

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tuberkulosis Paru

1. Definisi

Penyakit TB adalah penyakit menular langsung yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* (MTB). Kuman TB berbentuk batang, disebut pula sebagai basil tahan asam (BTA) karena mempunyai sifat khusus yaitu tahan terhadap asam pada pewarnaan. Kuman TB cepat mati jika terpapar sinar matahari langsung, tetapi dapat bertahan hidup beberapa jam di tempat gelap dan lembab. Sumber penularan penyakit TB adalah penderita dengan BTA (+). Terdapat beberapa spesies *Mycobacterium*, antara lain: *M. tuberculosis*, *M. africanum*, *M. bovis*, *M. Leprae* dsb. (Kemenkes RI, 2018).

2. Epidemiologi

Tuberkulosis (TB) disebabkan oleh bakteri (*Mycobacterium tuberculosis*) yang paling sering menyerang paru-paru. Tuberkulosis dapat disembuhkan dan dicegah. TB menyebar dari orang ke orang melalui udara. Saat penderita TB paru-paru batuk, bersin, atau meludah, mereka mendorong kuman TB ke udara. Seseorang hanya perlu menghirup sedikit dari kuman ini untuk terinfeksi (WHO, 2020).

Tuberkulosis terjadi di seluruh dunia. Pada tahun 2019, wilayah WHO Asia Tenggara memiliki jumlah kasus baru tuberkulosis terbesar yaitu 44% kasus baru, diikuti oleh WHO Afrika menyumbang 25% kasus baru, dan WHO wilayah Pasifik Barat menyumbang 18%. Pada tahun 2019, 87% kasus tuberkulosis baru terjadi di 30 negara dengan beban tuberkulosis yang tinggi. Delapan negara menyumbang dua pertiga dari kasus tuberkulosis baru: India, Indonesia, Cina, Filipina, Pakistan, Nigeria, Bangladesh, dan Afrika Selatan (WHO, 2020).

Tuberkulosis sebagian besar menyerang orang dewasa di tahun-tahun paling produktif. Namun, semua kelompok umur berisiko. Lebih dari 95% kasus dan kematian terjadi di negara berkembang. Orang yang terinfeksi HIV 18 kali lebih mungkin mengembangkan TB aktif (lihat bagian TB dan HIV di bawah). Risiko TB aktif juga lebih besar pada orang yang menderita kondisi lain yang merusak sistem kekebalan. Orang dengan kekurangan gizi 3 kali lebih berisiko. Secara global pada tahun 2019 terdapat 2,2 juta kasus baru TB pada tahun 2018 yang disebabkan oleh gizi kurang. Gangguan penggunaan alkohol dan merokok tembakau meningkatkan risiko penyakit TB masing-masing dengan faktor 3,3 dan 1,6. Pada tahun 2019, 720.000 kasus tuberkulosis baru di seluruh dunia disebabkan oleh gangguan penggunaan alkohol dan 700.000 disebabkan oleh merokok (WHO, 2020).

3. Etiologi

TB adalah penyakit yang ditularkan melalui udara yang disebabkan oleh *M. tuberculosis*. *Mycobacterium tuberculosis* dan tujuh mycobacterium yang terkait erat (*Mycobacterium bovis*, *Mycobacterium africanum*, *Mycobacterium mycobacterium*, *Mycobacterium capitis*, *Mycobacterium pinnipeda*, *Mycobacterium canettii*, dan *Mongi Mycobacterium*) bersama-sama membentuk kompleks *Mycobacterium tuberculosis*. Sebagian besar spesies ini telah ditemukan menyebabkan penyakit pada manusia (CDC, 2013). *Mycobacterium tuberculosis* (M.TB) merupakan bakteri yang paling umum ditemukan sejauh ini, dan menyebar dari orang ke orang melalui udara (Kemenkes RI, 2019).

Tuberkulosis hampir secara eksklusif ditularkan lewat udara melalui percik renik atau droplet nucleus (<5 *microns*) yang biasanya merupakan infeksi makrofag alveolar (Nardell, 2016). Untuk mencapai makrofag di bagian paling jauh paru-paru diperlukan partikel yang terhirup dalam kisaran 1 hingga 5 μm yang dapat menampung 1-5 basilli, dan bersifat sangat infeksius, serta dapat bertahan di dalam udara sampai 4 jam. Oleh karena ukurannya yang sangat kecil maka percik renik ini memiliki kemampuan mencapai ruang alveolar dalam paru, dimana bakteri kemudian melakukan replikasi. Inti tetesan adalah residu dehidrasi dari tetesan pernapasan yang lebih besar yang dihasilkan oleh pasien dengan TB paru atau laring yang batuk atau menghasilkan aerosol (Riley 1974; Nardell, 2016).

Ada beberapa faktor yang menentukan transmisi M.TB (Herchline, 2020) yaitu sebagai berikut:

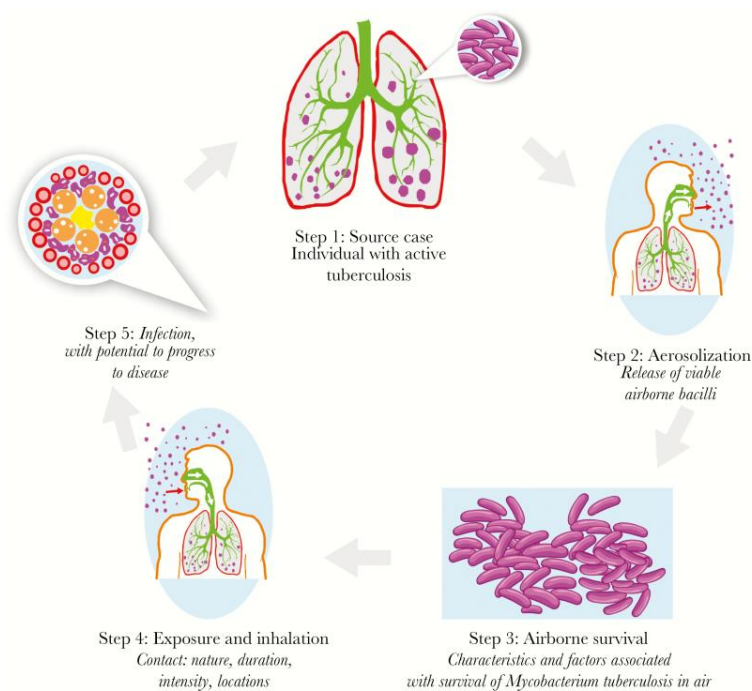
- a. Jumlah organisme yang dikeluarkan
- b. Konsentrasi organisme
- c. Lama waktu terpapar udara yang terkontaminasi
- d. Status kekebalan individu yang terpajan

Satu batuk dapat memproduksi hingga 3,000 percik renik dan satu kali bersin dapat memproduksi hingga 1 juta percik renik. Sedangkan, dosis yang diperlukan terjadinya suatu infeksi TB adalah 1 sampai 10 basil. Kasus yang paling infeksius adalah penularan dari pasien dengan hasil pemeriksaan sputum positif, dengan hasil 3+ merupakan kasus paling infeksius (Kemenkes RI, 2019).

4. Cara Penularan

Mycobacterium tuberculosis dibawa oleh partikel di udara yang disebut droplet nuclei dengan diameter 1 sampai 5 mikron. Ketika seseorang dengan tuberkulosis paru batuk, bersin, berteriak karena sakit, atau bernyanyi, inti droplet yang menular berkembang. Tergantung pada lingkungannya, partikel kecil ini dapat bertahan di udara selama beberapa jam. *Mycobacterium tuberculosis* ditularkan melalui udara, bukan melalui kontak permukaan. Infeksi terjadi ketika nukleus yang mengganggu droplet nuclei *M. tuberculosis* melewati mulut, saluran hidung, saluran pernapasan bagian atas, dan bronkus dan mencapai alveoli (CDC, 2013).

Alur sederhana penularan tuberkulosis berawal dari kasus sumber tuberkulosis yang menghasilkan partikel infeksius. Selanjutnya partikel infeksius tersebut bertahan diudara dan terhirup oleh individu yang rentan sehingga dapat terinfeksi dan kemudian berpotensi mengembangkan tuberkulosis (Dowdy *et al*, 2014).



Gambar 2.1 Alur Penularan Tuberkulosis (Churchyard, 2017)

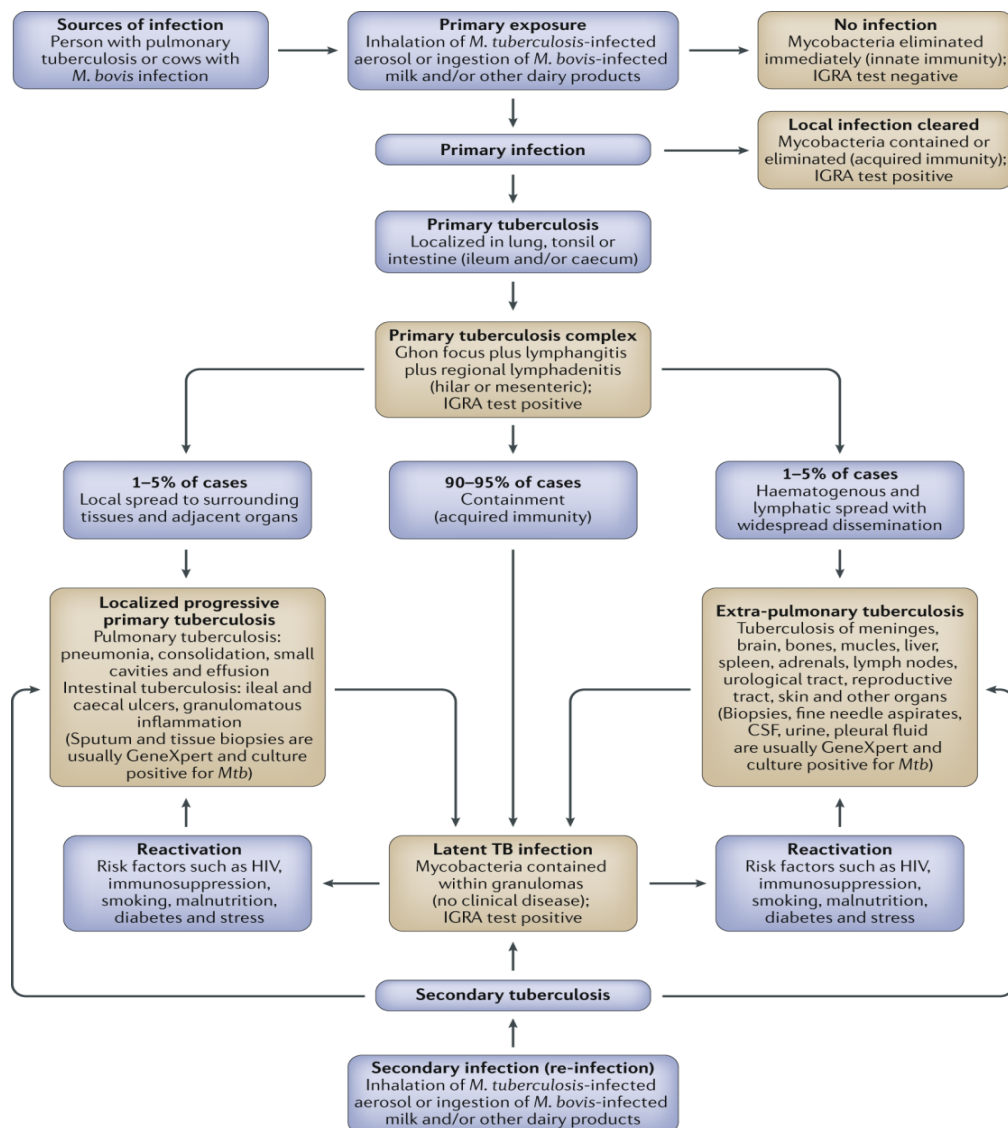
Infeksi dan lamanya infeksi pada orang dengan tuberkulosis bergantung pada faktor pejamu dan bakteri. Orang dengan TB paru BTA (+) sangat menular, dan derajat penularan diperkirakan meningkat dengan derajat BTA (+). Dalam survei kontak rumah tangga besar di Peru, kasus dengan indeks BTA (+) dikaitkan dengan risiko infeksi yang lebih tinggi di antara kontak serumah dibandingkan dengan kasus dengan indeks BTA negatif, terlepas dari usia kontak dalam rumah tangga (Zelner *et al*, 2014).

Penularan tuberkulosis ke kontak rumah tangga paling mungkin terjadi ketika kasus indeks BTA (+) dan kontak rumah tangga berusia <15 tahun (Zelner et al, 2014). Meskipun fokus sejarah pada penularan rumah tangga, proporsi keseluruhan penularan tuberkulosis yang terjadi di rumah tangga diperkirakan antara 8% dan 19% di negara-negara dengan prevalensi HIV tinggi, seperti Afrika Selatan dan Malawi (Yates et al, 2016). Penularan tuberkulosis lebih mungkin terjadi di luar rumah, di sekolah, pengaturan transportasi umum, tempat kerja, fasilitas kesehatan, tambang, dan penjara (Andrew et al, 2014).

Wilayah geografis dengan peningkatan penularan tuberkulosis (disebut hotspot) dapat diidentifikasi dengan menggunakan pemetaan geospasial, dan intervensi yang ditargetkan ke wilayah ini dapat membantu menghentikan penularan (Zelner et al, 2016). Di negara dengan beban tuberkulosis rendah, seperti Amerika Serikat, menargetkan skrining aktif berbasis komunitas dan terapi pencegahan isoniazid ke lingkungan dengan beban relatif tinggi efektif dalam menghilangkan tuberkulosis di lingkungan intervensi (Cegielski et al, 2013).

5. Patogenesis

Siklus infeksi TB dimulai dengan penyebaran aerosol *M. tuberculosis*. Patogenesis tuberkulosis terbagi menjadi 2 fase yaitu TB primer dan TB sekunder.



Gambar 2.2 Patogenesis *Mycobacterium tuberculosis*

(Muneer *et al*, 2019)

a. TB Primer

Infeksi primer terjadi selama paparan awal *M. tuberculosis*. Biasanya terjadi pada masa kanak-kanak dan sering diartikan sebagai tuberkulosis anak. Namun, infeksi ini dapat terjadi pada semua usia pada individu yang belum pernah terpapar M.TB. Tetesan kecil yang

mengandung basil inhalasi biasanya menempati alveoli terminal paru-paru, terletak di lobus bawah atau atas paru-paru. Basil kemudian difagositosis oleh makrofag. Produk mikobakteri dapat memblokir kemampuan bakterisida makrofag alveolar, memungkinkan bakteri untuk bereplikasi dalam makrofag. Makrofag dan monosit lain merespons kemokin yang dihasilkan, bergerak ke titik fokus infeksi, dan menghasilkan respons imun. Area peradangan ini disebut fokus Ghon. Kemudian, basil dan antigen bermigrasi keluar dari lesi Ghon melalui jalur limfatik, mencapai kelenjar getah bening hilus dan membentuk kompleks primer (Ghon). Peradangan menghasilkan penampilan khas nekrosis keju (Kemenkes RI, 2019).

Di kelenjar getah bening, limfosit T akan membentuk respon imun spesifik, mengaktifkan makrofag, dan menghambat pertumbuhan bakteri fagositik. Fokus utama ini mengandung 1.000-10.000 bakteri dan kemudian terus bereplikasi. Area inflamasi di dalam fokus primer akan digantikan dengan jaringan fibrotik dan kalsifikasi, yang didalamnya terdapat makrofag yang mengandung basil terisolasi yang akan mati jika sistem imun host adekuat. Beberapa basil tetap dorman di dalam fokus primer untuk beberapa bulan atau tahun, hal ini dikenal dengan “kuman laten”. Infeksi primer biasanya bersifat asimtomatik dan akan menunjukkan hasil tuberkulin positif dalam 4-6 minggu setelah infeksi. Dalam beberapa kasus, respon imun tidak cukup kuat untuk menghambat perkembangbiakan bakteri dan basil akan

menyebar dari sistem limfatik ke aliran darah dan menyebar ke seluruh tubuh, menyebabkan penyakit TB aktif dalam beberapa bulan. TB primer progresif pada parenkim paru menyebabkan membesarnya fokus primer, sehingga dapat ditemukan banyak area menunjukkan gambaran nekrosis kaseosa dan dapat ditemukan kavitas, menghasilkan gambaran klinis yang serupa dengan TB post primer (Kemenkes RI, 2019).

b. TB Sekunder

Tuberkulosis sekunder adalah pola penyakit yang terjadi pada pejamu yang sebelumnya rentan terhadap bakteri tuberkulosis. Ini terjadi setelah masa inkubasi beberapa bulan hingga beberapa tahun setelah infeksi awal, kemungkinan karena reaktivasi atau reinfeksi bakteri laten. Reaktivasi terjadi ketika basil dorman yang telah berada di jaringan selama berbulan-bulan atau bertahun-tahun setelah infeksi awal mulai berkembang biak lagi. Hal tersebut merupakan respons terhadap melemahnya sistem kekebalan inang karena infeksi HIV. Infeksi ulang terjadi ketika orang yang terinfeksi terkena infeksi awal lagi melalui kontak dengan seseorang yang memiliki penyakit TB aktif. Dalam beberapa kasus, ini adalah bagian dari proses infeksi awal (Kemenkes RI, 2019).

Setelah terjadinya infeksi primer, perkembangan cepat menjadi penyakit intra-torakal lebih sering terjadi pada anak dibanding pada orang dewasa. Foto toraks mungkin dapat memperlihatkan gambaran

limfadenopati intratorakal dan infiltrat pada lapang paru. TB post-primer biasanya mempengaruhi parenkim paru namun dapat juga melibatkan organ tubuh lain. Karakteristik dari TB sekunder adalah ditemukannya kavitas pada lobus superior paru dan kerusakan paru yang luas. Pemeriksaan sputum biasanya menunjukkan hasil yang positif dan biasanya tidak ditemukan limfadenopati intratorakal (Kemenkes RI, 2019).

6. Tanda dan Gejala

a. Gejala utama

Batuk terus menerus dan berdahak selama 3 minggu atau lebih (Mardiah, 2019).

b. Gejala tambahan, yang sering dijumpai adalah sebagai berikut.

- 1) Batuk/ batuk darah: batuk terjadi dikarenakan adanya iritasi pada bronkus. Batuk ini diperlukan untuk membuang produk-produk radang. Batuk baru ada setelah terjadi peradangan pada paru - paru setelah berminggu-minggu. Sifat batuk dimulai dari batuk kering kemudian setelah timbul peradangan menjadi produktif (menghasilkan sputum) (Widiastuti & Siagian, 2019). Keadaan lanjut adalah berupa batuk darah karena pembuluh darah yang pecah. Kebanyakan terjadi pada kavitas, namun dapat terjadi juga di ulkus dinding bronkus.

- 2) Sesak nafas : pada penyakit ringan belum dirasakan sesak napas. Namun akan ditemukan pada penyakit yang sudah lanjut, yaitu pada infiltrasinya sudah meliputi setengah paru.
- 3) Nyeri dada : nyeri dada timbul bila infiltrasi radang sudah sampai ke pleura sehingga menimbulkan pleuritis. Terjadi gesekan kedua pleura sewaktu pasien inspirasi atau aspirasi.
- 4) Rasa kurang enak badan (malaise) : gejala ini sering ditemukan berupa anoreksia, berat badan menurun, sakit kepala, meriang, nyeri otot, keringat malam dan lain-lain. Gejala malaise ini semakin lama semakin berat dan terjadi hilang timbul secara tidak teratur.
- 5) Penurunan berat badan selama tiga bulan berturut-turut tanpa alasan yang jelas, atau tidak ada penambahan berat badan dalam waktu satu bulan setelah upaya perbaikan gizi dilakukan.
- 6) Demam yang lama (≥ 2 minggu) dan/atau berulang tanpa sebab yang jelas (bukan demam tifoid, infeksi saluran kemih, malaria, dan lain-lain). Demam umumnya tidak tinggi. Keringat malam saja bukan merupakan gejala spesifik TBC apabila tidak disertai dengan gejala-gejala sistemik/umum lain. Keadaan ini sangat dipengaruhi oleh daya tahan tubuh penderita dan banyaknya bakteri yang masuk (Rahmaniati & Apriyani, 2018).

7. Klasifikasi

Pasien suspek (*suspicious*) TB adalah pasien yang mempunyai keluhan atau gejala klinis yang mendukung TB (dulu disebut suspek TB) (Kemenkes, 2019). Pasien dengan TB yang didiagnosis secara klinis yang kemudian telah dipastikan memiliki infeksi bakteriologis (sebelum dan setelah memulai pengobatan) harus direklasifikasi sebagai pasien TB (Kemenkes RI, 2019). Diagnosis TB dengan konfirmasi bakteriologis atau klinis dapat diklasifikasikan sebagai berikut.

a. Klasifikasi berdasarkan hasil pemeriksaan dahak mikroskopis

Adapun klasifikasi tuberkulosis paru berdasar hasil pemeriksaan dahak mikroskopis, yaitu sebagai berikut:

1) Tuberkulosis Paru BTA (+)

Kriteria diagnostik tuberkulosis paru BTA (+) harus meliputi:

- a) 2 dari 3 spesimen dahak SPS (sewaktu, pagi, sewaktu) menunjukkan BTA (+).
- b) 1 spesimen dahak SPS (sewaktu, pagi, sewaktu) hasilnya BTA (+) dan foto toraks dada menunjukkan gambaran tuberkulosis.
- c) 1 spesimen dahak SPS (sewaktu, pagi, sewaktu) menunjukkan BTA (+) dan biakan kuman tuberkulosis positif.
- d) Hasil sebelumnya menunjukkan BTA negatif, namun pemeriksaan selanjutnya menunjukkan 1 atau lebih spesimen dahak hasilnya positif setelah 3 spesimen dahak SPS (sore,

pagi, sewaktu) dan tidak ada perbaikan setelah pemberian antibiotika non Obat Anti Tuberkulosis (OAT).

2) Tuberkulosis Paru BTA Negatif

Kriteria diagnosis tuberkulosis paru BTA negatif meliputi:

- a) Sedikitnya 3 spesimen dahak SPS (sewaktu, pagi, sewaktu) hasilnya BTA negatif.
- b) Foto toraks abnormal menunjukkan gambaran tuberkulosis.
- c) Setelah pemberian antibiotika non Obat Anti Tuberkulosis (OAT) menunjukkan tidak ada perbaikan. Pengobatan selanjutnya berdasarkan pertimbangan dokter.

b. Klasifikasi berdasarkan riwayat pengobatan:

- 1) Kasus baru adalah pasien yang belum pernah mendapat OAT sebelumnya atau riwayat mendapatkan OAT kurang dari 1 bulan (< dari 28 dosis bila memakai obat program).
- 2) Kasus dengan riwayat pengobatan adalah pasien yang pernah mendapatkan OAT 1 bulan atau lebih (>28 dosis bila memakai obat program). Kasus ini diklasifikasikan lebih lanjut berdasarkan hasil pengobatan terakhir sebagai berikut:
 - a) Kasus kambuh adalah pasien yang sebelumnya pernah mendapatkan OAT dan dinyatakan sembuh atau pengobatan lengkap pada akhir pengobatan dan saat ini ditegakkan diagnosis TB episode kembali (karena reaktivasi atau episode baru yang disebabkan reinfeksi).

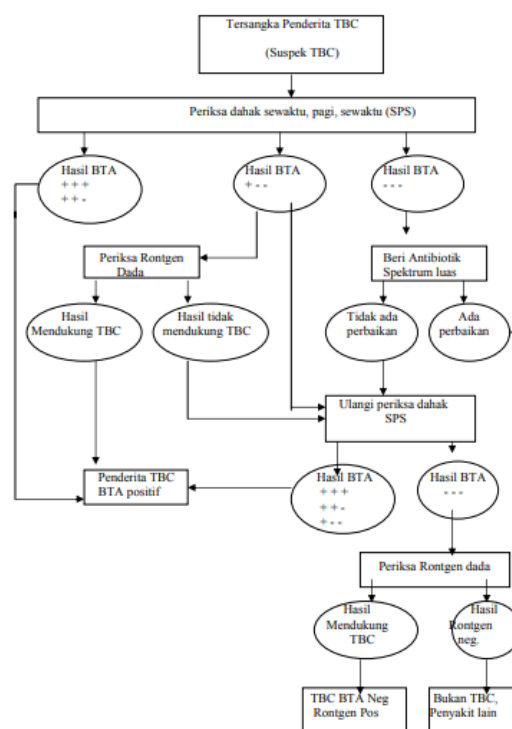
- b) Kasus pengobatan setelah gagal adalah pasien yang sebelumnya pernah mendapatkan OAT dan dinyatakan gagal pada akhir pengobatan.
- c) Kasus setelah *loss to follow up* adalah pasien yang pernah menelan OAT 1 bulan atau lebih dan tidak meneruskannya selama lebih dari 2 bulan berturut-turut dan dinyatakan *loss to follow up* sebagai hasil pengobatan.
- d) Kasus lain-lain adalah pasien sebelumnya pernah mendapatkan OAT dan hasil akhir pengobatannya tidak diketahui atau tidak didokumentasikan.
- e) Kasus dengan riwayat pengobatan tidak diketahui adalah pasien yang tidak diketahui riwayat pengobatan sebelumnya sehingga tidak dapat dimasukkan dalam salah satu kategori di atas.

Penting diidentifikasi bahwa pasien dengan TB yang didiagnosis secara klinis yang kemudian telah dipastikan memiliki infeksi bakteriologis (sebelum dan setelah memulai pengobatan) harus direklasifikasi sebagai pasien TB (Kemenkes RI, 2019).

8. Diagnosis

Semua pasien yang diduga tuberkulosis harus menjalani tes bakteriologis untuk memastikan penyakit tuberkulosis. Pengujian bakteriologis mengacu pada pengujian apusan dari biologik, pengujian kultur, dan menemukan metode cepat (TCM) yang direkomendasikan oleh M. tuberculosis atau WHO.

Di daerah di mana kualitas laboratorium dipantau oleh sistem pemantauan kualitas eksternal, kasus tuberkulosis BTA (+) dikonfirmasi setidaknya berdasarkan hasil tes BTA (+) dan berasal dari setidaknya satu sampel. Di daerah di mana kualitas laboratorium tidak dipantau, jika setidaknya dua spesimen memiliki BTA (+), maka kasus TB BTA didefinisikan sebagai (+). Jika hanya satu spesimen yang positif untuk pemeriksaan lebih lanjut, ulangi pemeriksaan rontgen dada atau pemeriksaan dahak SPS (Kemenkes RI, 2019). Berikut alur diagnosis tuberkulosis pada suspek TB.



Gambar 2.3 Alur Diagnosis TB (Kemenkes RI, 2016)

Spesimen sputum mikroskopis berjumlah 2 (dua), dan kualitasnya baik. Sampel uji dapat berasal dari dahak kapan saja atau di pagi hari. BTA (+) mengacu pada apakah satu atau dua sampel pemeriksaan dahak

menunjukkan hasil apusan (+). Pasien yang hasil pemeriksaan sputum pertamanya BTA (+) dapat langsung diidentifikasi sebagai pasien BTA (+). Sedangkan BTA (-) jika sampel uji dahak menunjukkan hasil BTA negatif. Jika hasil mikroskopis negatif, diagnosis tuberkulosis dapat ditegakkan secara klinis dengan menggunakan hasil pemeriksaan klinis dan penunjang yang sesuai (minimal foto rontgen dada) yang ditentukan oleh dokter. Semua pemeriksaan mikroskopis negatif dan rujukan (radiasi / TCM / kultur) tidak tersedia. Kemudian, antibiotik spektrum luas (non-OAT dan non-kuinolon) pertama kali diberikan selama 1-2 minggu. Jika tidak ada perbaikan klinis setelah pemberian antibiotik, pasien harus dievaluasi untuk faktor risiko tuberkulosis. Pasien dengan faktor risiko tinggi untuk tuberkulosis dapat didiagnosis dengan tuberkulosis klinis. Faktor risiko TB yang dimaksud antara lain:

- a. Terbukti ada kontak dengan pasien TB
- b. Ada penyakit komorbid: HIV, DM
- c. Tinggal di wilayah berisiko TB: Lapas/Rutan, tempat penampungan pengungsi, daerah kumuh, dll (Kemenkes RI, 2016).

9. Pengobatan

- a. Tujuan pengobatan TB menurut Kemenkes RI (2019) 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 dari pengobatan tuberkulosis. Pengobatan tuberkulosis merupakan salah satu upaya yang paling efektif untuk mencegah penyebaran bakteri penyebab tuberkulosis. Pengobatan yang adekuat harus memenuhi prinsip:

- 1) Pengobatan diberikan dalam bentuk paduan OAT yang tepat yaitu minimal 4 macam obat untuk mencegah terjadinya resistensi
- 2) Diberikan dalam dosis yang tepat
- 3) Dikonsumsi secara teratur dan diawasi 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. Kombinasi pengobatan pada tahap ini bertujuan untuk secara efektif mengurangi jumlah bakteri dalam tubuh pasien dan meminimalkan efek dari sejumlah kecil bakteri yang mungkin telah resisten sebelum pasien menerima pengobatan. Dikatakan bahwa. Pengobatan awal untuk semua

pasien baru harus diberikan selama 2 bulan. Secara umum, tanpa pengobatan dan komplikasi yang teratur, tingkat infeksi berkurang secara signifikan setelah dua minggu pertama pengobatan.

2) Tahap lanjutan

Pengobatan lanjutan bertujuan untuk membunuh sisa-sisa kuman yang masih ada di dalam tubuh, terutama kuman yang bersifat permanen, sehingga penderita dapat sembuh dan mencegah kekambuhannya. Durasi stadium lanjut adalah 4 bulan. Pada fase lanjutan seharusnya obat diberikan setiap hari.

Tabel 2.1 Dosis OAT Rekomendasi 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)	-

Sumber : Kemenkes RI, 2016

Keterangan: Pasien di atas 60 tidak dapat mentolerir dosis melebihi 500-700 mg per hari. Beberapa pedoman merekomendasikan dosis 10 mg/kg berat badan untuk pasien dalam kelompok usia ini. Pasien dengan berat badan kurang dari 50 kg tidak dapat mentoleransi dosis yang melebihi 500-750 mg per hari.

10. Penemuan Penderita Tuberkulosis

Penemuan penderita tuberkulosis paru dilakukan secara;

a. *Passive promotif case finding*

Yaitu deteksi pasien secara pasif dengan promosi aktif pengunjung (tersangka atau tersangka) di fasilitas kesehatan. Hasil ini secara pasif didukung oleh konseling aktif dari penyedia layanan kesehatan dan masyarakat umum untuk meningkatkan tingkat deteksi pasien suspek TB paru.

b. Pemeriksaan pada tersangka yang kontak dengan penderita

Artinya, semua apusan (+) seluruh penderita tuberkulosis yang pernah terpapar gejala yang sama, kemudian dilakukan pemeriksaan dahak selama 2 hari berturut-turut, termasuk 3 spesimen dahak pada pagi dan waktu bersamaan (SPS). Sputum yang terkumpul dikirim ke laboratorium.

11. Faktor Yang Mempengaruhi Tuberkulosis

Teori John Gordon mengemukakan bahwa wabah penyakit sangat dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu bakteri (*agents*), inang (*host*), dan lingkungan (*environment*). Elemen penting ketiga ini disebut Segitiga Epidemiologi, dan hubungan antara ketiga elemen ini secara sederhana digambarkan sebagai skala. Dengan kata lain, di satu sisi merupakan agen penyebab penyakit, dan di sisi lain lingkungan sebagai inang atau titik tumpu.

Faktor agent, pejamu, dan lingkungan dapat saling berhubungan dalam menimbulkan suatu penyakit salah satunya yang dapat menyebabkan tuberkulosis. Setiap penyakit membutuhkan keseimbangan dan interaksi yang berbeda dari ketiga faktor tersebut. Pengembangan tindakan yang tepat, praktis dan efektif untuk mengendalikan atau mencegah penyakit biasanya memerlukan evaluasi dan interaksi dari ketiga faktor ini (Chan, 2015).

a. Faktor Agent

Agent adalah mikroorganisme atau patogen infeksius seperti virus, bakteri, parasit, atau mikroorganisme lainnya. Secara umum, obat dapat menyebabkan penyakit, tetapi keberadaan obat saja tidak selalu cukup untuk menyebabkan penyakit. Apakah paparan suatu organisme menyebabkan penyakit tergantung pada berbagai faktor, termasuk patogenisitas (kemampuan untuk menyebabkan penyakit) dan dosis organisme (CDC, 2012).

Tuberkulosis adalah suatu penyakit infeksi menular yang disebabkan bakteri *Mycobacterium tuberculosis*, yang dapat menyerang berbagai organ, terutama paru-paru (WHO, 2019).

b. Faktor Host

Host (pejamu) adalah organisme, biasanya manusia atau hewan yang menjadi tempat persinggahan penyakit. Pejamu memberikan tempat dan kehidupan kepada suatu pathogen (Achmad, 2010).

1) Usia

Usia merupakan salah satu faktor risiko penyakit tuberkulosis. Menurut kelompok umur, kasus terbaru adalah 21,40% pada kelompok usia 25-34, diikuti 19,41% pada kelompok usia 35-44 dan 19,39% pada kelompok usia 45-54. Sekitar 75% penderita tuberkulosis berada pada kelompok usia paling produktif secara ekonomi (15-50 tahun) (Depkes RI, 2011). Penelitian Dotulong (2015) menyatakan bahwa terdapat hubungan antara usia dengan kejadian tuberkulosis dengan nilai p-value 0,012.

Usia produktif adalah usia di mana seseorang melakukan banyak aktivitas, seperti bekerja, berkomunikasi dengan anggota keluarga, belajar, dan aktivitas lainnya. Orang dengan banyak aktivitas akan lebih sering berinteraksi dengan lingkungannya, terutama jika lingkungan terdekat adalah keluarga. Interaksi ini memungkinkan terjadinya penyebaran tuberkulosis, terutama pada pasien TB BTA (+), yang merupakan sumber utama penularan tuberkulosis (Kemenkes RI, 2018).

2) Jenis Kelamin

Menurut jenis kelamin, kejadian BTA+ pada pria kira-kira 1,5 kali lebih tinggi daripada BTA+ pada wanita. Di setiap provinsi di Indonesia, kasus BTA+ lebih banyak terjadi pada laki-laki daripada perempuan (Kemenkes RI, 2014).

Hal ini karena laki-laki beresiko lebih besar untuk terkena penyakit TB paru di bandingkan dengan perempuan. Terdapat beberapa faktor seperti perbedaan perilaku dimana lebih banyak laki laki yang merokok (96,3%) dibandingkan dengan perempuan (3,7%) (Nurjana, 2015). Merokok dan alcohol dapat menurunkan imunitas tubuh sehingga lebih mudah terkena penyakit TB paru.

3) Komorbiditas

Komorbiditas atau penyakit penyerta adalah penyakit atau kondisi yang terjadi secara bersama-sama pada seseorang. Sederhananya, penyakit penyerta adalah penyakit penyerta. Contoh komorbid TB biasanya diabetes atau HIV. Penyakit penyerta cenderung meningkatkan risiko kesehatan seseorang ketika tertular penyakit tertentu, yang mengganggu penyembuhan.

Diabetes melitus merupakan faktor risiko penting untuk perkembangan tuberkulosis aktif. Diabetes mellitus adalah penyakit kronis, tidak menular yang melemahkan sistem kekebalan tubuh, membuat orang 3 kali lebih mungkin untuk mengembangkan tuberkulosis aktif. Diabetes melitus merupakan salah satu penyebab yang mempengaruhi sistem kekebalan tubuh dan berperan dalam timbulnya penyakit tuberkulosis pada mereka yang telah terinfeksi kuman tuberkulosis (Kemenkes RI, 2015).

Tuberkulosis (TB) merupakan salah satu penyakit menular yang paling umum pada pasien HIV/AIDS. Akibat kerusakan

imunitas yang diperantarai sel dari infeksi HIV, menyebabkan berbagai infeksi oportunistik seperti tuberkulosis. Angka kematian akibat infeksi HIV pada pasien tuberkulosis lebih tinggi. HIV merupakan penyebab kematian tersering (30-50%) pada pasien tuberkulosis. Mekanisme infeksi tuberkulosis pada pasien HIV: reaktivasi, infeksi baru progresif. Infeksi HIV menyebabkan kerusakan luas pada sistem kekebalan yang diperantarai sel, yang menyebabkan koinfeksi. Infeksi HIV mempercepat perjalanan tuberkulosis dan menyebabkan kematian (Mulyadi & Fitrika, 2011).

4) Imunitas

Pada sisi pejamu, kerentanan terhadap infeksi *Mycobacterium tuberculosis* sangat dipengaruhi oleh daya tahan tubuh seseorang pada saat itu (Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2016; Indah, 2018). Penelitian Pizzo dan Wilfert (1994) melaporkan bahwa sel-sel imunokompeten tubuh telah terbentuk sempurna pada waktu bayi lahir. Pemberian vaksinasi BCG lebih dini akan menimbulkan respon imun yang lebih dini pula, terutama respon imun seluler bukan respon imun humoral. Karena respon imun berkaitan erat dengan kemampuan tubuh untuk melawan penyakit maka hasil penelitian yang dilakukan penulis memberikan indikasi bahwa pemberian imunisasi akan menumbuhkan daya tahan tubuh

terhadap penyakit tuberkulosis dengan demikian dapat mencegah tuberkulosis paru lebih awal (Susanto, 2016).

5) Status Gizi

Gizi merupakan salah satu faktor penting yang menentukan tingkat kesehatan dan kesejahteraan manusia. Apabila kebutuhan gizi optimal terpenuhi maka akan tercapai keadaan gizi yang optimal (Arisman, 2009). Gizi buruk mempengaruhi daya tahan tubuh seseorang dan membuatnya rentan terhadap penyakit infeksi, salah satunya tuberkulosis (Almatsier, 2006). Malnutrisi meningkatkan risiko tuberkulosis. Di sisi lain, tuberkulosis dapat menyebabkan status gizi buruk karena perjalanan penyakit yang mempengaruhi sistem kekebalan tubuh manusia (Puspita, 2016).

c. Faktor Lingkungan

Lingkungan mengacu pada faktor-faktor ekstrinsik yang mempengaruhi agent dan kesempatan untuk terpapar. Faktor-faktor lingkungan dapat mencakup faktor-faktor fisik seperti geografi dan iklim, faktor biologi seperti tumbuhan dan hewan, dan faktor sosial ekonomi seperti sanitasi, kepadatan, dan ketersediaan layanan kesehatan (Chan, 2015).

1) Lingkungan Fisik

a) Sanitasi Rumah

Menurut Winslow dalam Chandra (2006), rumah sehat adalah rumah yang memenuhi kriteria sebagai rumah sehat.

Salah satu kriteria rumah sehat adalah dapat memenuhi kebutuhan fisiologis atau lingkungan fisik rumah. Menurut Depkes RI (2005), rumah sehat adalah proporsi rumah dalam suatu wilayah kerja yang pada waktu tertentu memenuhi kriteria kesehatan minimal untuk komponen rumah dan fasilitas sanitasi yang terdiri dari tiga komponen (rumah, fasilitas sanitasi, dan perilaku). Minimum yang memenuhi kriteria sehat pada masing-masing parameter adalah sebagai berikut:

- (1) Minimum dari kelompok komponen rumah adalah dinding, jendela kamar tidur, ventilasi, langit-langit, jendela ruang keluarga, sarana pembuangan asap dapur dan pencahayaan.
- (2) Minimum kelompok fasilitas pendukung rumah sehat adalah sarana air bersih, jamban (sarana pembuangan kotoran), sarana pembuangan air limbah (SPAL) dan sarana pembuangan sampah.
- (3) Perilaku sanitasi rumah adalah usaha kesehatan masyarakat untuk menitikberatkan pada pengawasan terhadap struktur fisik yang digunakan sebagai tempat berlindung yang mempengaruhi derajat kesehatan manusia (Azwar, 1986)

Kebersihan keluarga erat kaitannya dengan kejadian penyakit menular, terutama penyakit saluran pernafasan. Lingkungan tempat tinggal sangat berpengaruh terhadap terjadinya dan penyebaran penyakit TBC (Azwar, 1990).

Menurut penelitian Rappe & Astri (2020), kondisi fisik rumah berhubungan dengan kejadian tuberkulosis, dan merupakan media penularan dan perkembangbiakan *Mycobacterium tuberculosis*. Pembangunan rumah dan lingkungannya yang tidak memenuhi syarat sanitasi merupakan faktor risiko penyebaran berbagai penyakit, salah satunya TBC. Berdasarkan penelitian Listyowati (2011) bahwa rumah sehat dapat menurunkan risiko angka kejadian TB Paru, terutama perilaku penghuni yang buruk dapat meningkatkan risiko angka kejadian TB Paru.

Persyaratan kesehatan rumah tinggal telah ditentukan oleh Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 829/Menkes/SK/VII/1999 sebagai berikut:

(1) Bahan Bangunan

(a) Tidak terbuat dari bahan bangunan yang dapat membahayakan kesehatan, antara lain sebagai berikut:

((1)) Debu Total tidak lebih dari 150 $\mu\text{g m}^3$

((2)) Asbes bebas tidak melebihi 0,5 fiber/ $\text{m}^3/4\text{jam}$

((3)) Timah hitam tidak melebihi 300 mg/kg.

(b) Tidak terbuat dari bahan yang dapat menjadi tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme patogen.

(2) Komponen dan penataan ruang rumah

Komponen rumah harus memenuhi persyaratan fisik dan biologis sebagai berikut:

(a) Lantai kedap air dan mudah dibersihkan

(b) Dinding

((1)) Di ruang tidur, ruang keluarga dilengkapi dengan sarana ventilasi untuk pengaturan sirkulasi udara

((2)) Di kamar mandi dan tempat cuci harus kedap air dan mudah dibersihkan

(c) Langit-langit harus mudah dibersihkan dan tidak rawan kecelakaan

(d) Bumbung rumah yang memiliki tinggi 10 meter atau lebih harus dilengkapi dengan penangkal petir

(e) Ruang di dalam rumah harus ditata agar berfungsi sebagai ruang tamu, ruang keluarga, ruang makan, ruang tidur, ruang dapur, ruang mandi dan ruang bermain anak

(f) Ruang dapur harus dilengkapi dengan sarana pembuangan asap.

(3) Pencahayaan

Pencahayaan alam dan/atau buatan yang langsung maupun tidak langsung dapat menerangi seluruh ruangan minimal intensitasnya 60 lux, dan tidak menyilaukan.

(4) Kualitas Udara

Kualitas udara di dalam rumah tidak melebihi ketentuan sebagai berikut:

- (a) Suhu udara nyaman berkisar 18°C sampai dengan 30°C
- (b) Kelembaban udara berkisar antara 40% sampai 70%
- (c) Konsentrasi gas SO₂ tidak melebihi 0,10 ppm/24 jam
- (d) Pertukaran udara ("air exchange rate") 5 kaki kubik per menit per penghuni
- (e) Konsentrasi gas CO tidak melebihi 100 ppm/8 jam
- (f) Konsentrasi gas formaldehid tidak melebihi 120 mg/m³

(5) Ventilasi

Luas penghawaan atau ventilasi alamiah yang permanen minimal 10% dari luas lantai.

(6) Binatang Penular Penyakit

Tidak ada tikus bersarang di dalam rumah.

(7) Air

- (a) Tersedia sarana air bersih dengan kapasitas minimal 60 liter/hari/orang
- (b) Kualitas air harus memenuhi persyaratan kesehatan air bersih dan/atau air minum sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

(8) Tersedianya sarana penyimpanan makanan yang aman

(9) Limbah

- (a) Limbah cair yang berasal dari rumah tidak mencemari sumber air, tidak menimbulkan bau, dan tidak mencemari permukaan bumi
- (b) Limbah padat harus dikelola agar tidak menimbulkan bau, pencemaran terhadap permukaan tanah.

(10) Kepadatan hunian ruang tidur

Luas ruang tidur minimal 8m^2 dan tidak dianjurkan digunakan lebih dari dua orang tidur dalam satu ruang tidur, kecuali anak dibawah umur 5 tahun.

b) Ketinggian Wilayah

Achmadi (2012) mengemukakan bahwa medan adalah struktur dan ketinggian permukaan, yang dapat menentukan komponen lingkungan atau ekosistem di atas permukaan. Misalnya, konsentrasi oksigen di tempat-tempat beberapa kilometer di atas permukaan laut akan lebih rendah daripada di dataran rendah. Oleh karena itu, secara teoritis *Mycobacterium tuberculosis* atau mikroorganisme penyebab tuberkulosis tidak dapat bertahan lama di lingkungan pegunungan. Ketinggian wilayah juga berpengaruh terhadap suhu dan kelembaban udara, serta kerapatan oksigen, yang lebih lanjut dapat mempengaruhi viabilitas *Mycobacterium tuberculosis* (Achmadi, 2008).

Berdasarkan penelitian Haq *et al* (2020) menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan antara ketinggian wilayah Kota Bukittinggi yang memiliki ketinggian antara 750 - 975 mdpl dengan proporsi TB paru BTA (+) dengan korelasi yang kuat dan berpola negatif. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin rendah ketinggian wilayah maka semakin tinggi proporsi TB paru BTA (+). Kemudian berdasarkan penelitian Hartanto *et al* (2019) menunjukkan bahwa sebaran kasus TB Paru di Kota Semarang banyak ditemukan di wilayah yang ketinggiannya ≤ 150 mdpl. Ketinggian wilayah berkontribusi terhadap kejadian tuberkulosis dimana wilayah dataran rendah lebih berisiko 3,28 kali lebih besar untuk memiliki jumlah kasus tuberkulosis yang tinggi.

c) Suhu Udara

Suhu dipengaruhi oleh suhu luar ruangan, pergerakan udara dan kelembaban dalam ruangan. Suhu juga mempengaruhi penularan atau penularan patogen yaitu bakteri *Mycobacterium tuberculosis*, yang akan tumbuh secara optimal jika suhu dipertahankan pada tingkat yang optimal untuk kehidupan. Suhu yang disukai *M. tuberculosis* yaitu dalam rentang 25°C – 40°C, tetapi secara optimal tumbuh pada suhu 31°C – 37°C (Hartanto *et al*, 2019). Semakin tingginya suhu

maka semakin tinggi juga kelembaban udaranya yang menyebabkan bakteri *M. tuberculosis* dapat bertahan hidup lebih lama sehingga penularan dapat terjadi dengan lebih banyak. Berdasarkan penelitian Kuncoro *et al* (2017) menunjukkan bahwa jumlah kasus TB paru BTA (+) di Kota Manado terbanyak terjadi pada tahun 2014 dengan rata-rata suhu udara 27,1°C. Adapun terjadi peningkatan suhu udara diikuti dengan peningkatan jumlah kasus TB paru BTA (+) di kecamatan Bunaken Kepulauan, Singkil, Mapanget, Paal Dua, dan Tikala.

d) Kelembaban Udara

Achmadi (2012) menyatakan bahwa iklim dan kejadian penyakit sangat erat kaitannya, terutama dalam munculnya berbagai penyakit menular. Iklim dapat digunakan sebagai prediktor kejadian berbagai penyakit menular dan sebagai pedoman dalam pelayanan kesehatan khususnya manajemen penyakit berbasis masyarakat. Mikroorganisme yang membawa hewan dan penyakit memiliki habitat lokal dan bergantung pada faktor lingkungan yang mendukung hewan, seperti suhu, kelembaban, ketersediaan air, dan ketersediaan makanan. Kelembaban merupakan media yang cocok untuk pertumbuhan mikroorganisme, termasuk *M. tuberculosis*, sehingga daya tahannya lama. Berdasarkan temuan Tempone *et al.* (2017) di

wilayah kerja Puskesmas Tikarabal Manado, responden yang memiliki rumah dengan kelembaban di atas 70% berisiko menderita tuberkulosis paru sebesar 4,7 kali .

e) Polusi Udara

Polusi udara dalam ruangan dapat meningkatkan risiko infeksi *Mycobacterium tuberculosis*. Asap dapur dan asap rokok merupakan sumber polusi dalam ruangan. Asap kayu bakar mengandung zat yang menyebabkan iritasi dan peradangan bronkus, meningkatkan reaktivitas, mengurangi respons makrofag, dan menurunkan kekebalan, sehingga rentan terhadap infeksi bakteri dan virus. Kejadian tuberkulosis paru berhubungan dengan penggunaan bahan bakar padat seperti minyak tanah untuk memasak, pemanas ruangan dan penerangan di dalam rumah (Sayuti, 2013). Proporsi bahan bakar padat yang digunakan untuk memasak di negara berkembang lebih dari 80%.

Hasil desain studi kasus-kontrol Mishra et al. (1999) di India dan Brazil menunjukkan bahwa risiko tuberkulosis menggunakan minyak biomassa adalah 2,58 kali lipat dari penggunaan minyak non-biomassa (OR) = 2,58; 95%). CI=1,980-3,370; $p < 0,001$). Studi lain yang dilakukan oleh Ezzati dan Kammen (2002) juga menunjukkan bahwa proses pembakaran akan melepaskan partikel-partikel besar, seperti

karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO), formaldehida (CH₂O) dan hidrokarbon aromatik polisiklik, yang akan menempel pada alveolus dan menyebabkan kerusakan alveolus besar.

2) Lingkungan Biologi

a) Riwayat Kontak

Fitriani (2013) menemukan bahwa tingkat penularan tuberkulosis di lingkungan keluarga sangat tinggi, dengan rata-rata pasien mampu menginfeksi 2-3 orang di rumah, namun berisiko tertular di rumah tangga dengan pasien tuberkulosis lebih dari satu. Mengatakan itu empat kali lebih tinggi. .. Dibandingkan dengan rumah tangga dengan pasien 1TB. Hal ini terjadi karena keberadaan pasien tuberkulosis di dalam dan di sekitar rumah mereka meningkatkan frekuensi kontak dengan *M. tuberculosis*, penyebab penting tuberkulosis. Hasil penelitian Butiop, dkk (2015) di Minahasa Utara menunjukkan adanya hubungan antara kontak rumah dengan kejadian tuberkulosis paru, dan risiko tuberkulosis dengan faktor kontak rumah positif adalah kontak rumah negatif. Ia menyatakan 3,84 kali lebih besar dari faktor (OR = 3,84; 95% CI = 1,231-12,029; p = 0,016).

3) Lingkungan Sosial Ekonomi

a) Kepadatan Penduduk

Jumlah dan persebaran kepadatan penduduk di suatu wilayah. Selain penyebaran penyakit yang cepat, kepadatan penduduk, jumlah pasien jika terjadi kejadian abnormal, ukuran lokasi medis yang sesuai (Hastuti, 2016). Menurut WHO dalam Aditama (2012), daerah padat penduduk cenderung memiliki perumahan, kebersihan dan gizi yang buruk, yang mempercepat proses epidemi TB jika ada warga yang terkena tuberkulosis.

Kontak dengan penderita tuberkulosis paru lebih tinggi di daerah perkotaan yang padat penduduk dibandingkan di perdesaan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa mereka yang rentan terhadap paparan tuberkulosis paru lebih tinggi di daerah padat penduduk. Semakin besar komunitas, semakin luas cakupan masalah kesehatan dan semakin besar jumlah sumber daya kesehatan yang dibutuhkan. Penyakit menular dapat menyebar lebih cepat, dan masalah lingkungan seringkali lebih serius di daerah padat penduduk, sehingga sumber daya ini sering dibutuhkan (Simbolon, 2018).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Desaleng (2015) menunjukkan bahwa area yang lebih kecil maka kepadatan penduduk lebih tinggi, sehingga tingkat individu yang terpapar oleh infeksi TB lebih cepat.

Peningkatan infeksi ini karena tingkat kontak yang lebih tinggi dari individu yang menular (Desaleng & Koya, 2015).

b) Keluarga Pra Sejahtera

Menurut Badan Koordinasi Keluarga Berencana Nasional, keluarga pra sejahtera yaitu keluarga yang belum dapat memenuhi kebutuhan dasar secara minimal seperti kebutuhan akan pangan, sandang, papan, kesehatan, dan pendidikan. Kesejahteraan keluarga dalam Basis Data Terpadu dapat dikelompokkan ke dalam kelompok yang disebut desil. Desil adalah kelompok per-sepuluhannya sehingga seluruh rumah tangga dapat dibagi ke dalam 10 desil. Dengan demikian pengelompokan rumah tangga dalam Basis Data Terpadu adalah sebagai berikut:

- (1) Desil 1 adalah rumah tangga dalam kelompok 10% terendah, termasuk dalam kategori sangat miskin.
- (2) Desil 2 adalah rumah tangga dalam kelompok antara 10-20% terendah, termasuk dalam kategori miskin.
- (3) Desil 3 adalah rumah tangga dalam kelompok antara 20-30% terendah, termasuk dalam kategori hampir miskin.
- (4) Desil 4 adalah rumah tangga dalam kelompok 40% dengan tingkat terendah, termasuk dalam kategori rentan miskin, dan seterusnya hingga desil 10 yang termasuk pada kategori tidak miskin.

World Health Organization (2003) menyatakan bahwa 90% penderita tuberkulosis paru dunia menyerang kelompok dengan kondisi sosial ekonomi yang buruk atau miskin. Hubungan antara keluarga yang hidup pada masa sebelum kemakmuran dan tuberkulosis adalah hubungan timbal balik, dan tuberkulosis adalah penyebab kemiskinan, dan karena kemiskinan, seseorang menderita tuberkulosis. Situasi sosial ekonomi itu sendiri mungkin tidak hanya terkait langsung, tetapi juga dapat menjadi penyebab tidak langsung seperti memburuknya kondisi gizi, perumahan yang tidak sehat, dan berkurangnya akses ke layanan kesehatan. Menurut perhitungan, rata-rata orang dengan tuberkulosis kehilangan 3-4 bulan waktu kerja per tahun, dan juga kehilangan total pendapatan umum hingga 30% dari pendapatan keluarga.

Prevalensi tuberkulosis sangat dipengaruhi oleh pendapatan pribadi dan berdampak besar pada produktivitas ekonomi. Tuberkulosis juga merupakan penyakit utama yang paling mudah menyerang masyarakat miskin di dunia. Lebih dari 90% kasus dan kematian tuberkulosis terjadi di negara berkembang. Bahkan di negara yang sama, prevalensi tuberkulosis pada kelompok ekonomi memiliki perubahan yang berbeda dan berbanding terbalik dengan tingkat ekonominya (Hastuti, 2016).

c) Pendidikan

Pendidikan, seperti pekerjaan, adalah ukuran status sosial dan ekonomi yang sama berharganya. Orang-orang dengan pelatihan, keterampilan, dan pendidikan akan menghasilkan lebih banyak per tahun daripada mereka yang tidak memiliki pelatihan atau keterampilan. Orang yang berpendidikan tinggi lebih fokus pada tindakan pencegahan, lebih sadar akan masalah kesehatan, dan memiliki kesehatan yang lebih baik. Bagi perempuan, semakin tinggi tingkat pendidikan, semakin rendah angka kematian bayi dan angka kematian ibu (Timmreck, 2005).

Pendidikan berhubungan dengan kejadian TB pada usia produktif. Semakin rendah pendidikan seseorang maka semakin besar risiko untuk menderita TB Paru. Pendidikan berkaitan dengan pengetahuan yang nantinya berhubungan dengan upaya pencarian pengobatan. Pengetahuan yang dipengaruhi oleh tingkat pendidikan merupakan salah satu faktor pencetus (*predisposing*) yang berperan dalam memengaruhi keputusan seseorang untuk berperilaku sehat. Semakin tinggi pendidikan seseorang maka pengetahuan tentang TB semakin baik sehingga pengendalian agar tidak tertular dan upaya pengobatan bila terinfeksi juga maksimal (Nurjana, 2015).

d) Pekerjaan

Pekerjaan lebih dilihat dari kemungkinan eksposur spesifik, tingkat atau derajat eksposur, dan ukuran risiko menurut jenis pekerjaan, lingkungan kerja, dan karakteristik sosial ekonomi karyawan tertentu. Tuberkulosis mungkin juga terkait dengan berbagai penyakit paru-paru akibat kerja, yang paling umum adalah silikosis, yang biasanya terkait dengan penambangan tembaga. Selain itu, orang yang tidak bekerja akan lebih banyak menghabiskan waktu berkontak dengan keluarga penderita TBC, sehingga akan lebih mudah menularkan TBC melalui kontak dengan keluarga penderita TBC dibandingkan dengan pekerja (Noor, 2008).

Jenis pekerjaan seseorang juga memengaruhi terhadap pendapatan keluarga yang akan mempunyai dampak terhadap pola hidup sehari-hari yakni konsumsi makanan, dan pemeliharaan kesehatan. Selain itu pekerjaan juga akan berpengaruh terhadap kepemilikan rumah/konstruksi rumah. Seseorang yang mempunyai pendapatan yang kurang, maka konstruksi rumah yang dimiliki kemungkinan besar tidak memenuhi syarat kesehatan sehingga akan mempermudah terjadinya penularan penyakit TB Paru (Noor, 2008).

Menurut Timmreck (2005), karakteristik pekerjaan seseorang dapat mencerminkan pendapatan, status sosial,

pendidikan, status sosial ekonomi, dan risiko cedera dan masalah kesehatan pada populasi. Penyakit, kondisi, atau gangguan tertentu dapat terjadi di tempat kerja. Paru-paru coklat pekerja kecelakaan di industri garmen, paru-paru hitam pekerja tambang batu bara, dan beberapa atau beberapa anggota badan. Pekerjaan juga spesifik untuk pekerjaan tertentu dan juga merupakan penentu risiko dan penentu paparan yang merupakan prediktor kesehatan dan kondisi pekerjaan tertentu. Menurut survei Patiro, dkk (2017) di Puskesmas Tuminting Manado, terdapat hubungan antara kondisi kerja dengan kejadian tuberkulosis paru, dan risiko tuberkulosis paru pada pekerja meningkat tiga kali lipat. Mereka yang tidak bekerja (OR = 3.09; CI 95% = 1.292-7.417; p = 0.018).

4) Lingkungan Sosial Budaya

a) Kebiasaan Merokok

Rokok dapat menyebabkan perubahan struktural dalam pajanan *Mycobacterium tuberculosis*. Fungsi produksi cairan paru pun akan meningkat baik untuk orang normal maupun yang terkena TB Paru. Rokok juga menyebabkan perubahan imunitas sel alami maupun didapat yang dapat berakibat terhadap makrofag dan leukosit (Chuang et al., 2015).

Hasil penelitian Romlah (2015) yang menunjukkan hubungan yang signifikan antara pernah merokok dengan

kejadian TB Paru dengan risiko 3,44 kali lebih besar pada kasus dibanding pada kontrol (Romlah, 2015). Meningkatnya angka perokok di masyarakat akan meningkatkan kejadian tuberkulosis. Tidak hanya tuberkulosis, rokok juga merupakan faktor risiko utama bagi beberapa penyakit khususnya penyakit kronis (World Health Organization (WHO, 2019).

b) Praktik Hygiene

(1) Kebiasaan Menutup Mulut Saat Batuk

Perilaku batuk merupakan faktor risiko kejadian TB paru. Penelitian Putri, dkk (2018) menunjukkan bahwa perilaku batuk yang buruk mempunyai risiko menularkan penyakit TB paru 3,297 kali dibandingkan dengan responden yang memiliki perilaku batuk yang baik. Sebagian besar responden memiliki perilaku batuk yang buruk (51,3%) yaitu dengan tidak menutup mulut saat batuk, menggunakan telapak tangan untuk menutup mulut dan tidak mencuci tangan menggunakan sabun. Hal ini menunjukkan risiko penularan penyakit tuberkulosis paru dengan kebiasaan batuk tidak menutup mulut akan menyebarkan bakteri penyebab penyakit yang sangat tinggi.

(2) Kebiasaan Membuang Dahak

Sumber penularan penyakit TB adalah BTA penderita TB (+). Jika penderita TB BTA (+) batuk,

berbicara, atau bersin, ribuan *Mycobacterium tuberculosis* akan bertebaran bersama nafas penderita. Udara yang tercemar *Mycobacterium tuberculosis* cukup menjadi media penyebaran penyakit TB ke orang lain. Pasien BTA (+) dengan tuberkulosis dapat menginfeksi sekitar 10 orang setiap tahun. Risiko tertular tuberkulosis tergantung pada kadar sputum yang disemprotkan oleh pasien yang terpapar tuberkulosis BTA (+), sehingga penularan membutuhkan waktu dan kondisi fisik (Wulandari, 2015).

B. Analisis Spasial

Epidemiologi spasial penyakit menular adalah bidang yang muncul dalam epidemiologi yang mencakup berbagai pendekatan analitik untuk menyelidiki distribusi spasial penyakit menular dan faktor risiko demografis, lingkungan, iklim, perilaku, dan sosial ekonomi. Meskipun epidemiologi spasial memiliki sejarah penggunaan yang panjang dalam kesehatan masyarakat, baru belakangan ini analisis spasial menjadi tersedia secara luas karena perkembangan teknologi baru dan ketersediaan sistem informasi geografis (Alene, 2021).

Analisis spasial adalah inferensi visual terhadap peta yang merupakan gabungan dari data spasial dan data atribut. Data spasial merujuk pada suatu lokasi atau posisi di permukaan bumi. Sedangkan data atribut merujuk pada variabel kualitatif seperti nama serta atribut numerik seperti jumlah populasi,

pendapatan dan lainnya. Dalam epidemiologi, analisis spasial bukan hanya inferensi visual, tetapi juga mencakup statistik spasial yang memiliki empat tipe studi yaitu pemetaan penyakit, studi korelasi geografi, pendeteksian kluster penyakit dan studi titik sumber (Baker & Nieuwenhhujsen, 2004 dalam Achmad, 2010). Empat tipe studi tersebut bertujuan untuk mengevaluasi terjadinya perbedaan kejadian menurut area geografi, memisahkan antara data yang fitting dan yang tidak fitting dengan model, mengidentifikasi clustering penyakit; serta mengukur signifikansi paparan potensial. Oleh karena itu, dengan statistik spasial dapat mengkuantifikasi ketidakpastian estimasi, prediksi dan pemetaan serta menyediakan dasar inferensi statistik dengan data spasial (Waller dan Gotway, 2004).

Menurut Eddy Prahasta (2009), fungsi dari analisis spasial yaitu:

1. Klasifikasi (*reclassify*), yaitu suatu kegiatan yang mengklasifikasikan kembali suatu data hingga pada akhirnya menjadi sebuah data spasial yang baru dan berdasarkan pada kriteria atau atribut tertentu.
2. Jaringan atau *Network*, yaitu sebuah fungsionalitas yang merujuk pada data – data spasial titik- titik ataupun garis – garis sebagai jaringan yang tidak terpisahkan.
3. *Overlay*, merupakan fungsionalitas yang menghasilkan layer data spasial baru, di mana layer tersebut merupakan hasil dari kombinasi minimal dua layer yang menjadi masukkannya.
4. *Buffering*, adalah fungsi yang akan menghasilkan layer spasial baru menghasilkan layer data spasial baru dengan bentuk poligon serta

memiliki jarak tertentu dari unsur – unsur spasial yang menjadi masukannya.

5. *3D Analysis*, fungsi ini terdiri atas sub – sub fungsi yang berkaitan dengan presentasi data spasial yang terdapat di dalam ruang 3 dimensi atau permukaan digital.
6. *Digital Image Processing*, untuk fungsionalitas ini nilai ataupun intensitas dianggap sebagai fungsi sebar atau spasial.

Analisis spasial merupakan salah satu metode manajemen penyakit berbasis wilayah, merupakan suatu analisis dan uraian tentang data penyakit secara geografi berkenaan dengan distribusi kependudukan, persebaran faktor risiko lingkungan, ekosistem, sosial ekonomi, serta analisis hubungan antar variabel tersebut. Kejadian penyakit adalah sebuah fenomena spasial, sebuah fenomena yang terjadi di atas permukaan bumi. Kejadian penyakit dapat dikaitkan dengan berbagai obyek yang memiliki keterkaitan dengan lokasi, topografi, benda-benda, distribusi benda-benda ataupun kejadian lain dalam sebuah space atau ruangan, atau pada titik tertentu, serta dapat pula dihubungkan dengan peta atau ketinggian (Achmadi, 2014).

Kategori analisis spasial dibagi menjadi tiga kelompok utama (Achmad, 2014):

1. Pemetaan Kasus

Pemetaan kasus memberikan suatu ringkasan visual yang cepat tentang informasi geografis yang amat kompleks dan dapat mengidentifikasi hal-hal atau beberapa informasi yang hilang apabila disajikan dalam bentuk

tabel. Pemetaan dapat dilakukan untuk tujuan deskriptif, baik untuk menghasilkan hipotesis seperti etiologi, surveilans untuk pengawasan yang menyoroti area pada risiko yang tinggi dan untuk membantu alokasi sumber daya dan kebijaksanaan. Pemetaan penyakit secara khusus dapat menunjukkan angka mortalitas atau morbiditas suatu area geografi seperti suatu negara, provinsi atau daerah. walaupun pemetaan penyakit mempunyai dua aspek, yakni gambaran visual dan pendekatan intuitif, perlu diperhatikan pula pada penafsiran, misalnya pada pilihan warna dapat mempengaruhi penafsiran.

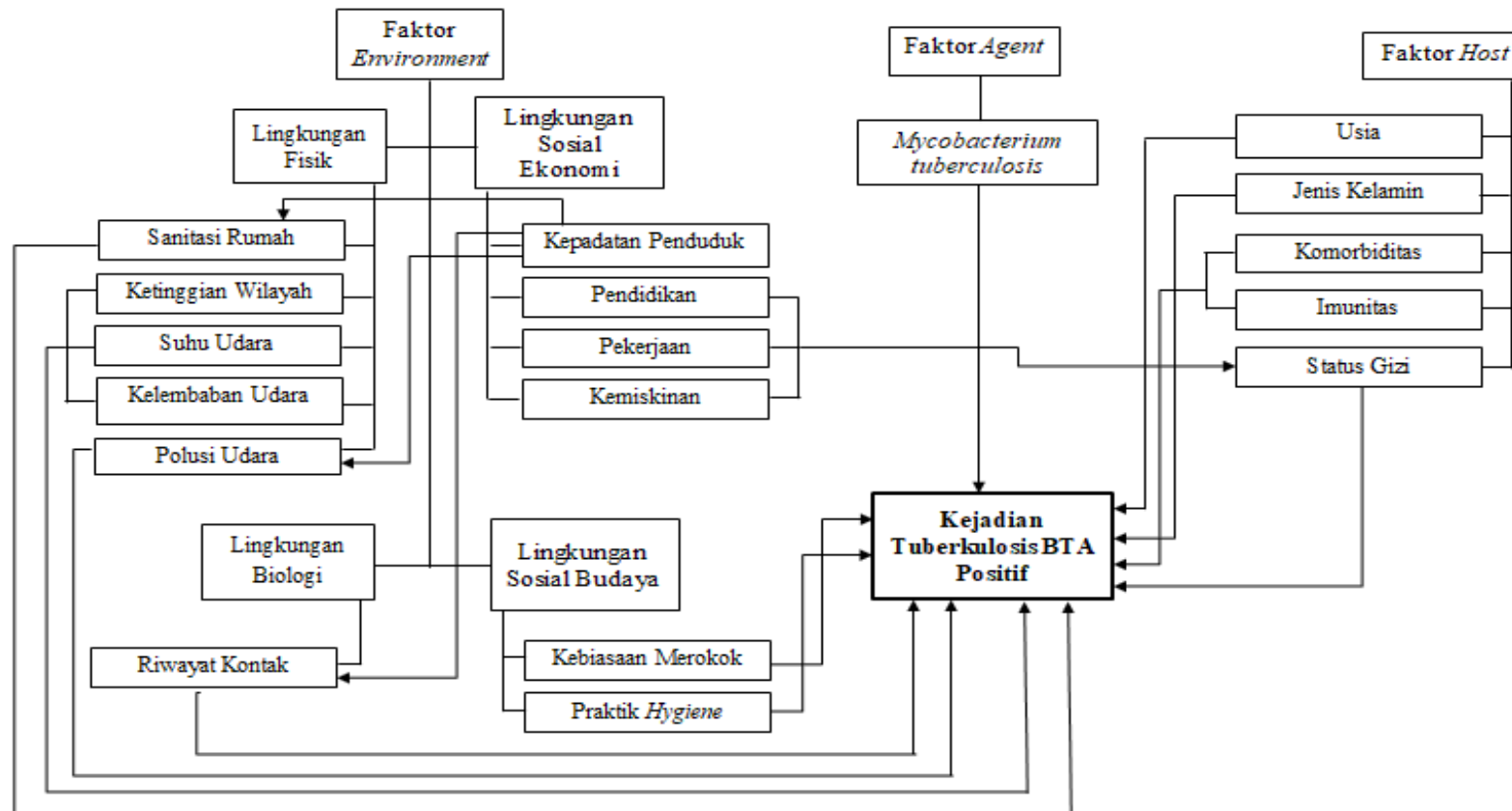
2. Studi Hubungan Geografis

Studi hubungan geografis bertujuan untuk menguji variasi geografi disilangkan dengan populasi kelompok pemajanan ke variabel lingkungan (yang mungkin diukur di udara, air atau tanah), ukuran demografi dan sosial ekonomi (seperti pendapatan dan ras), atau faktor gaya hidup (seperti merokok dan diet) dalam hubungan dengan hasil kesehatan diukur pada suatu skala geografi.

3. Pengelompokkan

Penyakit tertentu yang mengelompok pada wilayah tertentu patut dicurigai. Dengan bantuan pemetaan yang baik, insidensi penyakit diketahui berada pada lokasi tertentu. Dengan penyelidikan lebih mendalam, maka dapat dihubungkan dengan sumber-sumber penyakit seperti tempat pembuangan sampah akhir, jalan raya, pabrik tertentu, pembangkit atau saluran udara tinggi.

C. Kerangka Teori



Gambar 2.4 Kerangka Teori

Konsep Segitiga Epidemiologi Modifikasi Teori John Gordon (1950)

(Notoatmodjo, 2011 dalam Aprianawati, 2018)