

BAB I

PENDAHULUAN

1. 1 Latar Belakang

Tuberkulosis merupakan penyakit infeksi yang masuk kelompok re-emerging (re-emerging infectious disease) yakni penyakit infeksi yang sudah pernah mengalami penurunan yang bermakna, kemudian timbul lagi dan merupakan masalah kesehatan masyarakat dan oleh WHO telah dinyatakan sebagai masalah global (Madjid et al., 2019). Masalah utama dewasa ini adalah selain semakin meningkatnya prevalensi penyakit tersebut terutama pada negara berkembang, juga masalah timbulnya resistensi terhadap strain bakteri tuberkulosis yang menjadi perhatian utama pada berbagai negara berkembang (Anccunk et al., 2023; Noor, 2021).

Menurut World Health Organization (Global TB Report, 2023), TBC masih menjadi masalah kesehatan di dunia hingga saat ini. TBC menjadi penyebab kematian tertinggi kedua di dunia setelah COVID-19 pada tahun 2022. Lebih dari 10 juta orang terjangkit penyakit TBC setiap tahunnya. Tanpa pengobatan, angka kematian akibat penyakit TBC tinggi (sekitar 50%). Secara global pada tahun 2022, TBC menyebabkan sekitar 1,30 juta kematian. Dengan pengobatan yang direkomendasikan WHO, 85% kasus TBC bisa disembuhkan. Beban penyakit TB sangat bervariasi antar negara (Maharja et al., 2021; Nasra et al., 2020). Jumlah orang yang baru didiagnosis sakit TBC secara global adalah 7,5 juta pada tahun 2022. Tiga puluh negara dengan beban TBC tinggi menyumbang 87% kasus TBC dunia pada tahun 2022 dan dua pertiga dari total global terjadi di delapan negara: Filipina (638/100.000 Penduduk), Indonesia (386/100.000 penduduk), Republik Demokratik Kongo (317/100.000 penduduk), Pakistan (258/100.000 penduduk), Bangladesh (221/100.000 penduduk), Nigeria (219/100.000 penduduk), dan Cina (52/100.000 penduduk) (WHO, 2022). Pada tahun 2022, 55% pasien TBC adalah laki-laki, 33% perempuan, dan 12% adalah anak-anak (usia 0–14 tahun) (Kemenkes RI, 2024a).

Estimasi insiden TBC Indonesia tahun 2021 sebesar 969.000 atau 354 per 100.000 penduduk; TB-HIV sebesar 22.000 kasus per tahun atau 8,1 per 100.000 penduduk. Kematian karena TBC diperkirakan sebesar 144.000 atau 52 per 100.000 penduduk dan kematian TBC-HIV sebesar 6.500 atau 2,4 per 100.000 penduduk. Berdasarkan insiden tuberkulosis tahun 2000-2020 terjadi penurunan insiden TBC dan angka kematian TBC meskipun tidak terlalu tajam tetapi pada tahun 2020-2021 terjadi peningkatan. Insiden TBC pada tahun 2021 terjadi peningkatan. Tahun 2020; 819.000 tahun 2021; 969.000 dan rate per 100.000

penduduk tahun 2020, 301 per 100.000 penduduk dan tahun 2021, 354 per 100.000 penduduk dan angka (Kemenkes RI, 2022).

Di Sulawesi Tengah program TBC telah dilaksanakan secara strategi DOTS sejak tahun 1995. Perluasan layanan DOTS dari Puskesmas dan fasilitas kesehatan lain seperti Rumah Sakit, Lapas/Rutan, Dokter Praktek Mandiri dilaksanakan secara bertahap. Penguatan SDM TBC seperti pelatihan, orientasi, on the job training telah dilakukan secara berkesinambungan. Telah dilakukan kerjasama lintas program seperti Kolaborasi TBC HIV, Kolaborasi TBC DM dan kegiatan penemuan kasus TBC yang terintegrasi PIS-PK. Beberapa kegiatan inovasi telah dilakukan diantaranya pembentukan KOPI TB (Koalisi Organisasi Penanggulangan TB), pembentukan PPM (Public Private Mix), pemakaian TCM (Tes Cepat Molekuler) dalam penegakan diagnosis, penemuan aktif berupa kegiatan ketuk pintu terintegrasi PIS-PK, investigasi kontak, deteksi dini ditempat-tempat berisiko (lapas/rutan, pesantren, daerah padat hunian), serta penyisiran kasus di Rumah Sakit Pemerintah dan Swasta. Berikut pencapaian program TBC di Sulawesi Tengah selama tahun 2022. Penemuan dan pengobatan kasus TBC di Sulawesi tengah tahun 2022 yaitu 47%, sangat jauh dari target yang diharapkan yaitu 85%.

Pada tahun 2021-2023 angka Insiden Rate kasus TB di Kabupaten Banggai Laut mengalami fluktuasi, dimana pada tahun 2021-2022 terjadi peningkatan insiden rate kasus TB dari 16/10.000 penduduk menjadi 19/10.000 penduduk. Kemudian pada tahun 2023 terjadi penurunan menjadi 17/10.000 penduduk serta distribusi kasus TB tidak merata di beberapa wilayah. Angka penemuan kasus pada tahun 2022 masih rendah yaitu 53% dari target program TB yaitu 85%, penyebabnya adalah Penemuan aktif (investigasi kontak, skrining di tempat berisiko) yang dilakukan belum optimal (Dinkes Sulteng, 2022)

Kabupaten Banggai Laut yang disahkan berdasarkan Undang-Undang Nomor 5 tahun 2013 tanggal 11 Januari 2013 merupakan kabupaten hasil pemekaran dari Kabupaten Banggai Kepulauan. Kabupaten Banggai Laut merupakan kabupaten bahari yang terdiri dari 7 kecamatan (4 kecamatan di daratan dan 3 kecamatan di kepulauan) mempunyai luas wilayah 12.882,45 km². Wilayah Kabupaten Banggai Laut memiliki luas laut sekitar 12.156,78 km² atau sekitar 94,37 persen dari luas keseluruhan dan luas daratan sebesar 725,67 km² atau sekitar 5,63 persen dari luas keseluruhan Kabupaten Banggai Laut. Terdapat 3 kecamatan hanya dapat diakses menggunakan transportasi laut serta banyak desa-desa yang terpencil (RPJMD Banggai Laut, 2021). Keterbatasan sumber daya Kesehatan dan akses terhadap fasilitas kesehatan mengakibatkan beberapa wilayah yang sangat membutuhkan intervensi, tidak mendapatkan perhatian yang memadai, selain itu belum tersedianya peta persebaran kasus TB Paru sehingga belum adanya

identifikasi dan intervensi yang terfokus terhadap wilayah-wilayah yang memiliki kasus tinggi. Tersedianya peta sebaran kasus TB Paru dapat membantu memahami penyebaran kasus TB Paru dan wilayah yang memiliki insiden TB Paru yang tinggi.

Menurut Hendrik L. Blum ada empat faktor utama yang mempengaruhi derajat kesehatan masyarakat, yaitu faktor lingkungan, perilaku, pelayanan kesehatan dan keturunan. Kesehatan manusia sangat tergantung pada interaksi antara manusia dan aktivitasnya dengan lingkungan fisik, kimia, biologi serta sosial demografi (Islam et al., 2021). Faktor yang mempengaruhi kejadian TB paru meliputi adanya sumber penular penyakit yaitu kuman *Mycobacterium tuberculosis*, faktor risiko lingkungan (kondisi geografi, demografi dan iklim), faktor risiko kependudukan (sosial ekonomi, umur, jenis kelamin dan status gizi) serta pelayanan kesehatan baik dari segi fasilitas maupun tenaga kesehatannya (Achmadi, 2008).

Penyakit TB paru cenderung lebih tinggi pada jenis kelamin laki-laki dibanding Perempuan. Berdasarkan jumlah kasus tuberkulosis secara total, kasus tuberkulosis pada laki-laki lebih banyak dibandingkan perempuan baik tahun 2021 (laki-laki 57,7%; perempuan 42,3%) maupun tahun 2022 (laki-laki 57,8%; perempuan 42,2%) (Kemenkes RI, 2022). Laki-laki lebih terpapar faktor risiko seperti merokok dan konsumsi alkohol yang tinggi, yang keduanya diketahui meningkatkan risiko perkembangan tuberkulosis paru. Selain itu, laki-laki lebih sering terpapar lingkungan kerja yang berisiko tinggi, seperti pekerjaan di pertambangan atau konstruksi yang melibatkan paparan debu, yang dapat merusak paru-paru dan meningkatkan risiko infeksi.

Permukiman dan pusat kegiatan masyarakat di Kabupaten Banggai Laut sebagian besar berada di dataran rendah, terutama di daerah pesisir dengan ketinggian antara 0 hingga 24 meter di atas permukaan laut. Ketinggian permukaan tanah, seringkali menentukan komponen lingkungan atau ekosistem di atas permukaannya. Misalnya perihail kerapatan oksigen di daerah ketinggian ribuan meter di atas permukaan laut akan memiliki kerapatan oksigen yang lebih rendah dibanding daerah rendah. Oleh sebab itu secara teoritis, *Mycobacterium tuberculosis* atau mikroba penyebab penyakit TB paru tidak tahan hidup lama di lingkungan pegunungan, dan ketinggian juga mempengaruhi kelembaban dan suhu lingkungan (Achmadi, 2008). Selain itu berdasarkan hasil penelitian Dwi Hartanto et al., (2019) tentang persebaran kasus TB di kota Semarang menunjukkan bahwa, kasus TB mayoritas ditemukan pada ketinggian wilayah yang rendah hingga sedang. Penelitian yang dilakukan Sun et al., (2015) di Tiongkok menunjukkan bahwa ketinggian wilayah dapat mempengaruhi prevalensi TB sebesar 59,5%. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Tanrikulu et al., (2008) di Turki menunjukkan bahwa ketinggian wilayah berkontribusi

terhadap kejadian tuberkulosis, dimana wilayah dataran rendah lebih berisiko 3,28 kali lebih besar untuk memiliki jumlah kasus tuberkulosis yang tinggi dan wilayah dengan kepadatan penduduk lebih dari 80 jiwa/km² berisiko 4,18 lebih besar untuk memiliki jumlah kasus tuberkulosis tinggi. Ketinggian wilayah akan mempengaruhi suhu, udara, dan kelembaban di dalam rumah sehingga mampu mempengaruhi kehidupan dari *Mycobacterium tuberculosis*.

Rumah sehat dan kejadian Tuberkulosis Paru sangat erat kaitannya dengan berbagai indikator kualitas lingkungan seperti air, udara, tanah, pangan, sarana dan bangunan, serta vektor dan binatang pembawa penyakit. Pertama, kualitas air yang buruk, terutama air yang terkontaminasi, dapat menjadi media penyebaran berbagai penyakit termasuk TB. Oleh karena itu, akses terhadap air bersih sangat penting dalam menjaga kesehatan dan mencegah penyebaran TB. Kualitas udara juga memegang peran penting dalam rumah sehat dan pencegahan TB. Udara yang bersih dan ventilasi yang baik dapat mengurangi risiko penularan TB, karena bakteri penyebab TB (*Mycobacterium tuberculosis*) menyebar melalui udara. Lingkungan rumah yang lembap, pengap, dan minim ventilasi dapat meningkatkan konsentrasi bakteri di udara, sehingga meningkatkan risiko penularan. Oleh karena itu, rumah yang sehat harus memiliki sirkulasi udara yang baik, dengan ventilasi yang memadai dan pencahayaan yang cukup untuk memastikan udara dalam rumah tetap bersih dan segar hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hasnanisa et al., (2023) di kabupaten Banyumas tahun 2019 bahwa terdapat hubungan antara jumlah rumah sehat dengan kejadian Tuberkulosis, semakin tinggi jumlah rumah sehat maka kasus TB semakin rendah.

Persebaran penduduk di wilayah Kabupaten Banggai Laut tidak merata pada semua wilayah di 7 kecamatan. Tingkat kepadatan penduduk Kabupaten Banggai meningkat setiap tahunnya, dimana hingga tahun 2023 kepadatan penduduk Kabupaten Banggai Laut sebesar 100,73 orang per km². Kepadatan penduduk tertinggi berada di Kecamatan Banggai, yaitu 269,48 orang per km² dengan luas wilayah hanya sebesar 86,95 km². Kepadatan penduduk terendah terjadi di Kecamatan Bokan Kepulauan, yaitu 53,75 orang per km² dengan luas wilayah sebesar 229,08 km² (Badan Pusat Statistik, 2024). Kepadatan penduduk merupakan faktor sosial yang penting dalam penyebaran penyakit menular seperti TB. Kepadatan penduduk menjadi hal yang penting untuk dikendalikan dalam rangka pengendalian penyakit tuberkulosis (Dye C & Williams B.G, 2010). Daerah dengan kepadatan penduduk yang lebih tinggi cenderung memiliki insidensi TB yang lebih tinggi. Berdasarkan hasil penelitian Lestari et al., n.d.,(2022) bahwa ada hubungan yang signifikan antara kepadatan penduduk dengan jumlah kasus Tuberkulosis di Provinsi Jawa Barat pada tahun 2019-2021. Hal ini

menunjukkan bahwa persebaran jumlah kasus TB Paru tergantung pada kepadatan penduduk. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Wei et al., (2023) menunjukkan bahwa kepadatan penduduk berkontribusi besar terhadap sebaran spasial tuberkulosis paru, daerah berisiko tinggi sebagian besar tersebar di Tiongkok bagian barat dan Tiongkok tengah-selatan, dan beberapa provinsi di Tiongkok bagian timur menunjukkan potensi tren peningkatan, termasuk provinsi Beijing, Shanghai, Liaoning, dan Guangdong.

Ketenagaan dalam program penanggulangan TB paru yang ada pada unit pelayanan kesehatan yaitu petugas kesehatan terlatih terdiri dari : 1) Dokter/dokter spesialis penyakit dalam/dokter spesialis paru; 2) Perawat; 3) Tenaga kefarmasian; 4) Tenaga kesehatan masyarakat; 5) Ahli Teknologi Laboratorium Medik (ATLM); 6) Radiografer (Kemenkes RI, 2024b). Berdasarkan laporan Bidang P2 Dinas Kesehatan Pengendalian Penduduk dan KB jumlah tenaga kesehatan yang terlatih pada program pencegahan dan penanggulangan penyakit Tuberkulosis di Kabupaten Banggai Laut tahun 2021 masih kurang yaitu 15 orang atau (27,27%). Faktor yang menyebabkan kurang tersedianya tenaga kesehatan adalah beberapa tenaga kesehatan masih bersatus pegawai kontrak, pergantian pengelola program, wilayah kerja fasyankes berada di wilayah kepulauan dan tidak adanya pemerataan tenaga Kesehatan. Penelitian yang dilakukan Achmad, (2010) menunjukkan bahwa, petugas kesehatan terlatih secara umum berpengaruh terhadap jumlah kasus TB paru BTA positif di Kota Administrasi Jakarta Selatan, yaitu semakin banyak jumlah petugas kesehatan yang terlatih maka jumlah kasus TB semakin menurun. Petugas kesehatan yang terlatih dapat memberikan edukasi yang baik kepada pasien tentang pentingnya kepatuhan terhadap pengobatan, cara mencegah penularan TB Paru, dan pentingnya pemeriksaan lanjutan, memberikan dukungan psikososial kepada pasien TB Paru serta memahami pentingnya praktik pengendalian infeksi di fasilitas kesehatan untuk mencegah penyebaran TB Paru, terutama TB Paru yang resistan terhadap obat.

Berdasarkan Surat Edaran Kementerian Kesehatan Nomor HK.02.02/III.1/936/2021 tentang perubahan alur diagnosis dan pengobatan Tuberkulosis di Indonesia bahwa Tes Cepat Molekular (TCM) adalah alat diagnosis utama yang digunakan untuk penegakan diagnosis tuberkulosis. Jika fasilitas pelayanan Kesehatan mengalami kendala dalam mengakses layanan TCM berupa kesulitan transportasi, jarak dan kendala geografis maka penegakan diagnosis dapat dilakukan dengan pemeriksaan mikroskopis. Di Kabupaten Banggai Laut terdapat 1 fasyankes yang dapat melakukan pemeriksaan TCM, dan 1 fasyankes melakukan pemeriksaan mikroskopis dikarenakan kendala letak geografis. Fasilitas kesehatan yang menunjang dalam penanggulangan TB paru perlu dilengkapi dengan laboratorium yang dapat memeriksa

bakteri tahan asam sehingga diagnosis dapat ditetapkan dengan cepat dan cermat. Laboratorium tuberkulosis merupakan bagian dari pelayanan laboratorium kesehatan yang mempunyai peranan penting dalam penanggulangan TB paru berkaitan dengan kegiatan deteksi pasien TB paru, pemantauan keberhasilan pengobatan serta menetapkan hasil akhir pengobatan (Achmad, 2010). Penelitian yang dilakukan oleh Hasibuan et al., (2022) secara spasial keberadaan fasilitas kesehatan berpengaruh terhadap kasus TB yang berarti bahwa semakin kecil jumlah fasilitas kesehatan maka dapat meningkatkan kasus TB atau dapat diartikan dengan adanya fasilitas kesehatan yang memadai secara jumlah maupun kualitas akan mengurangi jumlah kasus TB di Kabupaten Tanah Bumbu.

Kondisi geografis Kabupaten Banggai Laut tentunya memberikan tantangan tersendiri terhadap akses masyarakat pada pelayanan Kesehatan, karena letak pulau-pulau yang tersebar dan jauh dari daratan. Hal ini berdampak pada terbatasnya layanan kesehatan, terutama dalam situasi darurat. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Asemahagn et al., (2021) di zona Gajjam Timur Ethiopia Barat Laut menunjukkan bahwa jarak ke fasilitas Kesehatan yang jauh menjadi faktor penyebab kejadian TB Paru. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Rohman & Probandari, (2017) menunjukkan bahwa jarak ke sarana pelayanan kesehatan memiliki hubungan dengan kejadian TB paru, semakin jauh jarak dari fasilitas pelayanan kesehatan maka kasus TB Paru semakin meningkat.

Penggunaan SIG di bidang kesehatan lingkungan menjadi alat bantu yang diperlukan untuk mengolah, menganalisis data dan pola sebaran penyakit berbasis lingkungan (MacNaughton et al., 2018; Anguelovski et al., 2018). Kemampuan untuk mengolah informasi penyakit yang spesifik dan menganalisis antara penyakit dengan pemukiman penduduk, pelayanan kesehatan dan lingkungan, membuat SIG sangat cocok untuk menganalisis data epidemiologi. Hal ini dapat mempermudah pembuat kebijakan memvisualisasikan masalah kesehatan yang ada.

Dengan demikian, analisis spasial TB Paru bukan hanya membantu dalam pemahaman distribusi penyakit, mengidentifikasi wilayah-wilayah dengan insiden TB tinggi, tetapi juga menjadi dasar yang kuat untuk perencanaan dan implementasi intervensi kesehatan yang lebih efektif. Berdasarkan permasalahan di atas, menjadi landasan bagi penulis untuk melakukan penelitian terkait dengan Analisis Spasial Persebaran Kasus Tuberkulosis Paru tahun 2021-2023 di Kabupaten Banggai Laut, Provinsi Sulawesi Tengah.

1. 2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

- a. Bagaimana sebaran kasus TB Paru berdasarkan karakteristik orang, waktu dan tempat di Kabupaten Banggai Laut Tahun 2021-2023
- b. Bagaimana gambaran analisis kepadatan penduduk, ketinggian wilayah, rumah sehat, petugas kesehatan, fasilitas pelayanan kesehatan dan jarak dengan fasilitas kesehatan terhadap persebaran kasus TB Paru di Kabupaten Banggai Laut Tahun 2021-2023
- c. Bagaimana korelasi antara jenis kelamin, kepadatan penduduk, ketinggian wilayah, rumah sehat, petugas Kesehatan, fasilitas pelayanan kesehatan dan jarak dengan fasilitas kesehatan terhadap persebaran TB Paru di Kabupaten Banggai Laut Tahun 2021-2023

1. 3 Tujuan Penelitian

1. 3. 1 Tujuan Umum

Untuk menganalisis secara spasial persebaran kasus TB Paru di Kabupaten Banggai Laut Tahun 2021-2023.

1. 3. 2 Tujuan Khusus

- a. Untuk menganalisis sebaran kasus TB Paru berdasarkan karakteristik orang, waktu dan tempat di Kabupaten Banggai Laut Tahun 2021-2023.
- b. Untuk menganalisis distribusi kasus TB Paru berdasarkan kepadatan penduduk, ketinggian wilayah, rumah sehat, petugas Kesehatan dan fasilitas pelayanan Kesehatan di Kabupaten Banggai Laut Tahun 2021-2023.
- c. Untuk menganalisis korelasi antara jenis kelamin dengan persebaran kasus TB Paru di Kabupaten Banggai Laut Tahun 2021-2023.
- d. Untuk menganalisis korelasi antara kepadatan penduduk dengan persebaran kasus TB Paru di Kabupaten Banggai Laut Tahun 2021-2023.
- e. Untuk menganalisis korelasi antara ketinggian wilayah dengan persebaran kasus TB Paru di Kabupaten Banggai Laut Tahun 2021-2023.
- f. Untuk menganalisis korelasi antara rumah sehat dengan persebaran kasus TB Paru di Kabupaten Banggai Laut Tahun 2021-2023.
- g. Untuk menganalisis korelasi antara petugas kesehatan dengan persebaran kasus TB Paru di Kabupaten Banggai Laut Tahun 2021-2023.
- h. Untuk menganalisis korelasi antara fasilitas pelayanan kesehatan dengan persebaran kasus TB Paru di Kabupaten Banggai Laut Tahun 2021-2023.

- i. Untuk menganalisis korelasi antara jarak dengan fasilitas kesehatan terhadap persebaran kasus TB Paru di Kabupaten Banggai Laut Tahun 2021-2023.

1. 4 Manfaat Penelitian

1. 4. 1 Manfaat Bagi Instansi

Sebagai bahan masukan bagi instansi kesehatan untuk digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam mengambil dan memutuskan kebijakan-kebijakan dalam perencanaan, pelaksanaan serta evaluasi program dan juga kewaspadaan dini penyakit TB Paru dengan adanya analisis spasial di Kabupaten Banggai Laut Provinsi Sulawesi Tengah

1. 4. 2 Manfaat Ilmiah

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi latar belakang atau dasar untuk pengembangan penelitian lebih lanjut mengenai analisis spasial persebaran kasus Tuberkulosis Paru ataupun penyakit lainnya di Kabupaten Banggai Laut Provinsi Sulawesi Tengah

1. 4. 3 Manfaat Bagi Praktisi

Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sarana untuk meningkatkan pengetahuan dan wawasan peneliti mengenai Tuberkulosis Paru dan sebagai kesempatan bagi peneliti untuk menerapkan ilmu yang diperoleh selama pendidikan di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin

1. 4. 4 Manfaat Bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang kasus TB Paru secara spasial dan meningkatkan upaya pencegahan TB Paru yang dilakukan oleh masyarakat terutama pada wilayah yang berpotensi terhadap penularan TB Paru.

1. 5 Tinjauan Umum

1. 5. 1 Tinjauan Umum Tentang Tuberkulosis

A. Definisi Tuberkulosis

Tuberkulosis (TB) merupakan penyakit infeksi menular yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis* yang dapat menyebar melalui udara. Penyakit ini paling sering menyerang paru-paru walaupun pada sejumlah kasus tertentu menyerang organ tubuh lain dan ditularkan dari orang ke orang (Noor, 2021).

Bakteri ini berbentuk batang dan bersifat tahan asam sehingga sering dikenal dengan Basil Tahan Asam (BTA). Sebagian besar kuman TB sering ditemukan menginfeksi parenkim paru dan menyebabkan TB Paru, namun bakteri ini juga memiliki kemampuan menginfeksi organ tubuh lainnya (TB ekstra paru) seperti pleura, kelenjar limfe, tulang, dan organ ekstra paru lainnya. (Kemenkes RI, 2020).

B. Etiologi Tuberkulosis

Penyakit tuberkulosis disebabkan oleh bakteri *M. tuberculosis* yang termasuk famili *Mycobacteriaceae* yang berbahaya bagi manusia. bakteri ini mempunyai dinding sel lipoid yang tahan asam, memerlukan waktu mitosis selama 12-24 jam, rentan terhadap sinar matahari dan sinar ultraviolet sehingga akan mengalami kematian dalam waktu yang cepat saat berada di bawah matahari, rentan terhadap panas basah sehingga dalam waktu 2 menit akan mengalami kematian ketika berada di lingkungan air yang bersuhu 1000 °C, serta akan mati jika terkena alkohol 70% atau lisol 50%. Dalam jaringan tubuh, bakteri ini dapat mengalami dorman selama beberapa tahun sehingga bakteri ini dapat aktif kembali menyebabkan penyakit bagi penderita. Mikroorganisme ini memiliki sifat aerobik yang membutuhkan oksigen dalam melakukan metabolisme. Sifat ini menunjukkan bahwa bakteri ini lebih menyukai jaringan kaya oksigen, tekanan bagian apikal paru paru lebih tinggi daripada jaringan lainnya sehingga bagian tersebut menjadi tempat yang baik untuk mendukung pertumbuhan bakteri *M. tuberculosis* (Mar'iyah & Zulkarnain, 2021).

Terdapat 5 bakteri yang berkaitan erat dengan infeksi TB: *Mycobacterium tuberculosis*, *Mycobacterium bovis*, *Mycobacterium africanum*, *Mycobacterium microti* and *Mycobacterium canettii*. *M.tuberculosis* (MTB), hingga saat ini merupakan bakteri yang paling sering ditemukan, dan menular antar manusia melalui rute udara. Tidak ditemukan hewan yang berperan sebagai agen penularan M.TB. Namun, *M. bovis* dapat

bertahan dalam susu sapi yang terinfeksi dan melakukan penetrasi ke mukosa saluran cerna serta menginvasi jaringan limfe orofaring saat seseorang mengonsumsi susu dari sapi yang terinfeksi tersebut. Angka kejadian infeksi *M.bovis* pada manusia sudah mengalami penurunan signifikan di negara berkembang, hal ini dikarenakan proses pasteurisasi susu dan telah diberlakukannya strategi kontrol tuberkulosis yang efektif pada ternak. Infeksi terhadap organisme lain relatif jarang ditemukan. Tuberkulosis biasanya menular dari manusia ke manusia lain lewat udara melalui percik renik atau droplet nucleus (<5 microns) yang keluar ketika seorang yang terinfeksi TB Paru atau TB laring batuk, bersin, atau bicara. Percik renik juga dapat dikeluarkan saat pasien TB Paru melalui prosedur pemeriksaan yang menghasilkan produk aerosol seperti saat dilakukannya induksi sputum, bronkoskopi dan juga saat dilakukannya manipulasi terhadap lesi atau pengolahan jaringan di laboratorium. Percik renik, yang merupakan partikel dapat menampung 1-5 basilli, dan bersifat sangat infeksius, dan dapat bertahan di dalam udara sampai 4 jam. Karena ukurannya yang sangat kecil, percik renik ini memiliki kemampuan mencapai ruang alveolar dalam paru, dimana bakteri kemudian melakukan replikasi (Kemenkes RI, 2020).

C. Faktor Risiko Tuberkulosis

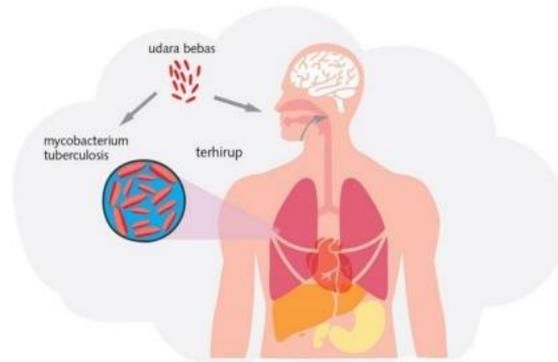
Terdapat beberapa kelompok orang yang memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami penyakit TB, kelompok tersebut adalah (Kemenkes RI, 2020):

1. Orang dengan HIV positif dan penyakit imunokompromais lain.
2. Orang yang mengonsumsi obat immunosupresan dalam jangka waktu panjang.
3. Perokok
4. Konsumsi alkohol tinggi
5. Anak usia < 5 tahun dan lansia
6. Memiliki kontak erat dengan orang dengan penyakit TB aktif yang infeksius.
7. Berada di tempat dengan risiko tinggi terinfeksi tuberkulosis (contoh: lembaga permasyarakatan, fasilitas perawatan jangka panjang)
8. Petugas kesehatan

D. Patogenesis Tuberkulosis

Tuberkulosis merupakan penyakit menular melalui udara (airborne disease). Penularannya melalui partikel yang terbawa oleh udara yang disebut dengan droplet nuclei, yang berukuran 1-5 μm . Droplet nuclei bisa bertahan di udara sampai beberapa jam tergantung kondisi lingkungan. Droplet nuclei bersifat aerodinamis yang kemungkinan bisa masuk ke saluran napas melalui inspirasi sampai mencapai bronkiolus respiratorius dan alveolus. Jika inhalasi droplet nuclei yang terhirup berjumlah sedikit, kuman Tuberkulosis (*Mycobacterium Tuberculosis*) yang terdepositasi pada saluran napas akan secepatnya difagosit dan dicerna oleh sistem imun nonspesifik yang diperankan oleh makrofag. Tetapi bila jumlah *Mycobacterium Tuberculosis* yang terdepositasi melebihi kemampuan makrofag untuk memfagosit dan mencerna, *Mycobacterium Tuberculosis* bisa bertahan dan berkembang biak secara intraseluler di dalam makrofag sampai mengakibatkan pneumonia Tuberkulosis yang terlokalisasi. Kuman TB yang berkembang biak di dalam makrofag ini akan keluar saat makrofag mati. Sistem imun akan merespon dan akan terbentuk barrier atau pembatas pada sekitar area yang terinfeksi dan membentuk granuloma. Bila respon imun tidak bisa mengontrol infeksi ini, maka barrier ini bisa ditembus oleh kuman TB (*Mycobacterium Tuberculosis*). *Mycobacterium Tuberculosis* juga dapat masuk ke bagian tubuh lain seperti ginjal, tulang, dan korteks serebri dan area lain dari paru-paru (lobus atas) melalui sistem limfa dan cairan tubuh. Sistem imun dan sistem kekebalan tubuh akan merespon dengan cara melakukan reaksi inflamasi (Kenedyanti & Sulistyorini, 2017).

Mycobacterium Tuberculosis, yang dibantu oleh sistem limfatik dan pembuluh darah, bisa tersebar ke jaringan dan organ lain misalnya kelenjar limfatik, apeks paru, ginjal, otak, dan tulang (PDPI, 2021).



Gambar 1. 1 Patogenesis TB

Kuman TB (*Mycobacterium Tuberculosis*) yang masuk dari saluran napas akan bersarang pada jaringan paru sehingga akan terbentuk suatu sarang pneumonia, yang disebut fokus primer. Fokus primer bisa muncul di paru bagian mana saja. Fokus primer akan terjadi peradangan saluran getah bening menuju hilus (limfangitis lokal) dan diikuti pembesaran kelenjar getah bening di hilus (limfadenitis regional). Fokus primer dan limfangitis regional dikenal sebagai kompleks primer. Kompleks primer ini akan mengalami salah satu kejadian seperti berikut:

- a. Sembuh dengan tidak meninggalkan cacat sama sekali (*restitution ad integrum*)
- b. Sembuh dan meninggalkan sedikit bekas (sarang ghon, garis fibrotic, sarang perkapuran di hilus)
- c. Menyebar dengan cara:
 - 1) Perkontinuitatum, menyebar dengan cara ke sekitarnya. Contohnya adalah epiTuberkulosis, yaitu suatu kejadian penekanan bronkus, biasanya bronkus lobus medius oleh kelenjar hilus yang membesar sehingga menyebabkan obstruksi di saluran napas tersebut berdampak atelektasis. *Mycobacterium Tuberculosis* akan menjalar sepanjang bronkus yang tersumbat ini ke lobus yang atelektasis dan menimbulkan peradangan pada lobus yang atelektasis, dan dikenal epiTuberkulosis.
 - 2) Penyebaran secara bronkogen (baik di paru bersangkutan maupun ke paru sebelahnya atau tertelan.
 - 3) Penyebaran dengan cara limfogen ke kelenjar limfa sekitar dan bisa menimbulkan limfadenitis TB. Sistem limfatik paru memberi jalur penularan *Mycobacterium*

Tuberculosis secara langsung dari fokus infeksi awal di paru kelenjar limfa sekitarnya dan respon imun selanjutnya terbentuk. Dan terjadi inflamasi progresif pada pembuluh limfa sebagai proses infeksi primer. Kuman TB akan menyebar pada saluran pembuluh limfa di awal infeksi. Penyebaran pada penjamu yang memiliki defek imun baik lesi pada paru maupun kelenjar limfa bisa bersifat progresif. Penyebaran infeksi ke ekstra paru biasanya berawal dari penyebaran ke kelenjar limfa. Penyebaran dari sistem limfatik bisa berlanjut ke penyebaran hematogen melalui ductus torasikus.

- 4) Penyebaran secara hematogen ini berkaitan dengan daya tahan tubuh, jumlah dan virulensi kuman. Sarang yang ditimbulkan dapat sembuh spontan, namun jika tidak terdapat imunitas yang adekuat, penyebaran ini bisa membuat keadaan cukup gawat contohnya TB Milier, Meningitis TB, dan Typhobacillosis Landouzy. Penyebaran ini juga bisa menyebabkan TB di bagian tubuh lainnya, seperti tulang, ginjal, anak ginjal, genitalia dan lainnya (Kemenkes RI, 2020)

D. Gejala Klinis Tuberkulosis

Gejala penyakit TB tergantung pada lokasi lesi, sehingga dapat menunjukkan manifestasi klinis sebagai berikut:

- a. Batuk \geq 2 minggu
- b. Batuk berdahak
- c. Batuk berdahak dapat bercampur darah
- d. Dapat disertai nyeri dada
- e. Sesak napas

Dengan gejala lain meliputi :

- a. Malaise
- b. Penurunan berat badan
- c. Menurunnya nafsu makan
- d. Menggigil
- e. Demam
- f. Berkeringat di malam hari

E. Diagnosis Tuberkulosis

Semua pasien terduga TB harus menjalani pemeriksaan bakteriologis untuk mengkonfirmasi penyakit TB. Pemeriksaan bakteriologis merujuk pada pemeriksaan apusan dari sediaan biologis (dahak atau spesimen lain), pemeriksaan biakan dan identifikasi *M. tuberculosis* atau metode diagnostik cepat yang telah mendapat rekomendasi WHO. Pada wilayah dengan laboratorium yang terpantau mutunya melalui sistem pemantauan mutu eksternal,

kasus TB Paru BTA positif ditegakkan berdasarkan hasil pemeriksaan BTA positif, minimal dari satu spesimen. Pada daerah dengan laboratorium yang tidak terpantau mutunya, maka definisi kasus TB BTA positif bila paling sedikit terdapat dua spesimen dengan BTA positif. WHO merekomendasikan pemeriksaan biakan dan uji kepekaan minimal terhadap rifampisin dan isoniazid pada kelompok pasien berikut:

- a. Semua pasien dengan riwayat pengobatan OAT. Hal ini dikarenakan TB resistan obat banyak ditemukan terutama pada pasien yang memiliki riwayat gagal pengobatan sebelumnya
- b. Semua pasien dengan HIV yang didiagnosis TB aktif. Khususnya mereka yang tinggal di daerah dengan prevalensi TB resistan obat yang tinggi.
- c. Pasien dengan TB aktif yang terpajan dengan pasien TB resistan obat.
- d. Semua pasien baru di daerah dengan kasus TB resistan obat primer >3%.
- e. Pasien baru atau riwayat OAT dengan sputum BTA tetap positif pada akhir fase intensif. Sebaiknya dilakukan pemeriksaan sputum BTA pada bulan berikutnya.

Pemeriksaan biakan dan uji kepekaan dapat dilakukan dengan 2 metode :

- a. Metode konvensional uji kepekaan obat Pemeriksaan biakan M.TB dapat dilakukan menggunakan 2 macam medium padat (Lowenstein Jensen /LJ atau Ogawa) dan media cair MGIT (Mycobacterium growth indicator tube). Biakan M.TB pada media cair memerlukan waktu yang singkat minimal 2 minggu, lebih cepat dibandingkan biakan pada medium padat yang memerlukan waktu 28-42 hari.
- b. Metode cepat uji kepekaan obat (uji diagnostik molekular cepat) Pemeriksaan molekular untuk mendeteksi DNA M.TB saat ini merupakan metode pemeriksaan tercepat yang sudah dapat dilakukan di Indonesia. Metode molekular dapat mendeteksi M.TB dan membedakannya dengan Non-Tuberculous Mycobacteria (NTM). Selain itu metode molekular dapat mendeteksi mutasi pada gen yang berperan dalam mekanisme kerja obat antituberkulosis lini 1 dan lini 2. WHO merekomendasikan penggunaan Xpert MTB/RIF untuk deteksi resistan rifampisin. Resistan obat antituberkulosis lini 2 direkomendasikan untuk menggunakan second line line probe assay (SL-LPA) yang dapat mendeteksi resistensi terhadap obat antituberkulosis injeksi dan obat antituberkulosis golongan fluorokuinolon. Pemeriksaan molekular untuk mendeteksi gen pengkode resistensi OAT lainnya saat ini dapat dilakukan

dengan metode sekuensing, yang tidak dapat diterapkan secara rutin karena memerlukan peralatan mahal dan keahlian khusus dalam menganalisisnya. WHO telah merekomendasi pemeriksaan molekuler line probe assay (LPA) dan TCM, langsung pada spesimen sputum.

Pemeriksaan dengan TCM dapat mendeteksi *M. tuberculosis* dan gen pengkode resisten rifampisin (*rpoB*) pada sputum kurang lebih dalam waktu 2 (dua) jam. Konfirmasi hasil uji kepekaan OAT menggunakan metode konvensional masih digunakan sebagai baku emas (*gold standard*). Penggunaan TCM tidak dapat menyingkirkan metode biakan dan uji kepekaan konvensional yang diperlukan untuk menegakkan diagnosis definitif TB, terutama pada pasien dengan pemeriksaan mikroskopis apusan BTA negatif, dan uji kepekaan OAT untuk mengetahui resistensi OAT selain rifampisin. Pada kondisi tidak berhasil mendapatkan sputum secara ekspektorasi spontan maka dapat dilakukan tindakan induksi sputum atau prosedur invasif seperti bronkoskopi atau torakoskopi. Pemeriksaan tambahan pada semua pasien TB yang terkonfirmasi bakteriologis maupun terdiagnosis klinis adalah pemeriksaan HIV dan gula darah. Pemeriksaan lain dilakukan sesuai indikasi misalnya fungsi hati, fungsi ginjal, dan lain-lain (Kemenkes RI, 2020)

F. Pengobatan Tuberkulosis Paru

a. Tujuan pengobatan TB adalah :

- 1) Menyembuhkan, mempertahankan kualitas hidup dan produktivitas pasien
- 2) Mencegah kematian akibat TB aktif atau efek lanjutan
- 3) Mencegah kekambuhan TB
- 4) Mengurangi penularan TB kepada orang lain
- 5) Mencegah perkembangan dan penularan resisten obat

b. Prinsip Pengobatan TB

Obat anti-tuberkulosis (OAT) adalah komponen terpenting dalam pengobatan TB. Pengobatan TB merupakan salah satu upaya paling efisien untuk mencegah penyebaran lebih lanjut dari bakteri penyebab TB.

Pengobatan yang adekuat harus memenuhi prinsip:

- 1) Pengobatan diberikan dalam bentuk paduan OAT yang tepat mengandung minimal 4 macam obat untuk mencegah terjadinya resistensi
- 2) Diberikan dalam dosis yang tepat
- 3) Ditelan secara teratur dan diawasi secara langsung oleh PMO (pengawas menelan obat) sampai selesai masa pengobatan.

- 4) Pengobatan diberikan dalam jangka waktu yang cukup terbagi dalam tahap awal serta tahap lanjutan untuk mencegah kekambuhan.
- c. Tahapan pengobatan TB terdiri dari 2 tahap, yaitu :
- 1) Tahap awal Pengobatan diberikan setiap hari. Paduan pengobatan pada tahap ini adalah dimaksudkan untuk secara efektif menurunkan jumlah kuman yang ada dalam tubuh pasien dan meminimalisir pengaruh dari sebagian kecil kuman yang mungkin sudah resistan sejak sebelum pasien mendapatkan pengobatan. Pengobatan tahap awal pada semua pasien baru, harus diberikan selama 2 bulan. Pada umumnya dengan pengobatan secara teratur dan tanpa adanya penyulit, daya penularan sudah sangat menurun setelah pengobatan selama 2 minggu pertama.
 - 2) Tahap lanjutan Pengobatan tahap lanjutan bertujuan membunuh sisa-sisa kuman yang masih ada dalam tubuh, khususnya kuman persisten sehingga pasien dapat sembuh dan mencegah terjadinya kekambuhan. Durasi tahap lanjutan selama 4 bulan. Pada fase lanjutan seharusnya obat diberikan setiap hari.

Tabel 1. 1 Dosis rekomendasi OAT Lini Pertama untuk Dewasa

	dosis rekomendasi harian		3 kali per minggu	
	dosis (mg/kgBB)	maksimum (mg)	dosis (mg/kgBB)	maksimum (mg)
Isoniazid	5 (4-6)	300	10 (8-12)	900
Rifampisin	10 (8-12)	600	10 (8-12)	600
Pirazinamid	25 (20-30)	-	35 (30-40)	-
Etambutol	15 (15-20)	-	30 (25-35)	-
Streptomisin*	15 (12-18)	-	15 (12-18)	-

*) Pasien berusia diatas 60 tahun tidak dapat mentoleransi lebih dari 500-700 mg perhari, beberapa pedoman merekomendasikan dosis 10 mg/kg BB pada pasien kelompok usia ini. Pasien dengan berat badan di bawah 50 kg tidak dapat mentoleransi dosis lebih dari 500-750 mg perhari.

- d. Paduan obat standar untuk pasien dengan kasus baru
- Pasien dengan kasus baru diasumsikan peka terhadap OAT kecuali:
- 1) Pasien tinggal di daerah dengan prevalensi tinggi resisten isoniazid atau
 - 2) Terdapat riwayat kontak dengan pasien TB resistan obat. Pasien kasus baru seperti ini cenderung memiliki pola resistensi obat yang sama dengan kasus sumber. Pada kasus

ini sebaiknya dilakukan uji kepekaan obat sejak awal pengobatan dan sementara menunggu hasil uji kepekaan obat maka paduan obat yang berdasarkan uji kepekaan obat kasus sumber sebaiknya dimulai.

1. 5. 2 Tinjauan Umum Tentang Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kejadian Tuberkulosis

A. Jenis Kelamin

Pada berbagai peristiwa penyakit tertentu, rasio jenis kelamin harus selalu diperhitungkan, karena bila suatu penyakit lebih tinggi frekuensinya pada laki-laki dibanding wanita, tidak selalu berarti bahwa laki-laki mempunyai risiko lebih tinggi, karena hal ini juga dipengaruhi oleh rasio jenis kelamin pada populasi tersebut. Selain itu harus pula diperhitungkan adanya perbedaan ekspresi maupun keluhan penyakit-penyakit tertentu oleh perbedaan jenis kelamin. Pada umumnya keluhan beberapa penyakit tertentu lebih terbuka pada laki-laki dari pada wanita. Perbedaan frekuensi kejadian penyakit menurut jenis kelamin dapat pula disebabkan karena pengaruh jenis kelamin terhadap penggunaan sarana kesehatan yang tersedia. Pelayanan kesehatan primer lebih banyak dikunjungi oleh wanita dan anak-anak dibandingkan laki-laki, sehingga kemungkinan angka penyakit yang tercatat dapat berbeda menurut jenis kelamin. Di samping berbagai hal tersebut di atas, harus diperhitungkan pula bahwa sifat karakteristik jenis kelamin mempunyai hubungan tersendiri yang cukup erat dengan sifat keterpaparan serta tingkat kerentanan terhadap penyakit tertentu. Hal ini menyebabkan adanya beberapa penyakit yang ternyata sangat erat hubungannya dengan jenis kelamin karena berbagai sifat tertentu (Noor & Arsin, 2022).

Penyakit tuberkulosis paru cenderung lebih tinggi pada laki-laki dibandingkan perempuan. Laki-laki mempunyai beban kerja yang berat serta gaya hidup yang tidak sehat seperti merokok dan alkohol. Perempuan lebih memperhatikan kesehatannya dibanding laki-laki, oleh karena itu perempuan lebih jarang terserang penyakit TB Paru. Perempuan lebih banyak melaporkan gejala penyakitnya dan berkonsultasi dengan dokter karena perempuan cenderung memiliki perilaku yang lebih tekun daripada laki-laki (Dewanty et al., 2016).

B. Kepadatan Penduduk

Kepadatan penduduk adalah perbandingan antara jumlah penduduk dengan luas wilayah yang dihuni (Christiani et al. 2015). Kepadatan penduduk adalah suatu keadaan yang

dikatakan semakin padat bila jumlah manusia pada suatu batas ruang tertentu semakin banyak dibandingkan dengan luas ruangnya. Kepadatan penduduk dapat dihitung dengan menggunakan rumus: Jumlah penduduk yang digunakan sebagai pembilang dapat berupa jumlah seluruh penduduk di wilayah tersebut, atau bagian-bagian penduduk tertentu seperti: penduduk daerah perdesaan atau penduduk yang bekerja di sektor pertanian, sedangkan sebagai penyebut dapat berupa luas seluruh wilayah, luas daerah pertanian, atau luas daerah perdesaan.

Kepadatan penduduk yang tinggi akan mengakibatkan munculnya permasalahan seperti munculnya kawasan kumuh, turunnya kualitas lingkungan dan kualitas hidup, sehingga akan mempercepat proses penyebarannya tuberculosis (Suryani & Ibad, 2022). Kepadatan penduduk dapat mempercepat penularan dan pemindahan penyakit dari satu orang ke orang lain, terutama pada penyakit yang dapat menular melalui udara/ droplet dalam keadaan jumlah penduduk yang padat kuman yang berada di udara dapat terhirup dengan mudah oleh banyak orang, salah satunya TB paru (Srisantyorini et al., 2017).

C. Ketinggian Wilayah

Ketinggian wilayah berpengaruh terhadap kelembaban udara, suhu udara dan kecepatan angin sehingga dapat mempengaruhi viabilitas bakteri tuberculosis oleh sebab itu *Mycobacterium tuberculosis* tidak dapat bertahan lama di lingkungan yang memiliki ketinggian tertentu dari permukaan laut (Dwi Hartanto et al., 2019). Semakin tinggi wilayah tersebut maka kelembaban dalam rumah juga akan semakin tinggi sehingga dapat menjadi media yang baik bagi pertumbuhan bakteri penyebab Tuberculosis dan penularan akan sangat mudah terjadi dengan kondisi tersebut (Muslimah, 2019).

D. Rumah Sehat

Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan ditetapkan untuk media air, udara, Tanah, Pangan, Sarana dan Bangunan, dan Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit yang berada pada Lingkungan rumah dan perumahan menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 tahun 2023 yaitu :

a. Media Air

- 1) Air untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi
Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan

Air Minum adalah air yang melalui pengolahan atau tanpa pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi adalah air yang digunakan untuk keperluan higiene perorangan dan/atau rumah tangga. Penetapan SBMKL media Air untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi diperuntukkan bagi rumah tangga yang mengakses secara mandiri atau yang memiliki sumber air sendiri untuk keperluan sehari-hari.

a) Parameter Wajib Air Minum

1. Mikrobiologi

- Escherichia coli (0 CFU/100ml)
- Total Coliform (0 CFU/100ml)

2. Fisik

- Suhu Suhu udara (± 3 °C)
- Total Dissolve Solid (<300 mg/L)
- Kekeruhan (<3 NTU)
- Warna (10 TCU)
- Bau (Tidak berbau)

3. Kimia

- pH (6.5 – 8.5)
- Nitrat (sebagai NO^3) (terlarut) (20 mg/L)
- Nitrit (sebagai NO^2) (terlarut) (3 mg/L)
- Kromium valensi 6 ($\text{Cr}6+$) (terlarut) (0,01 mg/L)
- Besi (Fe) (terlarut) (0,2 mg/L)
- Mangan (Mn) (terlarut) (0,1 mg/L)
- Aluminium (Al) (terlarut) (0,2 mg/L)

2) Persyaratan Kesehatan

Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi terdiri atas:

a) Air dalam keadaan terlindung

Air dikatakan dalam keadaan terlindung apabila:

1. Bebas dari kemungkinan kontaminasi mikrobiologi, fisik, kimia (bahan berbahaya dan beracun, dan/atau limbah B3).
2. Sumber sarana dan transportasi air terlindungi (akses layak) sampai dengan titik rumah tangga. Jika air bersumber dari sarana air perpipaan, tidak boleh ada koneksi silang dengan pipa air limbah di bawah permukaan Tanah. Sedangkan jika air bersumber dari sarana non perpipaan,

sarana terlindung dari sumber kontaminasi limbah domestik maupun industri.

3. Lokasi sarana Air Minum berada di dalam rumah atau halaman rumah.
 4. Air tersedia setiap saat.
- b) Pengolahan, pewadahan, dan penyajian harus memenuhi prinsip higiene dan sanitasi. Pengolahan, pewadahan, dan penyajian dikatakan memenuhi prinsip higiene dan sanitasi jika menggunakan wadah penampung air yang dibersihkan secara berkala; dan melakukan pengolahan air secara kimia dengan menggunakan jenis dan dosis bahan kimia yang tepat. Jika menggunakan kontainer sebagai penampung air harus dibersihkan secara berkala minimum 1 kali dalam seminggu
- b. Media Udara
- 1) Media Udara Dalam Ruang (Indoor)
 - a) Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan
 1. Parameter Fisik
 - Suhu (18-30 °C)
 - Pencahayaan (Minimal 60 lux)
 - Kelembapan (40-60 % Rh)
 - Laju Ventilasi (0,15 – 0,25 m/detik)
 - PM₁₀ 70 µg/m³
 - Kebisingan (55 dB(A))
 2. Parameter Kimia
 - 1) Sulfur dioksida (SO₂) (500 µg/m³, Spektrofotometer)
 - 2) Nitrogen dioksida (NO₂) (200 µg/m³, Spektrofotometer)
 3. Parameter Biologi
 - Angka kuman (700 CFU/m³)

Udara Dalam Ruang di Lingkungan Permukiman Permukiman dapat dikelola oleh perseorangan, badan hukum, badan usaha, atau institusi. Jenis Permukiman terdiri atas rumah dan perumahan, lembaga masyarakat, rumah tahanan negara, kawasan militer, panti, rumah singgah, dan lain-lain. SBMKL Udara Dalam Ruang di lingkungan Permukiman meliputi parameter fisik dan kimia, yaitu:

- 1) Parameter fisik terdiri atas suhu, pencahayaan, kelembaban, laju ventilasi, kebisingan, PM10, dan PM2,5; dan
- 2) Parameter kimia terdiri atas Sulfur dioksida (SO₂), Nitrogen dioksida (NO₂), dan Ozon (O₃).

c. Media Tanah

1) Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan

SBMKL media Tanah terdiri atas unsur fisik, kimia, biologi dan radioaktif alam. Unsur fisik paling sedikit meliputi suhu, kelembaban, derajat keasaman (pH) dan porositas. Unsur kimia paling sedikit meliputi timah hitam (Pb), arsenik (As), cadmium (Cd), tembaga (Cu), krom (Cr), merkuri (Hg), senyawa organofosfat, karbamat dan benzene. Unsur biologi terdiri dari jamur, bakteri patogen, parasit dan virus serta unsur radioaktif terdiri dari radioaktivitas alam. SBMKL diterapkan di permukiman, tempat kerja, tempat rekreasi serta tempat dan fasilitas umum. Lingkungan di permukiman antara lain rumah dan perumahan, lembaga pemasyarakatan dan rumah tahanan negara, kawasan militer dan panti dan rumah singgah. Lingkungan tempat rekreasi antara lain tempat bermain anak, bioskop dan lokasi wisata. SBMKL juga diterapkan di tempat dan fasilitas umum yang antara lain fasilitas pendidikan, fasilitas kesehatan, tempat ibadah, hotel, rumah makan, sarana olahraga, stasiun dan terminal, pasar dan pusat perbelanjaan, pelabuhan, bandar udara dan pos lintas batas Negara dan tempat fasilitas umum lainnya.

2) Persyaratan Kesehatan

a) Persyaratan Kesehatan media Tanah untuk keperluan Permukiman, Tempat Kerja, Tempat Rekreasi, maupun Tempat dan Fasilitas Umum paling sedikit terdiri atas:

1. Tanah tidak bekas lokasi pertambangan yang tercemar; dan/atau
2. Tanah tidak bekas tempat pemrosesan akhir sampah. Selain Persyaratan Kesehatan tersebut harus memenuhi sebagai berikut:
 - bersih dari kotoran manusia dan hewan;
 - bukan terletak pada daerah rawan bencana longsor; dan

- aman dari kemungkinan kontaminasi Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), dan Limbah B3.
- b) Lokasi tertentu yang tercemar dengan mikroorganisme dan parasit secara alami:
 1. tidak ditemukan host (pembawa mikroorganisme); dan
 2. tidak menggunakan air dari lahan yang tercemar secara langsung untuk kebutuhan rumah tangga.
- c) Tanah yang menjadi lokasi sumber daya air:
 1. tidak terletak pada lahan yang terkontaminasi secara alami baik kimia dan radiasi tinggi;
 2. tidak terletak pada lahan yang sudah ditetapkan sebagai kawasan industri; dan
 3. jika Tanah bekas tempat pemrosesan akhir sampah dan bekas dari lahan tambang, maka harus sudah dipulihkan sampai dengan memenuhi SBMKL.
- d. Media Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit
 - 1) Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan
SBMKL untuk Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit terdiri dari jenis, kepadatan, dan habitat perkembangbiakan. Jenis dalam hal ini adalah nama/genus/spesies Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit. Kepadatan dalam hal ini adalah angka yang menunjukkan jumlah Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit dalam satuan tertentu sesuai dengan jenisnya, baik periode pradewasa maupun periode dewasa. Habitat perkembangbiakan adalah tempat berkembangnya periode pradewasa Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit.
- e. Media Sarana dan Bangunan
 - 1) Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan
SMBKL media Sarana dan Bangunan meliputi parameter Debu Total dan Asbes yang menjadi bagian dalam SBMKL di media Udara Dalam Ruang, sementara untuk parameter Timbal (Pb) dalam sarana bangunan dapat mengacu pada ketentuan peraturan perundang-undangan.
 - 2) Persyaratan Kesehatan
 - a) Lokasi
 1. Tidak berada di lokasi rawan longsor.

2. Tidak berada di lokasi bekas tempat pembuangan sampah akhir.
 3. Dalam kondisi tertentu sesuai fungsi bangunan, dapat dibuatkan pagar pembatas dengan lingkungan sekitar.
 4. Lokasi tidak berada pada jalur tegangan tinggi.
- b) Langit-langit
1. Bangunan harus kuat.
 2. Mudah dibersihkan dan tidak menyerap debu.
 3. Permukaan rata dan mempunyai ketinggian yang memungkinkan adanya pertukaran udara yang cukup.
 4. Kondisi dalam keadaan bersih.
- c) Ruang yang Digunakan untuk Tidur
1. Kondisi dalam keadaan bersih.
 2. Pencahayaan yang diperlukan sesuai aktivitas dalam kamar.
 3. Jika dalam kamar tidur terdapat toilet, maka toilet menggunakan kriteria toilet yang ada.
 4. Luas ruang tidur minimum 9 m².
 5. Tinggi langit-langit minimum 2,4 m²
- d) Lantai
1. Lantai bangunan kedap air.
 2. Permukaan rata, halus, tidak licin, dan tidak retak.
 3. Lantai tidak menyerap debu dan mudah dibersihkan.
 4. Lantai yang kontak dengan air dan memiliki kemiringan cukup landai untuk memudahkan pembersihan dan tidak terjadi genangan air.
 5. Lantai dalam keadaan bersih.
 6. Warna lantai harus berwarna terang.
- e) Atap
1. Bangunan kuat, tidak bocor, dan tidak menjadi tempat perindukan tikus.
 2. Memiliki drainase atap yang memadai untuk limpasan air hujan.
 3. Memiliki kemiringan tertentu yang memungkinkan limpasan air hujan melewati drainase atap, sehingga air tidak tertahan (ada genangan).
 4. Atap memiliki ketinggian lebih dari 10 meter, dilengkapi dengan penangkal petir.
- f) Dinding

1. Dinding bangunan kuat dan kedap air.
 2. Permukaan rata, halus, tidak licin, dan tidak retak.
 3. Permukaan tidak menyerap debu dan mudah dibersihkan.
 4. Warna yang terang dan cerah.
 5. Dalam keadaan bersih.
- g) Sarana Sanitasi
1. Ketersediaan Air
 - a) Menggunakan sumber Air Minum yang layak.
 - b) Lokasi sumber Air Minum berada di dalam sarana bangunan/on premises.
 - c) Tidak mengalami kesulitan pasokan air selama 24 jam.
 - d) Kualitas air memenuhi SBMKL dan Persyaratan Kesehatan air sesuai ketentuan yang berlaku.
 2. Toilet/Sanitasi
 - a) Sarana bangunan memiliki fasilitas sanitasi sendiri dengan bangunan atas dilengkapi kloset dengan leher atas dan bangunan bawahnya menggunakan tangka septik yang disedot setidaknya sekali dalam 5 (lima) tahun terakhir dan diolah dalam instalasi pengolahan lumpur tinja atau tersambung ke sistem pengolahan limbah domestik terpusat.
- h) Kepadatan Hunian
1. Kebutuhan ruang per orang dihitung berdasarkan aktivitas dasar manusia di dalam rumah. Aktivitas seseorang tersebut meliputi aktivitas tidur, makan, kerja, duduk, mandi, kakus, cuci dan masak serta ruang gerak lainnya yaitu 9 m^2 dengan ketinggian rata-rata langit-langit adalah 2,80 m.
 2. Kebutuhan luas bangunan dan lahan dengan cakupan Kepala Keluarga (KK) dengan 3 jiwa yaitu $21,6 \text{ m}^2$ sampai dengan $28,8 \text{ m}^2$, dan cakupan kepala keluarga dengan 4 jiwa yaitu $28,8 \text{ m}^2$ sampai dengan 36 m^2 .
- i) Ventilasi
1. Ventilasi alami dan/atau ventilasi mekanik/buatan sesuai dengan fungsinya.

2. Bangunan gedung tempat tinggal, bangunan Gedung pelayanan kesehatan khususnya ruang perawatan, bangunan gedung pendidikan khususnya ruang kelas, dan bangunan pelayanan umum lainnya harus mempunyai bukaan permanen, kisi-kisi pada pintu dan jendela, dan/atau bukaan permanen yang dapat dibuka untuk kepentingan ventilasi alami.
 3. Ventilasi alami harus memenuhi ketentuan bukaan permanen, kisi-kisi pada pintu dan jendela, sarana lain yang dapat dibuka dan/atau dapat berasal dari ruangan yang bersebelahan untuk memberikan sirkulasi udara yang sehat.
 4. Ventilasi mekanik/buatan harus disediakan jika ventilasi alami tidak dapat memenuhi syarat. Penerapan sistem ventilasi harus dilakukan dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip penghematan energi dalam bangunan gedung.
- j) Pencahayaan
1. Untuk memenuhi persyaratan sistem pencahayaan, setiap bangunan gedung harus mempunyai pencahayaan alami dan/atau pencahayaan buatan, termasuk pencahayaan darurat sesuai dengan fungsinya.
 2. Bangunan gedung tempat tinggal, pelayanan kesehatan, pendidikan, dan bangunan pelayanan umum harus mempunyai bukaan untuk pencahayaan alami.
 3. Pencahayaan alami harus optimal, disesuaikan dengan fungsi bangunan gedung dan fungsi masing-masing ruang di dalam bangunan gedung.
 4. Pencahayaan buatan harus direncanakan berdasarkan tingkat iluminasi yang dipersyaratkan sesuai fungsi ruang dalam bangunan gedung dengan mempertimbangkan efisiensi, penghematan energi yang digunakan, dan penempatannya tidak menimbulkan efek silau atau pantulan.
 5. Pencahayaan buatan yang digunakan untuk pencahayaan darurat harus dipasang pada bangunan gedung dengan fungsi tertentu,

serta dapat bekerja secara otomatis dan mempunyai tingkat pencahayaan yang cukup untuk evakuasi yang aman.

6. Semua sistem pencahayaan buatan, kecuali yang diperlukan untuk pencahayaan darurat, harus dilengkapi dengan pengendali manual, dan/atau otomatis, serta ditempatkan pada tempat yang mudah dicapai/dibaca oleh pengguna ruang.

k) Kebisingan

1. Untuk mendapatkan tingkat kenyamanan terhadap kebisingan pada bangunan gedung, penyelenggara bangunan gedung harus mempertimbangkan jenis kegiatan, penggunaan peralatan, dan/atau sumber bising lainnya, baik yang berada pada bangunan gedung maupun di luar bangunan gedung.
2. Setiap bangunan gedung dan/atau kegiatan yang karena fungsinya menimbulkan dampak kebisingan terhadap lingkungannya dan/atau terhadap bangunan gedung yang telah ada, harus meminimalkan kebisingan yang ditimbulkan sampai dengan tingkat yang diizinkan.

E. Petugas Kesehatan

Peran petugas kesehatan adalah suatu kegiatan yang diharapkan dari seorang petugas kesehatan yang memberikan pelayanan kesehatan kepada masyarakat untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat. Petugas kesehatan memiliki peran penting dalam meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan yang maksimal kepada Masyarakat (Herawati et al., 2020). Untuk itu petugas kesehatan harus mampu memberikan kondisi yang dapat mempengaruhi perilaku positif pasien terhadap kesehatannya dengan sebagai komunikator, sebagai motivasi, sebagai fasilitator dan sebagai konselor (A. Potter & Perry, 2007).

Beberapa hasil studi menemukan bahwa pasien yang tidak teratur berobat dan DO disebabkan karena tidak mendapatkan penyuluhan dari petugas kesehatan, tidak ada kunjungan rumah oleh petugas kesehatan, dan faktor ekonomi/tidak bekerja.

F. Fasilitas Pelayanan Kesehatan

Fasilitas Pelayanan Kesehatan adalah suatu alat dan/atau tempat yang digunakan untuk menyelenggarakan upaya pelayanan kesehatan, baik promotif, preventif, kuratif maupun rehabilitatif yang dilakukan oleh pemerintah pusat, pemerintah daerah, dan/atau masyarakat. Untuk mencapai derajat kesehatan masyarakat yang baik, diperlukan Fasilitas Pelayanan Kesehatan yang dapat menyediakan pelayanan kesehatan yang terjangkau bagi seluruh lapisan masyarakat dalam rangka peningkatan kesehatan, pemeliharaan kesehatan, pengobatan penyakit, dan pemulihan kesehatan. Fasilitas kesehatan harus tersedia bagi semua orang. Meningkatkan akses terhadap fasilitas kesehatan dapat memberi manfaat yang signifikan terhadap Kesehatan (Hasibuan et al., 2022).

Dalam penanggulangan penyakit TB paru BTA (+) perlu ditunjang oleh fasilitas-fasilitas kesehatan yang memiliki sarana prasarana dan sumber daya manusia yang cukup baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Keberhasilan penanggulangan kasus TB paru perlu dukungan dan kerja sama dengan lintas sektor dan lintas program serta fasilitas kesehatan yang mudah dijangkau oleh masyarakat, baik dari segi biaya maupun akses yang mudah dijangkau terutama oleh masyarakat ekonomi lemah. Fasilitas kesehatan yang menunjang dalam penanggulangan TB paru perlu dilengkapi dengan laboratorium yang dapat memeriksa bakteri tahan asam sehingga diagnosis dapat ditetapkan dengan cepat dan cermat.

G. Jarak dengan Fasilitas Kesehatan

Jarak rumah yang jauh dengan fasilitas pelayanan kesehatan dapat menyebabkan masyarakat sulit untuk mendapatkan promosi kesehatan maupun pelayanan kesehatan secara optimal. Akses pelayanan kesehatan menggambarkan potensial masyarakat untuk menggunakan fasilitas pelayanan kesehatan (Dewi and Selviana, 2019).

1. 5. 3 Tinjauan Umum Tentang Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem informasi khusus yang mengelola data yang memiliki informasi spasial (bereferensi keruangan). Sistem informasi geografis adalah bentuk sistem informasi yang menyajikan informasi dalam bentuk grafis dengan menggunakan peta sebagai antar muka. SIG tersusun atas konsep beberapa lapisan (layer) dan relasi. Sistem Informasi Geografis (SIG) atau dikenal sebagai Geografis

Informasi System (GIS) pertama pada tahun 1960 yang bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan geografis. 40 tahun kemudian GIS berkembang tidak hanya bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan geografis saja tetapi sudah merambah ke berbagai bidang seperti penyakit epidemik (demam berdarah) dan analisis kejahatan (kerusuhan) termasuk analisis kepariwisataan. Kemampuan dasar dari SIG adalah mengintegrasikan berbagai operasi basis data seperti query, menganalisisnya serta menampilkan dalam bentuk pemetaan berdasarkan letak geografisnya. Inilah yang membedakan SIG dengan sistem informasi lain (Utomo & Hamdani, 2021).

SIG juga dapat diartikan sebagai sistem komputer yang memiliki kemampuan untuk membangun, menyimpan, mengelola dan menampilkan informasi bereferensi geografis, misalnya data yang diidentifikasi menurut lokasinya, dalam sebuah database (Prahasta, 2002). Sebagai suatu sistem informasi, SIG memiliki kemampuan khusus untuk menangani data yang bereferensi keruangan (spasial) bersamaan dengan seperangkat operasi kerja (Barus & Wiradisatra, 2000). SIG dirancang untuk dapat memadukan data grafis (spasial) dengan data teks (atribut) objek yang dihubungkan secara geografis di bumi (georeference) (Heldayani et al., 2018).

SIG merupakan sistem kompleks yang biasanya terintegrasi dengan lingkungan sistem-sistem komputer yang lain di tingkat fungsional dan jaringan. Menurut Gistut, komponen SIG terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data dan informasi geografi, serta manajemen. Komponen SIG dijelaskan di bawah ini:

- a. Perangkat keras (Hardware): Pada saat ini SIG tersedia untuk berbagai platform perangkat keras mulai dari PC desktop, workstations, hingga multiuser host yang dapat digunakan oleh banyak orang secara bersamaan dalam jaringan komputer yang luas, berkemampuan tinggi, memiliki ruang penyimpanan (harddisk) yang besar, dan mempunyai kapasitas memori (RAM) yang besar. Walaupun demikian, fungsionalitas SIG tidak terikat secara ketat terhadap karakteristik-karakteristik fisik perangkat keras ini sehingga keterbatasan memori pada PC30 pun dapat diatasi. Adapun perangkat keras yang sering digunakan untuk SIG adalah komputer (PC), mouse, digitizer, printer, plotter, dan scanner.
- b. Perangkat lunak (Software): Bila dipandang dari sisi lain, SIG juga merupakan sistem perangkat lunak yang tersusun secara modular dimana basisdata memegang peranan kunci. Setiap subsistem diimplementasikan dengan menggunakan

- perangkat lunak yang terdiri dari beberapa modul, hingga tidak mengherankan jika ada perangkat SIG yang terdiri dari ratusan modul program yang masing-masing dapat dieksekusi sendiri.
- c. Data dan Informasi Geografi: SIG dapat mengumpulkan dan menyimpan data dan informasi yang diperlukan baik secara tidak langsung dengan cara mengimport-nya dari perangkat lunak SIG yang lain maupun secara langsung dengan cara mendigitasi data spasialnya dari peta dan memasukkan data atributnya dari table-tabel dan laporan dengan menggunakan keyboard.
 - d. Manajemen: Suatu proyek SIG akan berhasil jika dimanage dengan baik dan dikerjakan oleh orang-orang memiliki keahlian yang tepat pada semua tingkatan (Mukti Wibowo et al., 2015).

1. 5. 4 Tinjauan Umum Tentang Analisis Spasial

A. Definisi Analisis Spasial

Analisis spasial adalah sekumpulan teknik yang dapat digunakan dalam pengolahan data Sistem Informasi Geografis (SIG). Analisis spasial dapat juga diartikan sebagai teknik-teknik yang digunakan untuk meneliti dan mengeksplorasi data dari perspektif keruangan (Larasati et al., 2017).

Analisis spasial dalam manajemen penyakit berbasis wilayah dapat dirumuskan dalam bentuk uraian dan analisis kasus penyakit serta dihubungkan dengan semua data spasial yang menjadi faktor risiko kesehatan, baik lingkungan maupun faktor sosial ekonomi dan perilaku masyarakat setempat dalam sebuah wilayah spasial, sebagai dasar manajemen penyakit atau kajian lebih lanjut. Analisis spasial dapat menganalisis dua hal sekaligus, yaitu titik atau lokasi sebuah kasus dan hubungannya dengan variabel spasial (faktor risiko) yang mempengaruhi atau berhubungan dengan wilayah spasial atau permukaan bumi (Achmadi, 2012).

Terdapat empat data yang dapat digunakan dalam analisis spasial (Bailey, 2001 dalam (Amalia, 2016) :

- a. Data agregat, yaitu data yang dikumpulkan dari hasil sensus atau administrasi seperti jumlah kasus, status ekonomi sosial dan lainnya.
- b. Data kasus, yaitu data yang dikumpulkan berdasarkan lokasi orang yang sakit, faktor risiko lingkungan dan lainnya.
- c. Data geostatistik, yaitu data yang dikumpulkan secara langsung pada sampel di lokasi pengambilan data.

- d. Data yang diukur secara terus menerus seperti curah hujan, iklim, dan lainnya.

Adapun jenis-jenis analisis spasial antara lain sebagai berikut..

a. Overlay

Overlay adalah bagian penting dari analisis spasial. Overlay dapat menggabungkan beberapa unsur spasial menjadi unsur spasial yang baru. Dengan kata lain, overlay dapat didefinisikan sebagai operasi spasial yang menggabungkan layer geografik yang berbeda untuk mendapatkan informasi baru. Overlay dapat dilakukan pada data vektor maupun raster.

b. Perubahan Unsur-Unsur Spasial

- 1) Union, Merge, atau Combine Pada pengolahan data SIG, seringkali harus melakukan penggabungan antar unsur-unsur spasial. Penggabungan tersebut dapat menggunakan analisis spasial, yaitu union, merge, atau combine. Penggabungan ini dapat menjadikan beberapa unsur spasial menjadi satu unsur spasial saja tanpa mengubah beberapa unsur spasial yang digabungkan tersebut. Union yaitu menggabungkan fitur dari sebuah tema input dengan poligon dari tema overlay untuk menghasilkan output yang mengandung tingkatan atau kelas atribut
- 2) Dissolve yaitu proses untuk menghilangkan batas antara poligon yang mempunyai data atribut yang identik atau sama dalam poligon yang berbeda (Hidayat,2013 dalam (Larasati et al., 2017).

B. Manfaat Analisis Spasial

Analisis spasial dapat digunakan untuk melakukan analisis persebaran faktor risiko baik penyakit infeksi maupun non infeksi, serta penyakit yang ditularkan oleh binatang nyamuk vektor, pelayanan kesehatan seperti ambulance keliling, rumah sakit, analisis potensial hazards lingkungan, pengelompokan kasus penyakit, pemetaan informasi kesehatan, data dasar kesehatan masyarakat dan lain sebagainya. Yang terpenting dasar dari sebuah analisis spasial adalah menghubungkan sebuah titik dengan berbagai benda atau komponen di atas muka bumi dalam satu wilayah (Achmadi, 2012).

C. Jenis Analisis Spasial Epidemiologi

Jenis spasial epidemiologi dapat dibagi menjadi beberapa bidang utama:

- a. Pemetaan penyakit

Dalam literatur statistik, "pemetaan penyakit" mengacu pada kumpulan metode yang memperluas estimasi area dengan secara langsung memanfaatkan pengaturan spasial dan mengasumsikan korelasi spasial positif antara pengamatan, pada dasarnya mengambil lebih banyak informasi dari daerah tetangga daripada dari daerah yang jauh dan memperjelas nilai lokal dan tetangga. Contoh: Pemetaan prevalensi TB di tingkat nasional dan subnasional dapat memberikan informasi untuk merancang dan menerapkan strategi pengendalian. 96 Penggunaan pemetaan dalam konteks medis telah berkembang begitu pesat selama beberapa dekade terakhir sehingga penyajian peta sekarang ditetapkan sebagai alat dasar dalam analisis data kesehatan masyarakat. Pemetaan penyakit berfokus pada perkiraan pola spasial dalam risiko penyakit di seluruh unit area yang tidak tumpang tindih selama periode waktu tertentu sehingga dapat mengidentifikasi daerah-daerah yang memiliki tingkat risiko penyakit yang tinggi sehingga dapat merancang intervensi berbasis kesehatan masyarakat untuk difokuskan pada daerah-daerah tersebut.

b. Studi korelasi geografis

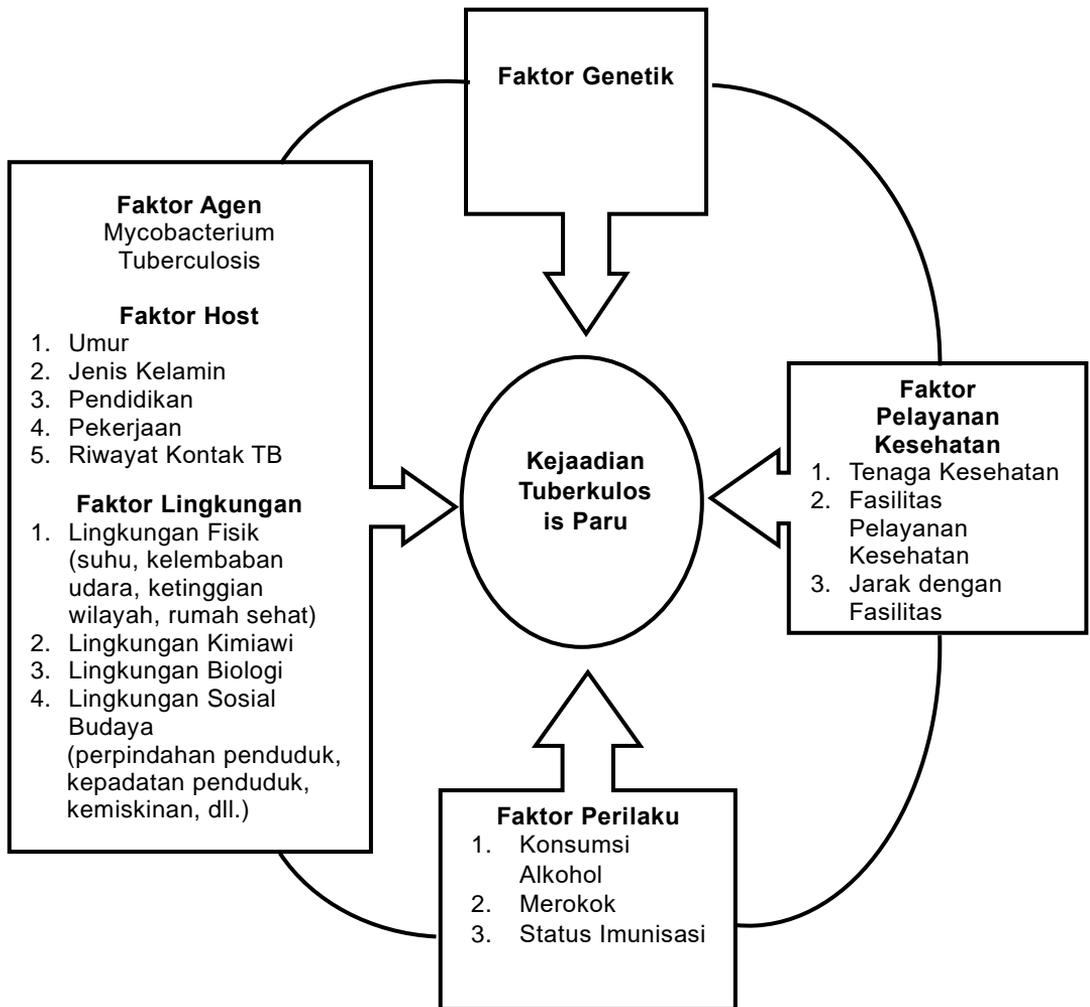
Pencarian Korelasi atau ketergantungan menyiratkan bahwa nilai untuk daerah yang secara geografis dekat lebih berkaitan dibandingkan dengan daerah yang secara geografis jauh. Misalnya, tingkat bunuh diri di daerah sekitar wilayah cenderung lebih mirip daripada di daerah yang jauh. Ini karena daerah tetangga mungkin memiliki karakteristik sosial, ekonomi dan budaya yang sama yang memicu perilaku bunuh diri. Mendeteksi ketergantungan spasial, yang dicapai dengan menggunakan statistik autokorelasi spasial, akan membantu peneliti untuk membenarkan model regresi yang mereka pilih dalam analisis ekologi, atau teknik mereka saat memetakan penyakit langka.

c. Pengelompokan (kluster penyakit)

Pengelompokan dapat menunjukkan kecenderungan spasial untuk adanya penyakit atau kejadian, yang risikonya relatif tinggi terhadap wilayah lain di sekitarnya.⁹⁸ Ada banyak uji statistik yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kluster spasial yang bermakna, salah satunya teknik yang dikembangkan oleh Moran. Ada berbagai jenis pengelompokan yaitu umum dan khusus. Pengelompokan umum melibatkan analisis

kecenderungan pengelompokan secara keseluruhan dari kejadian penyakit di wilayah studi, dan dengan penilaian uji autokorelasi spasial global, di mana lokasi pasti dari cluster tidak diselidiki. Jenis investigasi pengelompokan kedua menggunakan metode pengelompokan penyakit tertentu, yang dirancang untuk memeriksa lokasi pasti dari klaster dan dengan penilaian uji autokorelasi spasial LIS

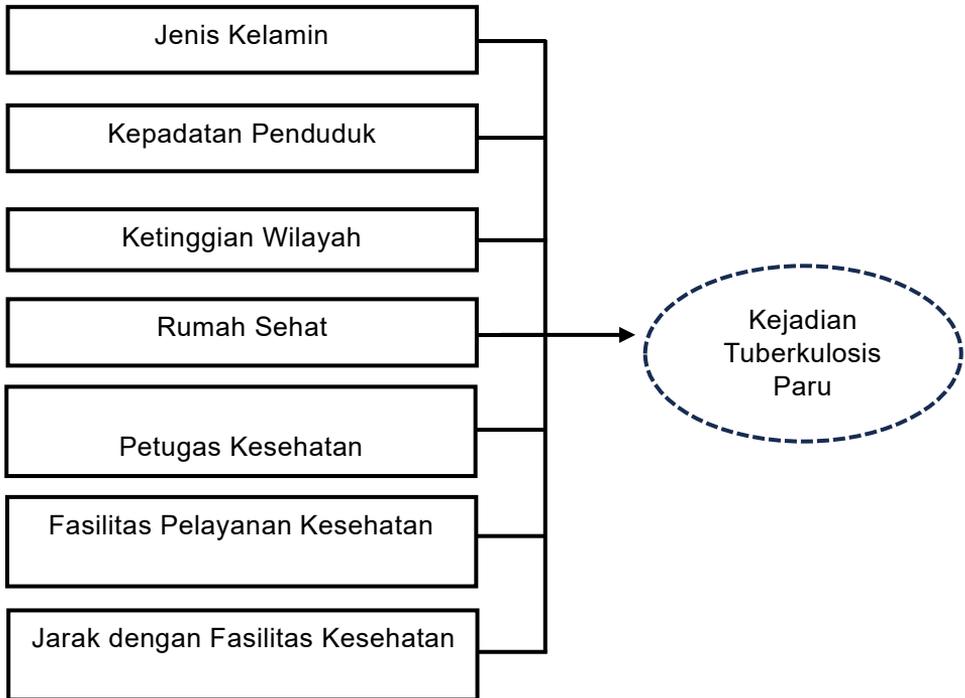
1. 6 Kerangka Teori



Gambar 1. 2 Kerangka Teori

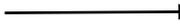
Sumber : (Noor & Arsin, 2022), Teori Hendrik L. Blum dalam (Islam et al., 2021)

1.7 Kerangka Konsep



Gambar 1. 3 Kerangka Konsep

Keterangan :

-  = Variabel Bebas Yang diteliti
-  = Variabel Terikat
-  = Arah yang menunjukkan adanya pengaruh

1. 8 Hipotesis Penelitian

- a. Ada korelasi antara jenis kelamin dengan jumlah persebaran TB Paru di Kabupaten Banggai Laut Tahun 2021-2023
- b. Ada korelasi antara kepadatan penduduk dengan persebaran kasus TB paru di Kabupaten Banggai Laut Tahun 2021-2023
- c. Ada korelasi antara ketinggian wilayah dengan persebaran kasus TB Paru di Kabupaten Banggai Laut Tahun 2021-2023
- d. Ada korelasi antara rumah sehat dengan persebaran kasus TB Paru di Kabupaten Banggai Laut Tahun 2021-2023
- e. Ada korelasi antara petugas kesehatan dengan persebaran kasus TB Paru di Kabupaten Banggai Laut Tahun 2021-2023
- f. Ada korelasi antara fasilitas pelayanan kesehatan dengan persebaran kasus TB Paru di Kabupaten Banggai Laut Tahun 2021-2023
- g. Ada korelasi antara jarak ke pelayanan kesehatan dengan persebaran kasus TB Paru di Kabupaten Banggai Laut Tahun 2021-2023

1. 9 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

Tabel 1. 2 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

No.	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Skala	Kriteria Objektif
Varabel Dependen					
1	Jumlah Kasus Tuberkulosis	Jumlah kasus Tuberkulosis Paru yang terdiagnosis secara klinis, laboratorium dan tercatat di Dinas Kesehatan Kab. Banggai Laut Provinsi Sulawesi Tengah Tahun 2021-2023	Laporan Dinas Kesehatan Pengendalian Penduduk dan KB Kab. Banggai Laut	Rasio	Jumlah kasus Tuberkulosis per kecamatan dalam angka. Sumber : Dinas Kesehatan PP dan KB Kab. Banggai Laut
Varabel Independen					
1	Jenis Kelamin	Perbandingan antara jumlah penduduk pria dan jumlah penduduk wanita dalam satuan persen (<i>Sex ratio</i>)	Laporan Badan Pusat Statistik Kab. Banggai Kepulauan	Rasio Nominal	Statistik : Persentase jumlah penduduk laki-laki dan perempuan Klasifikasi dalam peta : 1. $SR > 100$ = Jumlah penduduk laki-laki lebih banyak dari perempuan 2. $SR < 100$ = Jumlah penduduk perempuan lebih banyak dari laki-laki Sumber : Badan Pusat Statistik
2	Kepadatan Penduduk	Jumlah penduduk per kilometer persegi di setiap	Laporan Badan Pusat Statistik	Rasio	Statistik :

No.	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Skala	Kriteria Objektif
		Kecamatan di Kabupaten Banggai Laut	Kab. Banggai Kepulauan	Ordinal	Rata-rata jumlah penduduk per tahun dalam jiwa/ha Klasifikasi dalam peta : 1. ≤ 150 jiwa/ha = Rendah 2. 151-200 jiwa/ha = Sedang 3. 201-400 jiwa/ha = Tinggi 4. > 400 jiwa/ha = Sangat tinggi Sumber : SNI 03-1733-2004
3	Ketinggian Wilayah	Ketinggian tempat per wilayah kecamatan dalam satuan meter di atas permukaan laut (mdpl).	Laporan Badan Pusat Statistik Kab. Banggai Kepulauan	Rasio Ordinal	Statistik : Jarak wilayah per kecamatan dari permukaan laut dalam mdpl Klasifikasi dalam peta : 1. 0 - 10 mdpl = Sangat Rendah 2. 11 - 50 mdpl = Rendah 3. 51 - 200 mdpl = Sedang 4. 201 - 500 mdpl = Tinggi 5. > 500 mdpl = Sangat Tinggi Sumber: (Permentan RI, 2006)
4	Rumah Sehat	Persentase rumah atau bangunan yang memenuhi syarat kesehatan sesuai dengan kualitas media air, udara, Tanah, Pangan, Sarana dan Bangunan, Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit	Laporan Dinas Kesehatan Pengendalian Penduduk dan KB Kab. Banggai Laut	Rasio Nominal	Statistik : Persentase cakupan rumah sehat per kecamatan Klasifikasi dalam peta : 1. $< 70\%$ = Rendah 2. $\geq 70\%$ = Tinggi Sumber: (Kemenkes RI, 2023)

No.	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Skala	Kriteria Objektif
5	Petugas Kesehatan	Jumlah petugas kesehatan (Dokter/dokter spesialis penyakit dalam/dokter spesialis paru, Perawat, Tenaga kefarmasian, Tenaga kesehatan masyarakat, Ahli Teknologi Laboratorium Medik (ATLM), Radiografer) terlatih dalam penanganan kasus TB paru	Laporan Dinas Kesehatan Pengendalian Penduduk dan KB Kab. Banggai Laut	Rasio Nominal	Statistik : Jumlah petugas Kesehatan yang terlatih Klasifikasi dalam peta : 1. > 3 = Cukup 2. ≤ 3 = Kurang Sumber: (Kemenkes RI, 2024b)
6	Fasilitas Pelayanan Kesehatan	Jumlah fasilitas pelayanan kesehatan yang dapat melaksanakan pemeriksaan TCM dan BTA, baik rumah sakit maupun puskesmas	Laporan Dinas Kesehatan Pengendalian Penduduk dan KB Kab. Banggai Laut	Rasio Nominal	Statistik : Jumlah fasilitas pelayanan pemeriksaan BTA Klasifikasi dalam peta : 1. ≥ 1 = Tersedia 2. 0 = Tidak Tersedia Sumber : (Kemenkes RI, 2021)
7	Jarak dengan Fasilitas Kesehatan	Jarak fasilitas pelayan kesehatan (Puskesmas) dengan rumah pasien kasus TB Paru	Laporan Dinas Kesehatan Pengendalian Penduduk dan KB Kab. Banggai Laut	Rasio Nominal	Statistik : Rata-rata jarak ke fasyankes dalam meter per kecamatan Klasifikasi dalam Peta : 1. ≤ 30 Menit = Dekat 2. > 30 Menit = Jauh

No.	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Skala	Kriteria Objektif
					Sumber: Indeks Aksesibilitas Pelayanan Kesehatan di Indonesia (Dwi et al., 2016)

BAB II METODE PENELITIAN

2. 1 Jenis dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan menggunakan studi ekologi. Studi ekologi atau sering juga disebut penelitian agregasi (deskriptif) merupakan suatu penelitian dimana satuan unit yang dianalisis dan dievaluasi adalah kelompok populasi dalam suatu daerah administrasi tertentu atau dalam suatu wilayah geografis tertentu dan bukan individu dalam Masyarakat (Noor & Arsin, 2022). Sedangkan model spasial merupakan pemodelan yang berhubungan dengan pendekatan titik dan area/teknik untuk mengeksplorasi data dari perspektif keruangan. Analisis spasial digunakan untuk menilai risiko penyakit Tuberkulosis Paru BTA positif dengan jenis kelamin, kepadatan penduduk, ketinggian wilayah, rumah sehat, petugas Kesehatan dan fasilitas pelayanan Kesehatan.

2. 2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Banggai Laut Provinsi Sulawesi Tengah dan dilaksanakan pada bulan Agustus s.d September tahun 2024.

2. 3 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini mengambil unit analisis berupa 7 kecamatan di Kabupaten Banggai Laut Provinsi Sulawesi Tengah. Sampel dalam penelitian ini adalah semua kasus TB paru yang terjadi di Kab. Banggai Laut, Prov. Sulawesi Tengah pada tahun 2021 – 2023 sebanyak 399 kasus.

Teknik pengambilan sampel menggunakan metode purposive sampling. Purposive sampling yaitu pengambilan sampel dilakukan hanya atas dasar pertimbangan penelitiannya saja yang menganggap unsur-unsur yang dikehendaki telah ada dalam anggota sampel yang diambil.

2. 4 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

2. 4. 1 Kriteria Inklusi

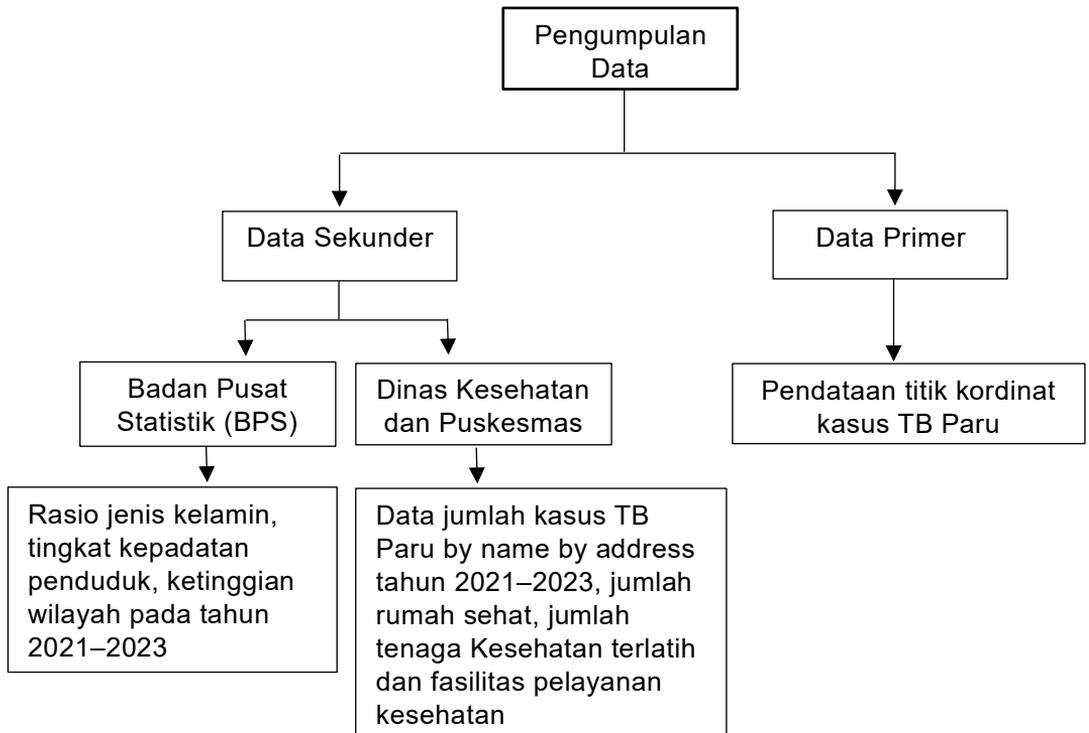
- a. Menderita TB Paru yang terdaftar dan tercatat pada buku register TB di Puskesmas dan Dinas Kesehatan Tahun 2021-2023 (kasus)
- b. Alamat penderita tercatat jelas

2. 4. 2 Kriteria Eksklusi

- a. Individu yang tidak menetap di wilayah Kabupaten Banggai Laut
- b. Merupakan penderita TB resisten obat

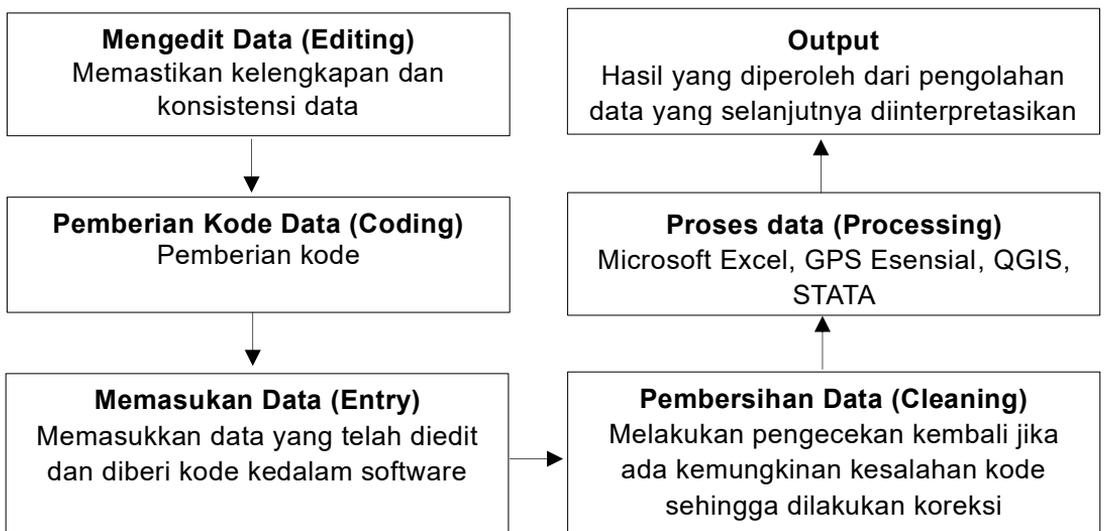
2. 5 Pengumpulan Data

Adapun tahapan pengumpulan data dilakukan dengan cara sebagai berikut:



2. 6 Pengolahan Data

Adapun tahapan pengolahan data dilakukan dengan cara sebagai berikut:



2.7 Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini diantaranya :

2.7.1 Analisis Univariat

Analisis univariat dilakukan untuk mengetahui distribusi statistik variabel dependen yaitu kasus Tuberkulosis Paru dan variabel independen yaitu jenis kelamin, kepadatan penduduk, ketinggian wilayah, rumah sehat, petugas kesehatan, fasilitas pelayanan Kesehatan dan jarak dengan fasilitas kesehatan.

2.7.2 Analisis Bivariat

Analisis bivariat dalam penelitian dilakukan uji normalitas dan uji statistik korelasi sebagai berikut :

a. Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui data yang dianalisis sudah terdistribusi. Data dikatakan normal jika memenuhi syarat sebagai berikut ini (Stang, 2022) : 1) Nilai rasio Skewness berada diantara -2 sampai 2 2) Uji Kolmogorov Smirnov ($n \geq 30$), Shapiro wilk ($n \leq 30$) dengan $p > 0,05$ 3) Grafik histogram berbentuk kurva normal

b. Uji Korelasi

Analisis bivariat menggunakan uji korelasi untuk mengetahui korelasi antar variabel dependen Tuberkulosis Paru dengan variabel independent jenis kelamin, kepadatan penduduk, ketinggian wilayah, rumah sehat, petugas kesehatan, fasilitas pelayanan Kesehatan dan jarak dengan fasilitas kesehatan Uji korelasi digunakan untuk mengetahui kekuatan/keeratn hubungan antara dua variabel. Nilai korelasi ditunjukkan dengan simbol (r) yang berkisar antara 0 sampai dengan 1. Adapun bila disertai dengan arahnya yaitu berkisar -1 sampai dengan +1. Nilai probabilitas (p) analisis ini sebesar 0,05.

$r = 0$: tidak ada hubungan linear

$r = -1$: hubungan linier negatif sempurna

$r = +1$: hubungan linier positif sempurna

Hubungan bersifat positif antara dua variabel dapat terjadi bila peningkatan suatu variabel, diikuti oleh peningkatan variabel lain. Sedangkan bila hubungan bersifat negatif terjadi bila penurunan suatu variabel diikuti dengan penurunan variabel lainnya. Menurut Colton dalam Hastono, 2006 kekuatan hubungan antara dua variabel secara kuantitatif terbagi menjadi empat area, yaitu :

a. $r = 0,00 - 0,25$ maka tidak terdapat hubungan atau hubungan lemah.

b. $r = 0,26 - 0,50$ maka terdapat hubungan yang sedang.

- c. $r = 0,51-0,75$ maka terdapat hubungan yang kuat.
- d. $r = 0,76 - 1,00$ maka terdapat hubungan yang sangat kuat atau sempurna.

2. 7. 3 Analisis Spasial

Analisis spasial dilakukan dengan perangkat lunak Quantum GIS 3.10.0 sehingga diperoleh hasil akhir berupa peta kasus sebaran kasus TB. Analisis spasial digunakan untuk dapat mengetahui kecenderungan sebaran jumlah kasus TB dengan jenis kelamin, kepadatan penduduk, ketinggian wilayah, rumah sehat, petugas Kesehatan, fasilitas pelayanan Kesehatan dan jarak dengan fasilitas kesehatan. Data titik koordinat kasus TB didapatkan dengan terlebih dahulu mengumpulkan alamat lengkap seluruh kasus di Dinas Kesehatan dan puskesmas. Kemudian, alamat lengkap setiap pasien tersebut dimasukkan ke dalam Global Positioning System (GPS) untuk mendapatkan titik koordinatnya.

Titik koordinat tiap kasus yang telah didapatkan di input ke Microsoft Excel sebelum dianalisis dengan menggunakan Quantum GIS 3.10.0 untuk memetakan dan menampilkan informasi wilayah/keruangan berdasarkan data yang telah didapatkan dari berbagai instansi. Analisis spasial yang dilakukan yaitu dengan menggabungkan dua peta atau lebih (overlay) untuk menghasilkan peta baru.

2. 8 Penyajian Data

Penyajian data yang telah diolah dan dianalisis kemudian disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan peta yang disertai dengan narasi sesuai dengan variabel yang diteliti.

2. 9 Etika Penelitian

Penelitian tetap memperhatikan prinsip-prinsip etika penelitian untuk menghindari risiko-risiko yang mungkin terjadi dan dapat merugikan instansi yang menyediakan data agar instansi tidak menolak serta bersedia memberikan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Dalam penelitian ini telah didaftarkan Etik Penelitian FKM UNHAS dengan Nomor : 1860/UN4.14.1/TP.01.02/2024.