat seperti, India, Indonesia, dan Filipina (World Health Organization, 2022).

Laporan Profil Kesehatan Indonesia di tahun 2020 kejadian TB yang ditemukan sebesar 351.936 kasus. Berdasarkan kejadian di tahun 2021 sebesar 397.377 kasus (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2021). Laporan dari Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan mencatat adanya 205 kasus Tuberkulosis per 100.000 penduduk, yang masih di bawah target yang ditetapkan sebesar 207 kasus per 100.000 penduduk. Pada tahun 2021, diperkirakan terdapat 31.022 kasus Tuberkulosis, tetapi hanya 14.808 kasus yang terdeteksi atau ternotifikasi, yang berarti hanya mencapai 47,73% dari total estimasi. Berdasarkan Dinas Kesehatan Kota Makassar, selama tiga tahun terakhir kasus TB terus mengalami peningkatan. Pada tahun 2021 terdapat 3922 kasus baru, di tahun 2021 terdapat 5863 kasus baru, di tahun 2022 terdapat 6628 kasus baru, dan tahun 2023 terdapat 6628 kasus baru di Kota Makassar (Dinas Kesehatan Kota Makassar, 2024).

Faktor risiko seperti iklim, sosial-ekonomi, ekologi, letak geografi, dan ketidakpastian pendapatan memengaruhi prevalensi tuberkulosis (Salsabillah & Syafiuddin, 2021). Faktor lain yang meningkatkan kejadian TB yaitu, penduduk yang padat, transmigrasi masyarakat, dan komorbid dari penyakit (Pramono,

2021). Fasilitas kesehatan juga faktor risiko TB. Jarak yang jauh antara rumah dan fasilitas kesehatan, hal tersebut dapat menyulitkan warga masyarakat untuk mengoptimalkan promosi kesehatan dan pelayanan kesehatan. Namun, akses terhadap pelayanan kesehatan menunjukkan potensi masyarakat untuk memanfaatkan pelayanan kesehatan (Dewi & Selviana, 2019)

Salah satu faktor risiko yang berkontribusi pada peningkatan prevalensi tuberkulosis adalah padatan penduduk. Menurut studi yang dilakukan Amelia et al, di Tahun 2018, kepadatan penduduk memengaruhi jumlah kasus TB di masyarakat. Daerah permukiman yang padat penduduk, terutama jika lingkungannya tidak sehat atau kumuh, berkontribusi pada peningkatan kejadian tuberkulosis. Individu yang hidup bersama dalam rumah yang sama dengan individu penderita TB memiliki tingkat risiko yang tinggi untuk juga terkena penyakit TB. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa semakin banyak orang yang tinggal dalam satu rumah, penyebaran Tuberkulosis dapat lebih mudah terjadi di lingkungan rumah tersebut. (Sembiring, 2019).

Berdasarkan temuan penelitian oleh Suryani (2022) , tingkat kepadatan penduduk memiliki potensi sebagai salah satu determinan terjadinya kasus tuberkulosis (TB). Analisis statistik menunjukkan nilai odds ratio (OR) sebesar 1,889, yang mengindikasikan adanya peluang peningkatan risiko TB pada wilayah dengan jumlah penduduk yang padat. Artinya, area dengan kepadatan tinggi cenderung memiliki insiden TB yang lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah yang kepadatan penduduknya rendah.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh

Kota Makassar merupakan salah satu kota dengan kepadatan penduduk tertinggi di Indonesia dengan jumlah penduduk sebanyak 1.427.619 jiwa pada tahun 2022, dengan kepadatan penduduk mencapai 8.122 jiwa/km². Menurut Badan Pusat Statistika di Tahun 2023 kepadatan penduduk tertinggi terdapat di Kecamatan Makassar, mencapai 32.596 jiwa/km², sementara yang terendah terdapat pada Kecamatan Tamalanrea dengan angka 3.242 jiwa/km². Oleh sebab itu, Kota Makassar menjadi kontributor dalam peningkatan kasus TB.

Salah satu faktor yang turut mendorong peningkatan jumlah kasus tuberkulosis adalah kondisi ekonomi yang tidak memadai. Kemiskinan sering kali berkaitan dengan keterbatasan akses terhadap kebutuhan dasar seperti asupan gizi, tempat tinggal layak, serta lingkungan yang bersih. Ketidakterpenuhan kebutuhan

tersebut menciptakan situasi yang rentan terhadap penyebaran dan perkembangan penyakit TB. Menurut WHO, 90% penderita tuberkulosis paru di dunia berasal dari kelompok sosial ekonomi lemah atau miskin.

Selain faktor ekonomi dan tingginya jumlah penduduk, ketersediaan serta kualitas fasilitas layanan kesehatan turut berperan dalam meningkatnya kasus tuberkulosis. Upaya pencegahan yang optimal sangat bergantung pada kemampuan untuk mendeteksi TB secara dini dan memberikan penanganan yang sesuai, yang hanya dapat dilakukan jika layanan kesehatan mudah dijangkau dan mampu menyediakan layanan khusus TB. Oleh karena itu, memperluas akses terhadap fasilitas kesehatan berpotensi memberikan dampak besar terhadap perbaikan kondisi kesehatan masyarakat. Akses fasilitas kesehatan dan ketersediaan yang terjangkau sangatlah penting. Temuan Chakma et al., (2022) mengungkapkan bahwa lokasi geografis dan kesenjangan akses informasi menjadi penyebab utama keterlambatan penanganan TB. Menurut studi yang dilakukan (Hasibuan et al., 2021) ditemukan bahwa terdapat hubungan positif yang signifikan antara koefisien fasilitas kesehatan dan peningkatan kasus TB. Temuan ini menunjukkan bahwa menurunnya jumlah fasilitas kesehatan berpotensi memperburuk penyebaran kasus TB, dengan tingkat signifikansi sebesar 0,000.

Pengendalian TB harus dilihat sebagai suatu keharusan bagi kesehatan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam rencana pembangunan ekonomi. Untuk mencapai tujuan tersebut, strategi pengendalian harus memanfaatkan inovasi teknis dan operasional untuk meningkatkan pengendalian dan perawatan TB (Madjid et al., 2020).

Salah satu pendekatan yang dapat dimanfaatkan dalam upaya pengendalian penyebaran penyakit Tuberkulosis (TB) adalah penerapan Sistem Informasi Geospasial (SIG). Teknologi ini memungkinkan analisis terhadap distribusi kasus TB, sehingga dapat menjadi dasar dalam merumuskan strategi dan kebijakan yang tepat guna menekan jumlah kasus yang terjadi (Handayani dan Sumarni, 2021). Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah suatu perangkat sistem yang dirancang untuk mengelola data spasial, mulai dari pengumpulan, penyimpanan, pengolahan, hingga penyajian informasi berbasis lokasi. Secara umum, SIG merupakan integrasi antara ilmu pemetaan, teknik analisis statistik, dan sistem manajemen basis data (Irwansyah, 2013). Sistem Informasi Geografis (SIG) memiliki potensi besar sebagai sarana dalam upaya pengendalian penyakit TB.

Hal ini dibuktikan melalui sebuah studi yang dilaksanakan di wilayah Comores, Madagaskar, selama periode 2014 hingga 2018. Penelitian tersebut memanfaatkan peranti lunak QGIS sebagai alat visualisasi berbagai informasi dari penderita, seperti kategori pasien, tipe TB, deteksi dini TB, dan status berobat. Dengan pendekatan ini, identifikasi kasus TB di area tersebut menjadi lebih efisien dan terstruktur. (Yates et al., 2020).

Komponen penting dari sistem informasi geografis yaitu analisis spasial. Analisis spasial merupakan serangkaian metode yang dapat diterapkan dalam pengelolaan data sistem informasi geografis dan membantu permasalahan di berbagai bidang yaitu diantaranya geografi, geologi, ekonomi, geostatistik, transportasi, kebencanaan, kehutanan, serta perencanaan wilayah dan kota dan khususnya dibidang kesehatan (Rijal et al., 2019). Analisis spasial dapat memetakan secara geografis sebaran penyakit berbasis disuatu wilayah dapat mengeksplorasi lokasi dan luas wilayah pengelompokan terhadap suatu kejadian penyakit.

Salah satu metode analisis spasial yang dapat dilakukan ialah dengan metode autokorelasi. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Adi Pradana dan Budi Santosa (2019) di Kebumen, didapatkan nilai Indeks Moran pada tahun 2018 adalah sebesar 0,336319, pada tahun 2017 adalah 0,329776, dan pada tahun 2016 adalah 0,281968. Ketiga nilai Indeks Moran tersebut menunjukkan nilai positif, yang berarti termasuk dalam pola kelompok. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan, autokorelasi spasial sangat berguna untuk menentukan pola penyebaran tuberkulosis. Penelitian serupa dilakukan oleh Im dan Kim (2021), di Korea Selatan. Penelitian ini ingin melihat bagaimana korelasi antara kejadian TB dengan faktor sosio-lingkungan dengan menggunakan metode spasial autokorelasi. Hasil yang didapat ialah sepanjang tahun 2008 hingga 2016 menggunakan indeks Moran secara statistik ($p\text{-value} < 0,01$), yang menunjukkan autokorelasi spasial positif yang kuat dari kejadian TB terhadap faktor sosio-lingkungan pada wilayah studi.

Sistem Informasi Geospasial (GIS) telah menjadi alat penting dalam mendukung kegiatan surveilans di sektor kesehatan, termasuk dalam penerapannya yang lebih kompleks. Pemanfaatan GIS memungkinkan visualisasi data kasus Tuberkulosis secara spasial dan temporal, sehingga mempermudah dalam mengenali pola penyebaran penyakit. Melalui pendekatan ini, berbagai

faktor seperti kondisi demografis, kebiasaan masyarakat, serta karakteristik geografis dapat dianalisis secara lebih mendalam. Hasil analisis ini kemudian dapat digunakan oleh pemerintah sebagai dasar dalam merancang strategi intervensi kesehatan masyarakat yang lebih tepat sasaran dan efisien. (Sasmita et al., 2017). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Lasari et al, (2023) penggunaan analisis spasial dalam menilai kejadian TB berdasarkan lokasi dapat memberikan informasi yang lebih rinci dan komprehensif. Di antara hal lainnya, analisis ini dapat mengidentifikasi tren dalam lokasi dan distribusi masalah kesehatan untuk mendeteksi daerah dengan risiko tinggi terhadap TB.

QGIS merupakan peranti lunak sistem informasi geospasial berbasis desktop yang bersifat terbuka untuk umum dan berjalan dengan baik di berbagai sistem operasi. Peranti lunak ini dirancang sebagai alat isualisasi, menyunting, dan menganalisis data. Dengan peranti lunak ini, pengguna dapat menyusun peta yang terdiri dari berbagai lapisan (layers) dan mendukung beragam jenis proyeksi peta. Peta yang dihasilkan bisa disimpan dalam beberapa format sesuai kebutuhan pengguna. Selain itu, QGIS mendukung integrasi data dalam bentuk raster maupun vektor, di mana data vektor biasanya direpresentasikan sebagai titik, garis, atau area (poligon) tergantung pada karakteristik objek spasialnya. (Budiyanto et al., 2020). Secara garis besar, Sistem Informasi Geografis (SIG) menyajikan informasi berdasarkan lokasi, keberadaan objek, serta keterkaitannya dalam suatu wilayah atau area secara spasial.

Melihat peningkatan jumlah kasus Tuberkulosis sebagaimana dijelaskan sebelumnya, diperlukan suatu pendekatan geografis untuk mendukung penyediaan informasi yang lebih komprehensif. Pendekatan ini dilakukan secara spasial, mengingat belum tersedia pemetaan distribusi kasus Tuberkulosis di Kota Makassar pada rentang tahun 2021 hingga 2023. Oleh sebab itu, tujuan penelitian ini untuk menyajikan visualisasi peta penyebaran kejadian TB di wilayah tersebut dengan memanfaatkan data sekunder yang diperoleh dari sejumlah lembaga terkait.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah Bagaimana Analisis Spasial Penderita Tuberkulosis (TB) di Kota Makassar Tahun 2021-2023.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1.3.1 Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui analisis spasial kejadian Tuberkulosis (TB) Paru di Kota Makassar Tahun 2021-2023.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Untuk mengetahui Insiden Rate (IR) Tuberkulosis di Kota Makassar Tahun 2021-2023.
2. Untuk mengetahui autokorelasi kasus Tuberkulosis (TB) di Kota Makassar Tahun 2021-2023.
3. Untuk mengetahui korelasi kasus Tuberkulosis (TB) menurut kepadatan penduduk secara spasial di Kota Makassar Tahun 2021-2023.
4. Untuk mengetahui korelasi kasus Tuberkulosis (TB) menurut wilayah kumuh secara spasial di Kota Makassar Tahun 2021-2023.
5. Untuk mengetahui korelasi kasus Tuberkulosis (TB) menurut jumlah fasilitas kesehatan secara spasial di Kota Makassar Tahun 2021-2023.
6. Untuk mengetahui korelasi kasus Tuberkulosis (TB) menurut keluarga miskin secara spasial di Kota Makassar Tahun 2021-2023.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Ilmiah

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam memperkaya khasanah ilmu pengetahuan, khususnya terkait dengan analisis spasial kasus Tuberkulosis di Kota Makassar. Temuan dari studi ini juga dapat dijadikan referensi atau acuan dalam pengembangan penelitian sejenis di masa mendatang.

1.4.2 Manfaat bagi Institusi

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi informasi yang bermanfaat bagi Dinas Kesehatan Kota Makassar dalam memahami sejauh mana permasalahan Tuberkulosis di wilayah tersebut. Selain itu, temuan dari penelitian ini juga dapat dijadikan sebagai acuan dalam proses perumusan kebijakan strategis guna menekan dan mengendalikan penyebaran kasus Tuberkulosis di Kota Makassar.

1.4.3 Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam menerapkan berbagai teori yang telah dipelajari selama proses perkuliahan. Melalui pelaksanaan penelitian ini, peneliti juga memperoleh kesempatan untuk memperkaya wawasan serta meningkatkan pemahaman di bidang yang dikaji. Selain itu, penelitian ini juga menjadi bagian dari pemenuhan syarat akademik dalam rangka meraih gelar Magister Kesehatan Masyarakat.

1.5 Tinjauan Umum Tuberkulosis (TB)

1.5.1 Pengertian Tuberkulosis (TB)

Penyakit menular yang dikenal dengan Tuberkulosis umumnya mempengaruhi jaringan paru-paru. Nama Tuberkulosis berasal dari istilah "tuberkel," yang merujuk pada benjolan kecil dan keras yang terbentuk ketika sistem imun tubuh membentuk pelindung di sekitar dinding dalam paru-paru. Tanda khas dari penyakit TB paru yang sudah kronis termasuk terbentuknya granuloma dan nekrosis jaringan. Penyebaran TB paru terjadi ketika individu dengan TB aktif di paru-paru batuk, bersin, atau berbicara, sehingga kuman TB dapat tersebar melalui udara. *Mycobacterium Tuberculosis*, jenis bakteri penyebab utama TB, menginfeksi tubuh secara langsung, meskipun bakteri ini lebih sering menyerang paru-paru, namun organ lain dalam tubuh juga bisa terpapar (Munir, 2022).

Tuberkulosis (TB) merupakan salah satu penyakit menular kronis yang disebabkan oleh infeksi bakteri dari kelompok *Mycobacterium tuberculosis complex*. Penularannya terjadi melalui percikan dahak (droplet) yang keluar dari saluran pernapasan penderita dan terhirup oleh individu yang rentan (Atira & Rosalia, 2018). Bakteri penyebab TB dikenal sebagai *Mycobacterium tuberculosis*, yakni sejenis basil berbentuk batang ramping yang memiliki ketahanan terhadap lingkungan asam, sehingga termasuk dalam golongan bakteri tahan asam. Bakteri ini biasanya membentuk rantai, dengan ukuran panjang berkisar antara 2 hingga 4 mikrometer dan lebar antara 0,2 hingga 0,5 mikrometer. Bentuknya dapat bervariasi, mulai dari lurus hingga sedikit melengkung, tergantung pada kondisi lingkungannya. (Silitonga, Brahmana, & Siagian, 2021).

1.5.2 Etiologi Jenis *Tuberkulosis* (TB)

Penyebab utama tuberkulosis paru adalah bakteri *Mycobacterium tuberculosis* humanis, yakni mikroorganisme berbentuk batang dengan ukuran mikroskopis, panjangnya berkisar antara 1 hingga 4 mikrometer dan lebar sekitar 0,3 hingga 0,6 mikrometer. Ciri khas dari struktur bakteri ini adalah kandungan lipid yang tinggi, yang memberikan perlindungan terhadap pengaruh zat asam serta berbagai agen fisik dan kimia. Sebagai organisme aerob, bakteri ini membutuhkan oksigen untuk bertahan hidup, sehingga cenderung menetap dan berkembang pada jaringan tubuh yang memiliki konsentrasi oksigen yang tinggi, seperti paru-paru. Pertumbuhan koloninya tergolong lambat; dalam kondisi tertentu koloni dapat terbentuk dalam waktu kurang dari dua minggu, namun pada situasi lain bisa memerlukan waktu hingga 6–8 minggu. Suhu yang paling ideal bagi pertumbuhannya adalah sekitar 37°C, dengan tingkat kelembaban lingkungan sekitar 70%. Sebaliknya, suhu yang terlalu tinggi sekitar 25°C ke atas cenderung menghambat pertumbuhan bakteri tersebut. (Dachi, Hakim, & Wandra, 2022).

Mycobacterium Tuberculosis merupakan bagian dari famili Mycobacteriaceae, yang juga mencakup beberapa genus lainnya seperti *Mycobacterium* dan *Mycobacterium* TB. Penemuan bakteri penyebab tuberkulosis dilakukan oleh Robert Koch, yang menggunakan teknik pewarnaan khusus untuk mengidentifikasi basil tahan asam (BTA) — bakteri yang memiliki dinding sel yang kaya akan lipid. Karena karakteristik dinding selnya tersebut, bakteri ini mampu mempertahankan warna saat proses pewarnaan, sehingga dikenal sebagai BTA. Meski begitu, bakteri tuberkulosis memiliki kelemahan terhadap cahaya matahari, khususnya sinar ultraviolet, yang dapat membunuhnya hanya dalam beberapa menit. Selain itu, basil ini juga sensitif terhadap panas dalam kondisi lembap; paparan air mendidih bersuhu 100°C selama dua menit sudah cukup untuk mematikannya. Tidak hanya itu, basil ini juga dapat dimusnahkan dengan cepat apabila terpapar alkohol 70% atau larutan lisol 5%. (Darmawan & Sriwahyuni, 2020).

1.5.3 Cara Penularan

Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit di Tahun 2022 penularan Tuberkulosis (TB) dapat terjadi melalui beberapa mekanisme sebagai berikut:

1. Pasien TB dengan hasil BTA (Basil Tahan Asam) positif menjadi sumber utama penularan karena mereka melepaskan percik renik yang mengandung kuman TB saat batuk atau bersin. Meski demikian, pasien dengan hasil BTA negatif pun tidak sepenuhnya bebas dari hambatan dalam proses diagnosis. Hal ini disebabkan oleh keberadaan ribuan kuman—lebih dari 5.000 dalam satu sampel—yang tidak mudah terdeteksi melalui metode mikroskopis konvensional.
2. Risiko penularan dari pasien TB dengan hasil BTA negatif juga tidak bisa diabaikan. Tingkat penularan dari pasien TB BTA positif mencapai 65%, sementara dari pasien BTA negatif dengan kultur positif sebesar 26%, dan dari pasien dengan kultur negatif namun memiliki gambaran radiologis (toraks) yang mendukung diagnosis TB sebesar 17%.
3. Seseorang dapat terinfeksi TB jika menghirup udara yang telah tercemar percik renik mengandung kuman dari pasien TB.
4. Saat penderita TB batuk atau bersin, kuman menyebar ke udara dalam bentuk partikel kecil atau droplet nuclei yang sangat mudah terhirup oleh orang di sekitarnya. Diperkirakan, satu kali batuk dapat menghasilkan hingga 3.000 percikan dahak yang berpotensi menularkan penyakit.

Saat seseorang yang terinfeksi tuberkulosis (TB) batuk, bersin, berbicara, atau bernyanyi, bakteri penyebab TB dapat tersebar ke udara. Yang mengejutkan, bakteri ini mampu bertahan di udara selama beberapa jam. Penting untuk diketahui bahwa penularan TB tidak terjadi melalui kontak fisik seperti berjabat tangan, berbagi makanan atau minuman, menyentuh benda seperti seprai atau toilet, menggunakan sikat gigi bersama, bahkan melalui ciuman. (Atira & Rosalia, 2018).

Kepadatan penduduk serta kondisi permukiman yang tidak memenuhi standar kesehatan di kawasan perkotaan cenderung menjadi faktor yang memfasilitasi penyebaran penyakit tuberkulosis (TB). Penularan TB umumnya terjadi melalui proses inhalasi droplet nuclei yang mengandung

basil, terutama yang berasal dari penderita TB paru yang mengalami batuk berdarah atau batuk darah yang mengandung basil tahan asam (BTA). (Dachi, Hakim, & Wandra, 2022).

1.5.4 Klasifikasi Tuberkulosis (TB)

Menentukan klasifikasi jenis penyakit serta karakteristik penderita merupakan langkah krusial sebelum memulai pengobatan, guna memastikan pemilihan kombinasi Obat Anti Tuberkulosis (OAT) yang tepat. Pengelompokan ini dilakukan pada kasus Tuberkulosis paru sebelum terapi diberikan (Munir, 2022):

1. Tuberkulosis Paru

- a) Berdasarkan analisis terhadap sampel dahak, penyakit Tuberkulosis Paru dapat diklasifikasikan sebagai berikut: TB Paru dengan BTA positif, yaitu kondisi di mana hasil rontgen dada menunjukkan ciri khas infeksi TB aktif, dan minimal dua dari tiga pemeriksaan dahak SPS menunjukkan hasil BTA positif. Dalam beberapa kasus, satu spesimen dengan hasil positif sudah cukup untuk diagnosis melalui pemeriksaan apusan, sehingga pasien dikategorikan menderita TB Paru BTA (+).
- b) TB Paru dengan BTA negatif, terjadi apabila ketiga spesimen dahak SPS menunjukkan hasil BTA negatif, tetapi hasil foto toraks mendukung adanya infeksi TB aktif. Berdasarkan tingkat keparahan kerusakan paru-paru yang terlihat pada radiografi dada, TB Paru BTA (-) dengan rontgen positif dapat diklasifikasikan lebih lanjut menjadi tipe ringan atau berat, tergantung pada sejauh mana jaringan paru-paru mengalami kerusakan.

2. Tuberkulosis Ekstra

Jenis TB ekstra-paru diklasifikasikan berdasarkan derajat keparahan kondisi klinisnya, yang terbagi menjadi dua kategori utama, yaitu:

- a) TB ekstra-paru dengan tingkat keparahan ringan, yang mencakup beberapa bentuk seperti tuberkulosis pada kelenjar getah bening, pleuritis eksudatif pada satu sisi paru, infeksi pada tulang (kecuali tulang belakang), sendi, serta kelenjar adrenal.
- b) TB ekstra-paru dengan tingkat keparahan berat, yang meliputi

kondisi seperti meningitis tuberkulosa, TB milier, perikarditis, peritonitis, pleuritis eksudatif pada kedua paru, infeksi pada tulang belakang, saluran cerna, serta sistem urogenital.

3. Tipe Penderita

Berdasarkan catatan terapi sebelumnya, penderita tuberkulosis dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori, antara lain:

- a) Kasus baru, yaitu individu yang belum pernah menjalani terapi OAT sebelumnya, atau yang baru memulai pengobatan dan telah mengonsumsi maksimal 30 dosis harian.
- b) Kasus kambuh (relaps), yakni pasien yang sebelumnya telah menyelesaikan pengobatan dan dinyatakan sembuh, namun kemudian kembali menjalani pengobatan setelah hasil pemeriksaan dahaknya menunjukkan positif.
- c) Kasus pindahan (transfer in), yaitu pasien yang sebelumnya memperoleh perawatan di wilayah lain, lalu memutuskan untuk melanjutkan pengobatannya di wilayah ini. Dalam hal ini, pasien harus membawa surat rujukan atau formulir perpindahan (TB.09).
- d) Kasus setelah lalai atau putus berobat, yakni pasien yang pernah menjalani terapi minimal satu bulan, namun sempat menghentikan pengobatan selama dua bulan atau lebih, dan kemudian kembali berobat dengan hasil pemeriksaan dahak BTA yang kembali positif.

1.5.5 Diagnosis Tuberkulosis (TB)

Prosedur diagnosis Tuberkulosis telah ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia dan diterapkan secara nasional. Deteksi penyakit ini dapat dilakukan melalui pemeriksaan mikroskopis dahak, di mana keberadaan Basil Tahan Asam (BTA) positif menunjukkan indikasi Tuberkulosis. Apabila dua dari tiga spesimen dahak yang dikumpulkan dengan metode SPS menunjukkan hasil BTA positif, maka pasien dinyatakan positif TB. Namun, bila hanya satu sampel yang menunjukkan hasil positif, maka perlu dilakukan pemeriksaan lanjutan seperti radiografi toraks atau pengulangan pemeriksaan spesimen SPS. Pasien diklasifikasikan sebagai penderita TB BTA positif apabila hasil rontgen mendukung diagnosis TB. Sebaliknya, jika hasil rontgen tidak menunjukkan tanda khas Tuberkulosis, maka pemeriksaan dahak perlu

diulang untuk memastikan diagnosis. (Silitonga, Brahmana, & Siagian, 2021).

Pemberian antibiotik spektrum luas, seperti kotrimoksazol atau amoksisilin, dilakukan selama 1–2 minggu bila tiga hasil pemeriksaan dahak menunjukkan hasil negatif. Jika tidak ada perbaikan kondisi dan gejala tetap mengarah ke Tuberkulosis, maka pemeriksaan SPS perlu diulang. Pasien dikategorikan TB BTA positif apabila spesimen SPS menunjukkan hasil positif. Bila hasil SPS tetap negatif, pemeriksaan rontgen dada digunakan untuk mendukung diagnosis sementara. Pasien dinyatakan TB BTA negatif jika rontgen mendukung diagnosis TB, sedangkan hasil rontgen yang tidak sesuai mengindikasikan bahwa pasien bukan menderita Tuberkulosis.

1.5.6 Insiden Rate (IR) Kasus TB

Insiden Rate (IR) dalam Buku Ajar Surveilans merujuk pada frekuensi kasus penyakit baru yang muncul di suatu wilayah dalam periode waktu tertentu, dihitung berdasarkan jumlah penduduk yang berisiko terkena penyakit tersebut, lalu dikalikan dengan konstanta (k). (Rokhmayanti, F. (2010). Hal tersebut dapat dilihat melalui rumus:

$$IR = \frac{\text{Jumlah penderita atau kasus baru pada waktu tertentu}}{\text{Jumlah Populasi yang berisiko pada waktu tertentu}} \times k$$

1.6 Tinjauan Umum Faktor Risiko Tuberkulosis (TB)

1.6.1 Demografi

1. Kepadatan Penduduk

Jumlah serta sebaran penduduk menjadi faktor penentu tingkat kepadatan di suatu daerah. Tingkat kepadatan ini berpengaruh terhadap kecepatan penularan penyakit, jumlah individu yang terdampak saat terjadi peristiwa mendadak seperti kejadian luar biasa (KLB), serta ketersediaan fasilitas layanan kesehatan yang baik. Mengacu pada WHO, area dengan penduduk yang padat umumnya mempunyai permukiman yang kurang layak, sanitasi yang rendah, dan asupan gizi yang buruk. Situasi ini memperbesar risiko penyebaran penyakit menular seperti Tuberkulosis ketika salah satu warganya terinfeksi (Rohman, 2017).

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-1733-2004 tentang perencanaan lingkungan perumahan di perkotaan, kepadatan penduduk dibagi menjadi empat kategori: rendah (<150 jiwa/ha), sedang (151-200 jiwa/ha), tinggi (201-400 jiwa/ha), dan sangat padat (>400 jiwa/ha).

Penelitian oleh Dwi Hartanto et al., (2019) menunjukkan bahwa kasus TB paru di Kota Semarang dominan ditemukan di area dengan kepadatan penduduk tinggi (>400 jiwa/km²). Sementara itu, Wang et al., (2021) menemukan bahwa kepadatan penduduk berpengaruh signifikan terhadap kejadian TB pada kelompok lansia.

Studi membuktikan bahwa wilayah dengan penduduk yang padat dapat meningkat risiko penduduk tersebut terkena penyakit TB. Di Dhaka, Bangladesh, misalnya, prevalensi TB di kawasan padat penduduk tercatat empat kali lebih tinggi dibandingkan wilayah urban yang kurang padat. Temuan serupa juga dilaporkan di Afrika Selatan.

2. Status Sosial Ekonomi

Status sosial ekonomi mengacu pada posisi individu atau keluarga berdasarkan faktor ekonomi. Baik di dalam maupun luar negeri, status ini memengaruhi kehidupan sosial, pekerjaan, dan pendidikan. Terdapat dua aspek dalam status sosial: aspek struktural yang bersifat hierarkis, serta aspek fungsional yang berkaitan dengan peran sosial individu dalam kelompok. (Wicaksono & Tuasika, 2021).

Status sosial ekonomi seseorang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti tingkat pendidikan, jenis pekerjaan, pendapatan, kondisi tempat tinggal, kepemilikan aset, dan peran dalam organisasi. Menurut KBBI, status merujuk pada kedudukan atau posisi seseorang dalam masyarakat. Secara sosiologis, status mencerminkan hak, tanggung jawab, serta peran ideal individu dalam suatu kelompok sosial. Mayor Polak juga menyatakan bahwa status sosial menentukan posisi individu dalam struktur masyarakat dan memengaruhi pola interaksi sosial (Atika & Rasyid, 2018).

Kondisi ekonomi berperan penting dalam pemenuhan kebutuhan pangan bergizi. Masyarakat dengan tingkat ekonomi rendah cenderung mengalami kekurangan asupan nutrisi karena keterbatasan

akses terhadap makanan sehat dan beragam. Kemiskinan, yang mencerminkan ketidakmampuan memenuhi kebutuhan dasar seperti pangan, kesehatan, dan pendidikan, turut berkontribusi pada kerentanan terhadap penyakit seperti tuberkulosis (TB). Penderita TB dari kalangan miskin berisiko kehilangan penghasilan akibat proses pengobatan yang panjang dan mahal, yang pada akhirnya memperburuk status gizi serta meningkatkan risiko infeksi lebih lanjut. (Hasan & Hartono, 2019).

Penelitian Ramadhani et al., (2021) menunjukkan bahwa kemiskinan berkontribusi terhadap peningkatan kasus TB di Kecamatan Wanea, Kota Manado. Di wilayah kerja Puskesmas Bolangitang, ditemukan hubungan antara tingkat kemiskinan dan kejadian TB paru. TB paru dapat menurunkan produktivitas penderita, berdampak pada kestabilan ekonomi keluarga, dan sebaliknya, kondisi ekonomi yang buruk meningkatkan risiko penularan penyakit menular seperti TB. Di Kota Sergipe, Brazil, prevalensi TB meningkat di wilayah terpencil yang mencerminkan kesenjangan sosial dan ekonomi. Urbanisasi yang tidak terencana dan tingginya tingkat kemiskinan turut meningkatkan kerentanan terhadap infeksi. (Lima et al., 2019).

3. Wilayah Kumuh

Kawasan kumuh merupakan area tempat tinggal, baik di lingkungan permukiman maupun non-permukiman, yang dihuni oleh masyarakat berpenghasilan sangat rendah. Wilayah ini umumnya ditandai oleh kepadatan penduduk tinggi, kualitas bangunan yang tidak memenuhi standar kelayakan huni, serta keterbatasan akses terhadap fasilitas dasar seperti air bersih, sanitasi, jalan, ruang terbuka, dan sarana sosial lainnya. (Kurniasih, 2007).

Kawasan kumuh mencerminkan tingkat kemiskinan yang tinggi serta menjadi pemicu berbagai permasalahan lain, termasuk risiko kesehatan dan bencana seperti banjir. Di negara-negara berpenghasilan rendah, area semacam ini kerap menjadi pusat penyebaran penyakit akibat kondisi lingkungan yang tidak layak (Agus Nurjana & Hapsari Tjandrarini, 2019). lingkungan tempat tinggal yang tidak memenuhi standar kesehatan seperti ventilasi minim,

pencahayaan buruk, kepadatan penghuni tinggi, dan material bangunan yang tidak layak berpotensi meningkatkan penularan penyakit, termasuk tuberkulosis paru. (Asrijun, 2018).

Kawasan kumuh di wilayah perkotaan memiliki karakteristik yang mendukung peningkatan risiko penularan tuberkulosis (TB). Menurut United Nations Human Settlements Programme (2003), rumah tangga di daerah kumuh umumnya menghadapi satu atau lebih kondisi berikut:

- a) terbatasnya akses air bersih
- b) sanitasi yang layak
- c) ruang hunian yang memadai
- d) struktur bangunan yang kuat
- e) kepastian status kepemilikan lahan
- f) Kurangnya akses ke fasilitas sanitasi yang ditingkatkan,

Komunitas kumuh seringkali menjadi tempat tinggal bagi migran, orang yang terdislokasi, dan kelompok lainnya yang mungkin tidak memiliki akses ke program kesehatan nasional. Wilayah ini juga menjadi pusat penyebaran penyakit menular, seperti tuberkulosis, yang mudah menyebar di antara populasi yang padat. Sebagian besar negara dengan beban TB tertinggi memiliki 25-50% populasi perkotaan yang tinggal di daerah kumuh (WBOD, 2014). Sinulingga (2005) mengidentifikasi beberapa ciri wilayah kumuh sebagai berikut:

- a) Kepadatan penduduk antara 250-400 jiwa/ha. Para ahli (MMUDP, 90) menyebutkan bahwa kepadatan 80 jiwa/ha sudah memunculkan masalah, mengurangi kualitas fisik, psikologis, dan perlindungan kesehatan.
- b) Jalan-jalan sempit yang sulit dilalui kendaraan roda empat, bahkan terkadang tersembunyi di balik atap rumah yang saling berdekatan.
- c) Drainase yang buruk, dengan beberapa area tanpa saluran air, menyebabkan genangan saat hujan.
- d) Fasilitas pembuangan air kotor terbatas, bahkan ada yang langsung membuangnya ke saluran dekat rumah atau sungai.
- e) Akses air bersih sangat terbatas, hanya mengandalkan sumur dangkal, air hujan, atau membeli air dalam kemasan.

1.6.2 Fasilitas Pelayanan Kesehatan

Masyarakat dan pemerintah bekerja sama untuk mengimplementasikan layanan kesehatan individu yang meliputi promotif, preventif, kuratif, dan rehabilitatif di fasilitas kesehatan, sesuai dengan Perpres No. 71 Tahun 2013. Fasilitas Kesehatan Tingkat Pertama (FKTP) memiliki peran sebagai penyedia layanan primer yang menyeluruh dan berfungsi sebagai gerbang dalam sistem Jaminan Kesehatan Nasional (JKN), dengan fokus utama pada peningkatan mutu layanan kesehatan (Aryanti & Dewanti, 2019). Lavey dan Loomba menjelaskan bahwa pelayanan kesehatan mencakup tindakan yang dilakukan oleh individu atau kelompok dalam suatu organisasi untuk menjaga, meningkatkan kesehatan, serta mencegah, mengobati penyakit, dan memulihkan kondisi fisik masyarakat (Dachi, Hakim, & Wandra, 2022).

Pelayanan kesehatan masyarakat merupakan sektor kesehatan yang bertujuan meningkatkan kesehatan dan mencegah penyakit. Pelayanan ini umumnya memiliki struktur organisasi yang digunakan secara bersama dalam suatu lembaga (Munir, 2022). Syarat dasar yang harus dipenuhi untuk pelayanan kesehatan. Beberapa syarat utama untuk pelayanan kesehatan yang baik adalah sebagai berikut:

1. Ketersediaan dan Keberlanjutan, faktor utama pertama dalam layanan kesehatan yang bermutu adalah akses yang mudah bagi masyarakat untuk menuju pelayanan kesehatan. Hal ini berarti bahwa layanan kesehatan harus dapat dijangkau dengan mudah dan selalu ada ketika dibutuhkan oleh masyarakat, tanpa kesulitan untuk menemukannya.
2. Diterima dan Sesuai Faktor kedua yang penting adalah pelayanan kesehatan yang diterima oleh masyarakat serta sesuai dengan norma yang berlaku. Layanan tersebut harus sesuai dengan kebudayaan, adat istiadat, serta kepercayaan masyarakat. Pelayanan yang tidak sesuai dengan hal-hal tersebut tidak dapat dianggap sebagai pelayanan kesehatan yang baik.
3. Aksesibilitas Faktor ketiga adalah kemudahan dalam mengakses layanan kesehatan, terutama dalam hal lokasi. Oleh karena itu, distribusi fasilitas kesehatan yang merata sangat diperlukan. Jika

layanan kesehatan hanya tersedia di kota-kota besar dan tidak ada di daerah pedesaan, maka itu bukanlah sistem kesehatan yang ideal.

4. Keterjangkauan Faktor keempat adalah kemampuan masyarakat untuk mengakses layanan kesehatan berdasarkan biaya. Pelayanan kesehatan yang ideal harus dapat dijangkau oleh semua lapisan masyarakat dengan biaya yang sesuai dengan kemampuan ekonomi mereka. Layanan yang terlalu mahal dan hanya dapat dijangkau oleh sebagian kecil orang tidak memenuhi kriteria pelayanan kesehatan yang baik.
5. Mutu Pelayanan kesehatan yang berkualitas adalah yang memiliki mutu tinggi, yakni pelayanan yang tidak hanya memenuhi standar dan kode etik yang berlaku, tetapi juga dapat memberikan kepuasan bagi penggunaannya. Mutu ini mengacu pada tingkat kesempurnaan layanan yang disediakan sesuai dengan standar yang ditetapkan.

Fasilitas kesehatan merujuk pada sarana atau tempat yang digunakan untuk menyelenggarakan berbagai jenis layanan kesehatan, termasuk pencegahan, pengobatan, dan pemulihan. Dalam proses pengobatan TB, terdapat sejumlah faktor yang memengaruhi keberhasilan pengobatan selain dari kondisi individu pasien, lingkungan sekitar, dan penyedia layanan kesehatan, salah satunya adalah jarak antara tempat tinggal pasien dan Puskesmas. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Riki Yudiana et al., 2022), ditemukan adanya hubungan signifikan antara jarak rumah ke Puskesmas dan tingkat kepatuhan pengobatan TB Paru ($p=0,003$) di Puskesmas Patokbeusi, Subang. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin dekat jarak rumah pasien dengan Puskesmas, semakin tinggi tingkat kepatuhan pasien untuk menjalani pengobatan dan pemeriksaan kesehatan. Sebaliknya, jika jarak rumah pasien dengan fasilitas kesehatan cukup jauh, maka kepatuhan pasien untuk berobat cenderung menurun. Pasien TB Paru seringkali menghentikan pengobatan karena merasa jarak yang jauh ke fasilitas kesehatan membuat mereka enggan untuk berkunjung, ditambah lagi dengan biaya transportasi yang dianggap mahal. Penelitian yang dilakukan (Marian & Chairani, 2017) menunjukkan bahwa 67,7% responden penderita TB Paru di wilayah Puskesmas Binanga, Kabupaten

Mamuju, mengalami kesulitan dalam mengakses fasilitas kesehatan. Mereka yang menghadapi hambatan dalam memperoleh layanan kesehatan memiliki risiko penularan TB Paru yang lebih tinggi dibandingkan dengan responden yang memiliki akses lebih mudah ke fasilitas kesehatan.

Keberadaan fasilitas kesehatan secara spasial memiliki keterkaitan dengan jumlah kasus TB, yang ditunjukkan oleh koefisien positif (0,000). Artinya, apabila jumlah fasilitas kesehatan di suatu wilayah rendah, maka potensi peningkatan kasus TB menjadi lebih besar. Sebaliknya, ketersediaan fasilitas kesehatan yang mencukupi, baik dari segi kuantitas maupun kualitas, dapat berperan dalam menurunkan angka kasus TB di Kabupaten Tanah Bumbu (Hasibuan et al., 2021).

1.7 Tinjauan Umum Sistem Informasi Geografis (SIG)

1.7.1 Definisi Sistem Informasi Geografis (SIG)

Konsep geografis merupakan bagian dari aspek spasial yang berkaitan dengan permasalahan di permukaan bumi, baik dalam bentuk dua dimensi maupun tiga dimensi. Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan suatu sistem yang dirancang untuk menangani elemen-elemen yang bersifat geografis. Informasi yang dimuat dalam SIG mencakup data tentang letak geografis di permukaan bumi beserta karakteristik atau atribut dari objek-objek yang terdapat di lokasi tersebut. Dalam pengelolaan data yang memiliki keterkaitan geografis, SIG memiliki empat fungsi utama, yaitu proses pemasukan data, penyajian hasil (output), pengelolaan data (termasuk penyimpanan dan akses data), serta proses analisis dan manipulasi informasi. (Dangiran & Dharmawan, 2020). Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sebuah sistem berbasis komputer yang dirancang untuk mendukung proses pengumpulan, pengolahan, analisis, dan penyajian data yang memiliki dimensi spasial atau keruangan. Informasi ini berkaitan dengan aspek geometris, yang berarti dapat dihitung dan divisualisasikan berdasarkan sistem koordinat tertentu. Data yang digunakan dalam SIG biasanya terdiri dari data spasial yang menunjukkan posisi geografis suatu objek, serta data atribut yang memberikan informasi tambahan mengenai objek tersebut. Oleh karena itu, keberadaan data spasial menjadi elemen utama dalam SIG karena

seluruh proses analisisnya bergantung pada data yang merepresentasikan lokasi dan hubungan antar objek dalam suatu area (Sumantri, dkk., 2019).

1.7.2 Pengertian Analisis Spasial

Analisis spasial merupakan suatu pendekatan yang digunakan untuk mengidentifikasi atau mengkaji potensi hubungan antar elemen geografis. Proses ini melibatkan sejumlah perhitungan serta penalaran logis yang bersifat matematis (Dangiran & Dharmawan, 2020). Istilah "spasial" berakar dari kata "ruang". Secara umum, konsep spasial merujuk pada keterkaitan antara suatu peristiwa atau fenomena dengan berbagai objek maupun kejadian lain yang terdapat di permukaan bumi, yang diperkirakan saling berhubungan dalam dimensi waktu tertentu.

Istilah "spasial" umumnya digunakan untuk menggambarkan ekosistem yang batasnya ditentukan secara buatan, seperti dalam konteks perencanaan ruang wilayah. Dalam upaya pengendalian penyakit di area tertentu, pendekatan analisis spasial menjadi salah satu metode yang dapat digunakan. Pendekatan ini melibatkan kajian terhadap persebaran penduduk, faktor risiko yang berasal dari lingkungan, kondisi ekosistem, aspek sosial ekonomi, serta variabel lainnya. Melalui pemetaan dan analisis hubungan antar faktor tersebut, analisis spasial menyajikan informasi mengenai penyebaran penyakit dalam dimensi geografis. Kejadian penyakit dipandang sebagai fenomena yang memiliki keterkaitan dengan lokasi, karakteristik medan, serta distribusi objek dan kejadian di suatu area tertentu (Igarta & Handayani, 2020). Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan alat yang digunakan untuk mengelola data spasial, mulai dari pengumpulan, penyimpanan, visualisasi, hingga analisis data yang berkaitan dengan fenomena geografis. Melalui SIG, informasi spasial dapat dimanfaatkan untuk mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan penyakit yang berbasis wilayah.

Secara keseluruhan, pendekatan analisis spasial memungkinkan dilakukannya penelitian yang lebih mendalam dan akurat dengan menghadirkan berbagai metode dalam mengumpulkan, menyusun prioritas, serta menganalisis data guna mengidentifikasi penyebab

maupun faktor risiko dari suatu kondisi kesehatan tertentu. Analisis ini mencakup berbagai teknik dan metode yang digunakan untuk memahami persebaran penyakit di permukaan bumi. (Igarta & Handayani, 2020). Dalam upaya menangani penyakit yang berbasis area geografis, diperlukan pendekatan berbasis wilayah yang menggunakan metode analisis spasial. Informasi spasial mencakup berbagai data terkait kondisi lingkungan serta distribusi penduduk yang memiliki karakteristik beragam. Selain itu, lokasi fasilitas kesehatan seperti puskesmas, jaringan jalan, batas administrasi seperti RT/RW, hingga aliran sungai termasuk dalam kategori data spasial. Secara umum, data spasial merupakan hasil pengamatan yang berkaitan langsung dengan posisi geografis di permukaan bumi, baik dari sisi lokasi maupun waktu.

1.7.3 Fungsi Analisis Spasial

Analisis spasial merupakan suatu pendekatan yang melibatkan perhitungan dan penalaran logis untuk mengevaluasi keterkaitan atau pola yang nyata maupun potensial antar objek geografis. Secara umum, metode ini mencakup serangkaian teknik untuk mengolah data yang berkaitan erat dengan letak geografis suatu objek. Proses ini memerlukan informasi akurat mengenai posisi dan karakteristik objek tersebut. Dalam konteks ini, analisis spasial berperan penting dalam menyajikan gambaran yang akurat mengenai fenomena yang terjadi di suatu kawasan tertentu, termasuk perkembangan atau perubahan yang berlangsung dalam periode waktu tertentu (Dangiran & Dharmawan, 2020).

Beberapa teknik dalam analisis spasial memiliki peran penting dalam pengolahan data geografis (Igarta & Handayani, 2020), antara lain:

1. Reklasifikasi (*Reclassify*): Proses ini digunakan untuk mengelompokkan ulang data berdasarkan atribut tertentu sehingga menghasilkan informasi spasial yang baru.
2. Jaringan (*Network*): Analisis ini menggambarkan aliran atau pergerakan sumber daya melalui struktur buatan manusia yang saling terhubung, seperti jalan atau saluran distribusi.
3. *Overlay*: Teknik ini memadukan dua atau lebih lapisan peta dalam wilayah sama untuk membentuk peta dengan informasi baru hasil perpaduan data dari peta-peta tersebut.

4. Penyangga (*Buffering*): Metode ini menghasilkan zona atau area di sekitar elemen spasial (seperti titik, garis, atau poligon) guna membatasi atau menandai wilayah tertentu berdasarkan jarak.
5. Pengukuran Jarak (*Find Distance*): Berfokus pada menghitung jarak antara satu objek spasial dengan objek lainnya, menggunakan data vektor dan menghasilkan layer raster yang menampilkan nilai jarak.
6. Pengelompokan (*Clustering*): Digunakan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan data berdasarkan kesamaan statistiknya, sehingga item yang mirip akan berada dalam kelompok yang sama.
7. Interpolasi: Digunakan untuk memperkirakan nilai-nilai di titik yang belum diketahui berdasarkan data yang ada di sekitarnya. Akurasi dipengaruhi oleh distribusi titik dan metode matematis yang digunakan.
8. Data Temporal: Merupakan data spasial yang terkait dengan dimensi waktu, biasanya digunakan untuk melihat pola penyebaran atau perubahan suatu fenomena seperti penyakit dalam jangka waktu tertentu.

Aspek ini memungkinkan pengumpulan data penyakit berdasarkan waktu menggunakan data spasial, yang memberikan gambaran mengenai perbandingan perkembangan penyakit yang sama pada periode waktu yang berbeda. (Siwiendrayanti et al., 2018).

1.7.4 Format Data Spasial

Menurut Irwansyah (2013), data dari spasial terbagi dua bentuk utama, yaitu data yang berupa data vektor dan data raster:

1. Data vektor, direpresentasikan melalui koordinat titik yang membentuk titik, garis, atau area (poligon). Titik biasanya menggambarkan lokasi spesifik seperti kota-kota atau menara komunikasi. Pola garis dapat menunjukkan jalur atau batas wilayah, sementara poligon sering digunakan untuk mewakili wilayah seperti danau atau negara. Kelebihan utama dari data vektor terletak pada ketelitiannya dalam menggambarkan elemen spasial secara presisi, yang sangat berguna dalam analisis posisi dan batas wilayah.
2. Data raster, sebaliknya, berasal dari hasil penginderaan jauh dan disusun dalam bentuk grid yang terdiri dari piksel. Setiap piksel mengandung nilai tertentu yang mewakili atribut dan posisi

geografisnya. Akurasi dari data ini bergantung pada ukuran resolusi piksel tersebut. Model raster cocok digunakan untuk menggambarkan fenomena yang memiliki perubahan bertahap, seperti distribusi suhu, kelembaban, atau jenis tanah. Model ini dianggap sebagai bentuk representasi spasial yang sederhana namun efektif dalam menampilkan variasi permukaan bumi.

1.7.5 Manfaat SIG bagi Kesehatan

Pemanfaatan SIG dalam sektor kesehatan memiliki beragam fungsi strategis (Dinkes DIY, 2020), di antaranya:

1. Mengidentifikasi ketimpangan akses masyarakat terhadap layanan kesehatan.
2. Membantu dalam deteksi dan penanganan awal terhadap Kejadian Luar Biasa (KLB) suatu penyakit.
3. Mendukung pengambilan keputusan dalam hal alokasi sumber daya yang terbatas, dengan tujuan untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat secara optimal.
4. Penyajian data melalui pemetaan berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) menjadi metode visual yang efektif untuk memengaruhi para pengambil keputusan di berbagai jenjang pemerintahan dalam menetapkan prioritas isu kesehatan dan memilih program intervensi yang paling relevan.
5. Menjadi media evaluatif terhadap efektivitas program kesehatan masyarakat yang telah dijalankan selama periode tertentu.
6. Memberikan gambaran spasial mengenai kondisi kesehatan, mencakup persebaran dari populasi yang berisiko, distribusi sebuah penyakit dan masalah-masalah kesehatan, lokasi dari fasilitas pelayanan kesehatan, serta faktor risiko penyebab sebuah penyakit.
7. Menjadi dasar dalam menentukan wilayah dan kelompok sasaran yang perlu diprioritaskan untuk pelaksanaan program intervensi kesehatan.

1.8 Kerangka Teori

Proses terjadinya penyakit yang berkaitan dengan faktor lingkungan dapat dijelaskan melalui pendekatan teori simpul. Teori ini mencakup beberapa simpul utama yang telah dijabarkan oleh (Achmadi, 2012):

1.8.1 Simpul 1 (Sumber Penyakit)

Sumber dari sebuah penyakit merupakan titik awal yang akan berpotensi menyebabkan penularan, baik secara terus-menerus maupun sesekali. Sumber ini dapat berupa mikroorganisme seperti bakteri, virus, atau parasit. Dalam konteks penyakit menular, individu yang sedang terinfeksi sering kali menjadi pusat penularan utama. Sumber ini juga dikenal sebagai agen penyebab penyakit, yaitu unsur dari lingkungan yang mampu menimbulkan gangguan kesehatan melalui kontak langsung atau dengan perantara tertentu.

1.8.2 Simpul 2 (Media Transmisi Penyakit)

Media transmisi merupakan sebuah elemen lingkungan yang berperan penting dalam menyebarkan agen penyakit dari satu titik ke titik lain. Terdapat lima bentuk utama media transmisi, yakni air, udara, hewan, tanah atau bahan pangan, dan manusia itu sendiri. Media ini dapat menjadi sarana penularan jika mengandung agen infeksius. Sebagai contoh, udara yang terkontaminasi oleh *Mycobacterium tuberculosis* dapat menjadi perantara penularan penyakit tuberkulosis.

1.8.3 Simpul 3 (Perilaku Pemajanan)

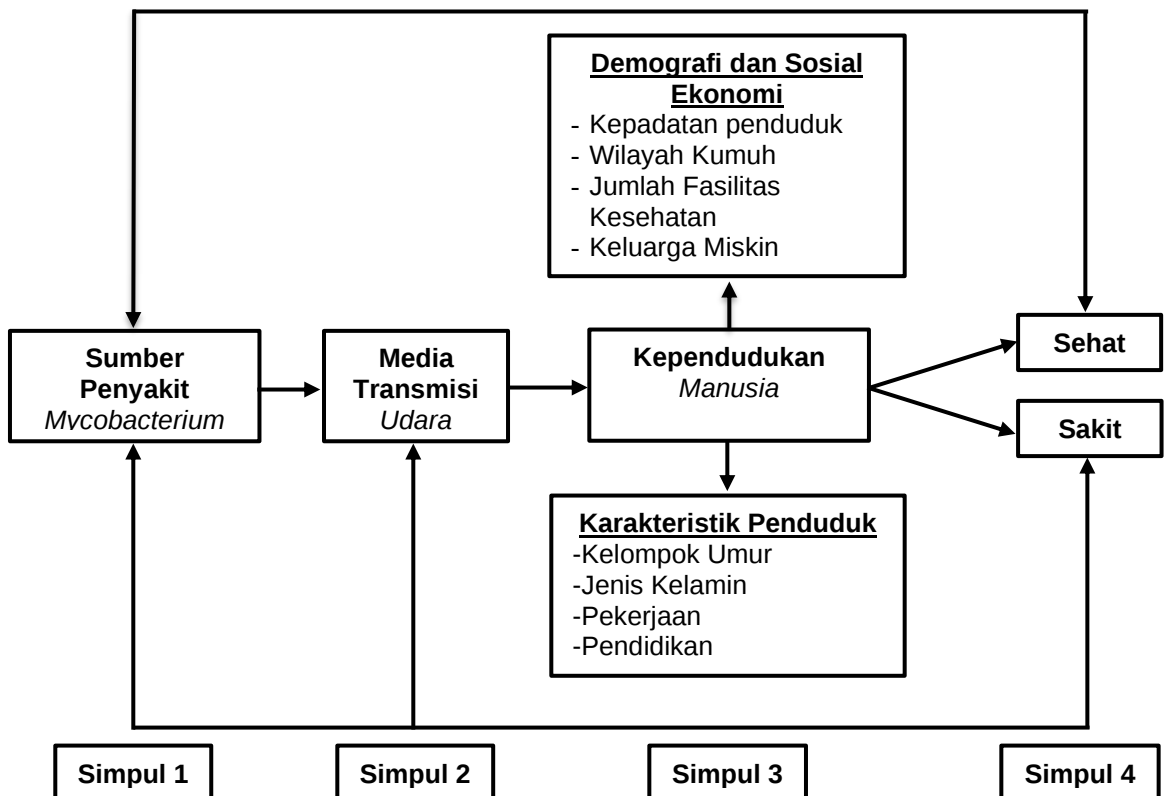
Agen penyakit dapat masuk ke tubuh manusia baik secara langsung maupun dengan bantuan komponen lingkungan. Proses masuknya agen ke tubuh dikenal sebagai interaksi antara manusia dan lingkungan. Interaksi ini menjadi dasar dari konsep yang disebut perilaku pemajanan (behavioral exposure), yang merujuk pada frekuensi dan intensitas kontak antara individu dengan lingkungan yang mengandung agen infeksius.

1.8.4 Simpul 4 (Kejadian Penyakit)

Munculnya suatu penyakit merupakan hasil akhir dari interaksi kompleks antara individu dan lingkungan yang memiliki potensi menimbulkan masalah kesehatan. Seseorang dikatakan mengalami gangguan kesehatan bila terdapat penyimpangan dari kondisi normal, baik dari sisi bentuk fisik maupun fungsi tubuh. Kondisi ini biasanya dipicu oleh pengaruh lingkungan, baik fisik maupun sosial.

Berdasarkan teori yang dibahas pada bab ini, proses penularan penyakit tuberkulosis paru dapat digambarkan melalui model empat simpul. Pada simpul pertama, sumber penyakitnya adalah penderita TB

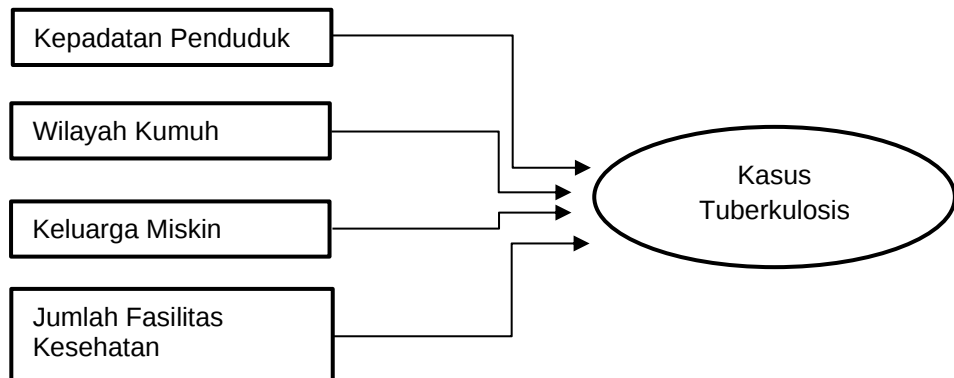
paru dengan BTA positif yang menyebarkan bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri ini kemudian tersebar ke udara (simpul kedua) yang bertindak sebagai media transmisi. Selanjutnya, pada simpul ketiga, manusia terpapar udara yang telah terkontaminasi melalui suatu interaksi tertentu. Hasil dari interaksi ini akan menentukan apakah seseorang tetap sehat atau jatuh sakit (simpul keempat). Jalannya proses ini dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain kondisi lingkungan seperti kelembaban, suhu, dan curah hujan, serta faktor sosial-demografis seperti usia, jenis kelamin, tingkat pendidikan, pekerjaan, kepadatan penduduk, kemiskinan, kondisi permukiman, dan ketersediaan layanan kesehatan. Kerangka teori dapat dilihat pada Gambar 2.1:



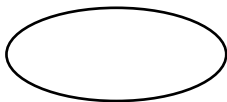
Gambar 1.1 Kerangka Teori

Sumber: Teori simpul Achmadi (2012)

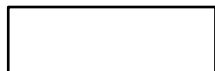
1.9 Kerangka Konsep



Keterangan:



: Variabel Dependen



: Variabel Independen



: Arah yang menunjukkan kemungkinan terjadinya pengaruh

Gambar 2. 2 Kerangka Konsep

Tabel 1.1 Tabel Sintesa

No	Penelitian (Tahun)	Judul dan Nama Jurnal	Desain Penelitian	Sampel	Temuan
1	(Lin et al., 2022)	<i>Space-Time Distribution Characteristics of Tuberculosis and Its Socioeconomic Factors in Southern China from 2015 to 2019</i>	Spasial Autokorelasi	233,623 Kasus TB di Guanzi, China	Sebagian besar kasus TB terjadi pada pria; kejadian TB yang dilaporkan paling tinggi terjadi pada orang berusia ≥ 65 tahun. Berdasarkan pekerjaan, petani adalah kelompok yang paling sering terpengaruh. Analisis autokorelasi spasial menunjukkan bahwa kejadian TB yang dilaporkan pada tahun 2015-2019 terkelompok secara spasial (Moran's $I > 0$, $P < 0,05$)
2	(Li et al., 2022)	<i>Spatio-temporal distribution of tuberculosis and the effects of environmental factors in China</i>	Spasial Autokorelasi	Kasus TB yang terjadi di China dari Tahun 2010-2017	insiden TB secara umum mengalami penurunan. TB memiliki aglomerasi spasial yang kuat. Kota-kota di Tiongkok Bagian Barat Laut menunjukkan kecenderungan aglomerasi nilai tinggi. Dalam beberapa tahun terakhir, pusat gravitasi daerah aglomerasi nilai tinggi di Tiongkok Selatan telah berpindah lebih jauh ke selatan. Suhu, kelembaban, curah hujan, PM10, PM2.5, O3, NO2, dan SO2 berdampak pada insiden TB, dan di berbagai wilayah, faktor-faktor lingkungan menunjukkan perbedaan regional.
3	(Van Gurp et al., 2020a)	<i>Finding gaps in TB notifications: spatial analysis</i>	Studi Ekologi	Kasus TB di Bangladesh	Di Bangladesh, angka kejadian TB berkaitan signifikan dengan tingkat pengujian (0,06%, p

		<i>of geographical patterns of TB notifications, associations with TB program efforts and social determinants of TB risk in Bangladesh, Nepal and Pakistan</i>		(2015) 20.598, Nepal (2014) 37.025, dan Pakistan (2015) 326.152	< 0,001), tingkat positivitas uji (14,44%, $p < 0,001$), proporsi kasus yang terkonfirmasi secara bakteriologis (-1,33%, $p < 0,001$), dan kepadatan penduduk ($4,5 \times 10^{-3}\%$, $p < 0,01$). Di Nepal, angka kejadian TB berkaitan dengan rasio jenis kelamin penduduk (1,54%, $p < 0,01$), kepadatan fasilitas (-0,19%, $p < 0,05$), dan tingkat keberhasilan pengobatan (-3,68%, $p < 0,001$). Terakhir, angka kejadian TB di Pakistan signifikan berkaitan dengan tingkat pengujian (0,08%, $p < 0,001$), tingkat positivitas (4,29, $p < 0,001$), proporsi kasus yang terkonfirmasi secara bakteriologis (-1,45, $p < 0,001$), cakupan vaksinasi (1,17%, $p < 0,001$), dan kepadatan fasilitas (20,41%, $p < 0,001$).
4	(Lasari et al., 2023)	<i>Spatio-temporal analysis of tuberculosis in Sungai Tabuk District, South Kalimantan, 2020-2021</i>	Spasio-temporal retrospektif	49 kasus di Tahun 2020 dan 21 kasus di Tahun 2021 di Sungai Tabuk	Studi ini menemukan bahwa terdapat 2 kluster TB paru-paru di distrik Sungai Tabuk. Kluster pada tahun 2020 selama Januari-April menunjukkan hasil yang signifikan ($RR = 6,78$, Nilai $P = 0,0001$) dengan pusat kluster berlokasi di Desa Sungai Tabuk Keramat dan radius kluster sejauh 7,2 km dari titik pusat. Sementara itu, kluster pada tahun 2021 tidak signifikan ($RR = 5,03$, Nilai $P = 0,141$). Faktor-faktor yang memengaruhi kluster TB di distrik

					Sungai Tabuk adalah faktor-faktor sosiodemografis dan lingkungan.
5	(Mesquita et al., 2023)	<i>Spatial Analysis of Tuberculosis Patient Flow in a Neglected Region of Northern Brazil</i>	Spasio-temporal retrospektif	124 Kasus Baru TB di Brazil Utara	Dari 749 kasus, sebanyak 16,5% dilaporkan di kotamadya lain yang bukan tempat tinggal pasien. Mengenai metode diagnostik, sebanyak 56% pasien mengadopsi bakterioskopi positif; kultur tidak dilakukan pada 82% kasus. Pemeriksaan histopatologi tidak dilakukan pada 90% individu. Uji molekuler cepat (RMT) hanya dilakukan pada enam (5%) kasus.
6	(Y. Zhang et al., 2023)	<i>Spatial-temporal analysis of pulmonary tuberculosis in Hubei Province, China, 2011- 2021</i>	Spasial Autokorelasi	436.955 kasus di Hubei dari Tahun 2011-2021	Analisis autokorelasi spasial lokal menunjukkan bahwa titik-titik panas secara utama terdistribusi di bagian barat daya dan tenggara Provinsi Hubei. Dengan menggunakan perangkat lunak SaTScan 10.0.2, hasil dari analisis spasial-temporal bertahap mengidentifikasi 16 klaster
7	(Adi Pradana & Budi Santosa, 2019)	<i>Spatial Autocorrelation Analysis of Tuberculosis Cases (2016-2018) In Kebumen</i>	Spasial Autokorelasi	4711 Kasus Kejadian TB di Kebumen	Studi ini menunjukkan bahwa autokorelasi spasial dalam pola penyebaran tuberkulosis terjadi di Kebumen dan memiliki pola berkelompok karena Indeks Moran positif. Hasil analisis LISA pada kuadran High-High menunjukkan bahwa kasus tuberkulosis yang tinggi berkorelasi dengan daerah yang juga memiliki kasus tuberkulosis yang tinggi. 16 desa termasuk dalam kuadran High-High

8	(Rahmawati & Rahmaniati, 2020a)	Analisis Spasial Kasus Baru Tuberkulosis BTA (+) terhadap Kepadatan Penduduk di Jawa Tengah Tahun 2016-2018	Deskriptif kuantitatif dengan pendekatan spasial	Kasus baru kejadian TB di Jawa Tengah Tahun 2016-2018	Analisis spasial terhadap kasus baru TB BTA (+) dan kepadatan penduduk selama periode 2016 hingga 2018 memperlihatkan adanya pola pengelompokan. Namun, hasil uji signifikansi tidak menunjukkan adanya autokorelasi spasial yang bermakna. Temuan ini mengindikasikan bahwa distribusi kasus baru TB BTA (+) tidak memiliki keterkaitan spasial dengan tingkat kepadatan penduduk antar wilayah kabupaten/kota.
9	(Ichlasul Amalia & Alis Setiyadi, 2021)	Analisis Spasial Tuberkulosis 2018-2020: Kabupaten Magelang, Indonesia	deskriptif menggunakan pendekatan sistem informasi geografi	Penderita TB sejak Tahun 2018, 2019, dan 2020	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa antara tahun 2018 hingga 2020, Kecamatan Secang dan Kecamatan Grabag mencatatkan jumlah kasus tertinggi. Pada tahun 2020, kasus di Kecamatan Secang mengalami penurunan, sementara Kecamatan Grabag terus mengalami peningkatan. Pola penyebaran TBC di wilayah kecamatan menunjukkan kedekatan geografis dan hubungan dengan kontak erat penderita. Berdasarkan temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa faktor kepadatan penduduk, kedekatan wilayah, dan interaksi langsung dengan penderita mempengaruhi angka kasus tuberkulosis di Kabupaten Magelang.
10	(Dhamayanti et al., 2020)	Analisis Spasial Penyakit Tuberkulosis Paru di	Studi ekologi	3518 kasus TB di Provinsi	Kepadatan penduduk, rumah tangga pra sejahtera, rumah sehat ber PHBS, sanitasi

		Kalimantan Tengah Tahun 2017		Kalimantan Tengah	rumah tangga dan fasilitas pelayanan kesehatan menjadi faktor-faktor penentu terjadinya kasus TB Paru yang bervariasi pada setiap wilayah kabupaten kotanya. Beragamnya faktor penentu kasus TB Paru, sehingga diperlukan intervensi dan program kebijakan untuk menanggulangi TB Paru yang diprioritaskan pada karakteristik masing-masing daerah serta memperhatikan faktor risiko yang paling berkorelasi pada masing-masing wilayah.
--	--	------------------------------	--	-------------------	--

1.10 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

Tabel 1.2 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

No	Variabel	Definisi Operasional	Pengukuran	Skala	Kriteria Objektif
1.	Kasus Tuberkulosis	Jumlah dan titik koordinat kasus baru Tuberkulosis tahun 2021-2023 sebanyak 13.222 kasus, yang diperoleh dari data register Tuberkulosis, formulir TB 03 Dinkes kota Makassar, unit analisis kecamatan.	Laporan Dinas Kesehatan Kota Makassar (observasi data sekunder).	Rasio	Uji statistik: Numerik (Kasus TB Baru)
				Rasio	Analisis spasial: Numerik (Kasus TB Baru)

2.	Kepadatan Penduduk	Jumlah Kepadatan Penduduk Tahun 2021-2023 yang diperoleh dari data Badan Pusat Statistik Kota Makassar dengan unit analisis Kecamatan	Laporan Badan Pusat Statistika Kota Makassar (observasi data sekunder)	Rasio	Uji statistik: Numerik (Jumlah kepadatan per kecamatan (jiwa/ha))
				Ordinal	Analisis spasial: Klasifikasi dalam peta: 5. Rendah: ≤ 50 jiwa/ha 6. Sedang: 51-250 jiwa/ha 7. Tinggi: 251-400 jiwa/ha 8. Sangat Tinggi: >400 jiwa/ha
3.	Wilayah Kumuh	Data luas wilayah kumuh (dalam bentuk peta) di Kota Makassar selama Tahun 2021-2023 dari Dinas Perumahan Kota Makassar	Laporan Dinas Perumahan Kota Makassar (observasi data sekunder)	Rasio	Uji statistik: Numerik (Jumlah luas wilayah kumuh per kecamatan (ha))
				Rasio	Analisis spasial: Numerik (Jumlah luas wilayah kumuh per kecamatan (ha))
4.	Keluarga Miskin	Jumlah keluarga miskin Tahun 2021-2023 yang diperoleh dari data Dinas Sosial Kota Makassar dengan unit analisis kecamatan	Laporan Dinas Sosial Kota Makassar (observasi data sekunder)	Rasio	Uji statistik: Numerik (Jumlah keluarga miskin per wilayah kecamatan (KK))
				Ordinal	Analisis spasial: Kategorik 1. Rendah: 120-928 KK 2. Sedang: 929-1216 KK 3. Tinggi: 1217-3112 KK
5.				Rasio	Uji statistik:

	Fasilitas Pelayanan Kesehatan	Titik koordinat Puskesmas di Kota Makassar dari Data Dinas Kesehatan Kota Makassar	Laporan Dinas Kesehatan Kota Makassar (observasi sekunder) data		Numerik (unit bangun per kecamatan)
				Rasio	Analisis spasial: Numerik (unit bangunan per kecamatan)

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif dengan metode analitik yang menggunakan desain studi ekologi dengan model spasial. Studi ekologi merupakan studi yang berfokus pada perbandingan kelompok daripada individu (Pratama, Utomo dan Lagiono, 2015). Sedangkan model spasial merupakan data representasi lokasi geografis di permukaan bumi yang sering digunakan dalam bidang sistem informasi geografis (SIG) (Pinem et al., 2020). Analisis spasial digunakan untuk menilai risiko penyakit Tuberkulosis berkaitan dengan kepadatan penduduk, wilayah kumuh, keberadaan fasilitas pelayanan kesehatan dan keluarga miskin

2.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kota Makassar. Adapun waktu penelitian ini dilaksanakan pada Mei 2024-Februari 2025.

2.3 Populasi Penelitian dan Pengumpulan Data

Populasi dalam penelitian ini semua kasus TB yang ada dalam daftar data penderita TB Paru di Kota Makassar Tahun 2021-2023. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang berupa:

- 2.3.1 Data penderita TB Paru di Kota Makassar selama tiga tahun, yaitu Tahun 2021-2023 sebesar 13.222 kasus baru. Tahun 2021 sebanyak 3.036 kasus baru, tahun 2022 sebanyak 4.760 kasus baru, dan tahun 2023 sebanyak 5426 kasus baru
- 2.3.2 Badan Pusat Statistik Kota Makassar berupa data kepadatan penduduk.
- 2.3.3 Dinas Permukiman Kota Makassar berupa data dan peta wilayah kumuh.
- 2.3.4 Dinas Sosial Kota Makassar berupa data status sosial/keluarga miskin
- 2.3.5 Jumlah fasilitas kesehatan diperoleh dari Dinas Kesehatan Kota Makassar.
- 2.3.6 Peta dasar Kota Makassar diperoleh dari Bappeda Kota Makassar

2.4 Pengolahan dan Analisis Data

2.4.1 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan sistem komputerisasi. Adapun langkah-langkah pengolahan data yang dilakukan sebagai berikut:

1. *Cleaning*

Tahap *cleaning* merupakan tahap peneliti melakukan pengecekan kembali terhadap data-data yang telah dimasukkan ke dalam *dummy table*. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir terjadinya bias pada saat analisis data. Setelah pembersihan pada data telah dilakukan maka selanjutnya dilakukan analisis data.

Pada tahap ini, berdasarkan dari daftar pasien kasus TB pada daftar dari Dinkes Kota Makassar berupa, jenis kelamin, umur, domisili kecamatan dan dilakukan pemisahan alamat yang berada di luar Kota Makassar.

2. *Entry*

Tahap selanjutnya yaitu melakukan *entry* (memasukkan data). Kegiatan *entry* adalah suatu proses memasukkan data jumlah kasus TB, kepadatan penduduk, wilayah kumuh, keberadaan fasilitas kesehatan, dan jumlah keluarga miskin. Data tersebut dimasukkan ke perangkat lunak *Microsoft Excel* setelah itu disimpan menggunakan format DTA untuk aplikasi analisis data yaitu *Stata* dan menggunakan format CSV untuk pembuatan peta di aplikasi *Quantum GIS*.

3. Analisis Data

Data yang telah melalui tahap pengolahan data selanjutnya akan dianalisis. Analisis data pada penelitian ini terbagi menjadi tiga yaitu analisis univariat, analisis bivariat dan analisis spasial.

- a) Analisis univariat untuk mengetahui distribusi statistik dari variabel yaitu kasus Tuberkulosis dan variabel bebas yaitu kepadatan penduduk, keluarga miskin dan fasilitas pelayanan kesehatan.
- b) Analisis bivariat dengan menggunakan uji korelasi untuk mengetahui korelasi antar variabel kasus Tuberkulosis dan variabel bebas yaitu kepadatan penduduk, wilayah kumuh, jumlah fasilitas kesehatan dan jumlah keluarga miskin. Korelasi antara dua variabel

secara kualitatif dapat dibagi dalam lima area, antara lain (Paramita & Mukono, 2018):

$r = 0,0-0,199$; hubungan sangat lemah

$r = 0,2-0,399$; hubungan lemah

$r = 0,4-0,599$; hubungan sedang

$r = 0,6-0,799$; hubungan kuat

$r = 0,8-1,000$; hubungan sangat kuat

Koefisien hubungan yang telah dihasilkan merupakan langkah awal sebagai penjas dari derajat hubungan linier antara variabel bebas dan variabel terikat.

- c) Analisis spasial dilakukan dengan perangkat lunak *Quantum GIS* 3.22 sehingga diperoleh hasil akhir berupa peta kasus sebaran Tuberkulosis. Analisis spasial digunakan digunakan untuk dapat mengetahui kecenderungan sebaran jumlah kasus Tuberkulosis kepadatan penduduk, wilayah kumuh, jumlah fasilitas kesehatan, dan jumlah keluarga miskin berdasarkan wilayah kecamatan. Data jumlah kasus TB per kecamatan didapatkan dari berdasarkan dari daftar pasien kasus TB pada daftar dari Dinkes Kota Makassar dengan terlebih dahulu membagi kasus TB per kecamatan, sebelum dianalisis dengan menggunakan *QuantumGIS* 3.34 untuk memetakan dan menampilkan informasi wilayah/keruangan berdasarkan data yang telah didapatkan dari berbagai instansi.
- d) Analisis spasial temporal dilakukan dengan perangkat lunak *Quantum GIS* sama dengan langkah analisis spasial sebelumnya, kemudian ditambahkan dengan menggabungkan berdasarkan periode waktu tertentu seperti per tahun dengan tujuan membandingkan jumlah sebaran kasus Tuberkulosis pada tahun 2021-2023.
- e) Analisis autokorelasi untuk mengukur keterkaitan atau pola spasial dan temporal dari kejadian suatu penyakit di suatu wilayah atau periode waktu tertentu. Analisis ini memakai variabel kasus TB antar wilayah kecamatan dan hasilnya untuk mengetahui pola penyebaran/pengelompokkan kasus TB antar wilayah kecamatan. Nilai yang dipakai adalah Indeks Morran. Penggunaan Indeks

Moran dalam penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan menganalisis pola spasial dari variabel yang diteliti, guna mengetahui apakah terdapat autokorelasi spasial positif, negatif, atau tidak ada pola spasial sama sekali. Nilai Indeks Moran digunakan untuk menentukan sejauh mana nilai dari suatu variabel di suatu lokasi dipengaruhi oleh nilai dari lokasi sekitarnya. Hal ini penting untuk mendeteksi konsentrasi spasial (*spatial clustering*) dari suatu fenomena seperti kasus penyakit, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan berbasis wilayah. Berikut kategori nilai Indeks Moran:

> 0 : Indikasi *cluster* positif (kasus cenderung berkumpul dalam suatu wilayah) (*High-High*).

0 : Distribusi acak (*High-Low* dan *Low-High*)

< 0 : Indikasi pola terdispersi atau saling menjauh (*Low-Low*)

2.5 Penyajian Data

Data yang telah melalui proses pengolahan dan analisis disusun dalam bentuk tabel, diagram, maupun peta. Setiap bentuk penyajian tersebut dilengkapi dengan penjelasan naratif yang mengacu pada variabel-variabel yang diteliti dalam studi ini.