

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tuberkulosis Paru

1. Definisi

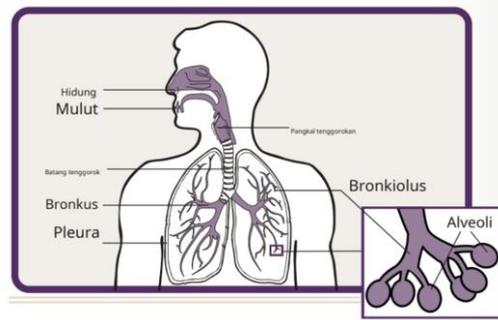
Tuberkulosis (TB) adalah suatu penyakit menular yang disebabkan oleh basil *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri ini menyebar saat penderita TB mengeluarkan bakteri ke udara melalui batuk, bersin, dan lain-lain. Penyakit ini biasanya mempengaruhi paru-paru (TB paru) tetapi dapat mempengaruhi tempat lain (WHO Report, 2023).

Tuberkulosis adalah suatu penyakit kronik menular yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri ini berbentuk batang dan bersifat tahan asam sehingga sering dikenal dengan Basil Tahan Asam (BTA). Bakteri 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, 2019).

2. Patogenesis

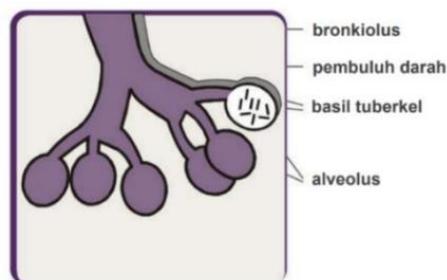
Menurut *Center for Disease Control and Prevention* atau CDC (2019), proses terjadinya TB dimulai saat seseorang menghirup udara yang mengandung *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri yang terkandung dalam percikan yang lebih besar akan tersangkut di saluran pernapasan bagian atas (hidung dan tenggorokan) dan infeksi tidak mungkin berkembang. Bakteri *Mycobacterium tuberculosis* yang berukuran lebih kecil yakni berupa percik

renik dapat melewati sistem pertahanan mukosilier bronkus dan terus berjalan sampai alveolus dan infeksi dapat dimulai.



Gambar 2.1 Percik renik masuk ke paru-paru dan berjalan ke alveolus
(Sumber : CDC, 2019)

Di alveolus, sebagian basil tuberkel mati, tetapi sebagian kecil berkembang biak di alveolus dan masuk ke kelenjar getah bening dan aliran darah dan menyebar ke seluruh tubuh. Basil dapat mencapai bagian tubuh mana pun, termasuk area di mana penyakit TB lebih mungkin berkembang. Area ini termasuk bagian atas paru-paru, serta ginjal, otak, dan tulang (CDC, 2019).



Gambar 2.2 Basil tuberkel berkembangbiak di alveolus
(Sumber : CDC, 2019)

Dalam waktu 2 hingga 8 minggu, sistem kekebalan tubuh menghasilkan sel kekebalan khusus yang disebut makrofag yang mengelilingi basil tuberkel (CDC, 2019). Tuberkel bakteri akan tumbuh perlahan dan membelah setiap 23-32 jam sekali di dalam makrofag (Kemenkes RI, 2019).

Sel-sel tersebut membentuk cangkang penghalang yang menjaga agar basil tetap terkendali (LTBI) (CDC, 2019). Bakteri kemudian akan terus tumbuh dalam 2-12 minggu dan jumlahnya akan mencapai $10^3 - 10^4$, yang merupakan jumlah yang cukup untuk menimbulkan sebuah respon imun seluler yang dapat dideteksi dalam reaksi pada uji tuberkulin *skin test*. Bakteri kemudian akan merusak makrofag dan mengeluarkan tuberkel basilus dan kemokin yang kemudian akan menstimulasi respon imun untuk membentuk granuloma (Kemenkes RI, 2019).



Gambar 2.3 Perkembangan hasil tuberkel menjadi penyakit TB
(Sumber : CDC, 2019)

Sebelum imunitas seluler berkembang, tuberkel basili akan menyebar melalui sistem limfatik menuju nodus limfe hilus, masuk ke dalam aliran darah dan menyebar ke organ lain. Beberapa organ dan jaringan diketahui memiliki resistensi terhadap replikasi basili ini. Sumsum tulang, hepar dan limpa ditemukan hampir selalu mudah terinfeksi oleh *Mycobacterium*. Organisme akan dideposit di bagian atas (apeks) paru, ginjal, tulang, dan otak, dimana kondisi organ-organ tersebut sangat menunjang pertumbuhan bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Pada beberapa kasus, bakteri dapat berkembang dengan cepat sebelum terbentuknya respon imun seluler spesifik yang dapat

membatasi multiplikasinya. Imunitas seseorang akan menentukan apakah bakteri akan mati, dorman atau berkembang menjadi penyakit (Kemenkes RI, 2019).

3. Gejala

Menurut Kemenkes RI (2019), gejala utama pasien TB paru adalah batuk berdahak selama 2 minggu atau lebih. Batuk dapat diikuti dengan gejala tambahan yaitu dahak bercampur darah, batuk darah, sesak nafas, nyeri dada, malaise, penurunan berat badan, badan lemas, nafsu makan menurun, menggigil, berkeringat malam hari tanpa kegiatan fisik, dan demam meriang lebih dari satu bulan.

4. Diagnosis

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 (Kemenkes RI, 2019).

5. Pengobatan

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 TB harus selalu meliputi pengobatan tahap awal dan tahap lanjutan. Pengobatan tahap awal diberikan setiap hari selama 2 bulan pada semua pasien baru. 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 resisten sejak sebelum pasien mendapatkan pengobatan. Pengobatan tahap lanjutan bertujuan membunuh sisa-sisa bakteri yang masih ada dalam tubuh, khususnya bakteri persister sehingga pasien dapat sembuh dan mencegah terjadinya kekambuhan (Kemenkes RI, 2019).

6. Pencegahan

Pencegahan adalah tindakan kesehatan yang bertujuan untuk mencegah seseorang dari terkena penyakit tertentu dan menghambat penyebaran penyakit (Notoatmodjo, 2014). Upaya pencegahan TB meliputi :

a. Pencegahan Primer

Dalam konteks umum, pencegahan primer adalah langkah-langkah yang diambil untuk menjaga kesehatan orang yang sudah sehat agar tetap sehat, atau untuk mencegah orang yang sehat agar tidak terkena penyakit (Irwan, 2017). Upaya yang dapat dilakukan untuk pencegahan primer penyakit TB dengan menjaga kebersihan rumah, mengonsumsi makanan yang mengandung 4 sehat 5 sempurna, istirahat yang cukup, rutin berolahraga, mengatur ventilasi dengan baik agar pertukaran udara tetap terjaga dan peningkatan kekebalan tubuh dengan vaksinasi BCG (Purnama, 2016).

b. Pencegahan Sekunder

Pencegahan sekunder adalah usaha yang dilakukan untuk mencegah orang yang sudah mengidap penyakit agar membaik,

memperlambat perkembangan penyakit, mencegah terjadinya komplikasi, dan mengurangi dampak ketidakmampuan (Irwan, 2017). Pencegahan sekunder ini dapat dilakukan dengan cara mendeteksi penyakit secara dini dan mengadakan pengobatan yang cepat dan tepat. Upaya yang dapat dilakukan untuk pencegahan sekunder penyakit TB paru dengan uji tuberkulin secara mantoux, mengatur ventilasi dengan baik agar pertukaran udara tetap terjaga, mengurangi kepadatan penghuni rumah, melakukan foto rontgen untuk orang dengan hasil tes tuberkulin positif, dan melakukan tes dahak pada orang dengan gejala klinis TB paru (Purnama, 2016).

c. Pencegahan Tersier

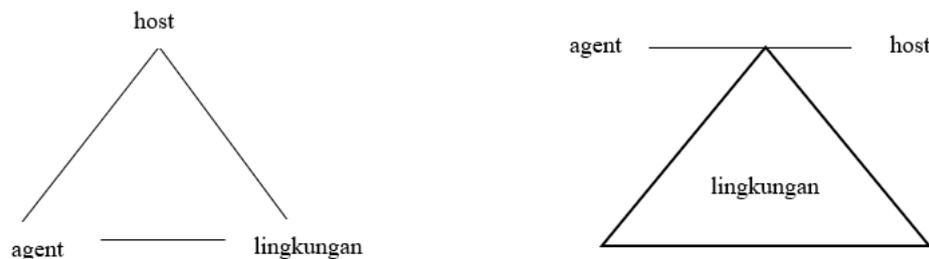
Pencegahan tersier bertujuan untuk mengurangi dampak ketidakmampuan dan menyelenggarakan program rehabilitasi. Langkah-langkah pencegahan tersier ini mencakup optimalisasi fungsi organ yang mengalami cacat, pembuatan protesa untuk anggota tubuh yang telah diamputasi, serta pendirian fasilitas rehabilitasi medis (Budiarto, 2002). Upaya yang dapat dilakukan untuk pencegahan tersier penyakit TB paru dengan mengobati penderita yang sakit dengan obat anti Tuberkulosis. Pengobatan Tuberkulosis paru bertujuan untuk menyembuhkan pasien, mencegah kematian, mencegah kekambuhan, memutuskan rantai penularan, dan mencegah terjadinya resistensi kuman terhadap *Directly Observed Treatment, Short-course* (DOTS) (Purnama, 2016).

7. Faktor Risiko TB Paru

Faktor risiko merujuk kepada faktor-faktor atau kondisi-kondisi yang memengaruhi kemunculan suatu penyakit atau kondisi kesehatan tertentu (Notoatmodjo, 2018). Faktor risiko TB paru dipengaruhi beberapa hal yang dapat menjadikan munculnya penyakit TB paru. Faktor risiko ini dapat dilihat pada Teori John Gordon.

B. Teori John Gordon

Berdasarkan teori John Gordon tahun 1950 dalam buku Purnama 2016, mengemukakan bahwa suatu penyakit timbul akibat adanya interaksi berbagai faktor baik dari *agent*, *host*, dan lingkungan (fisik, sosial, biologis) (Purnama, 2016). Teori tersebut digambarkan sama dengan teori *trias epidemiologi* :



Gambar 2.4 Segitiga epidemiologi (*Trias Epidemiologi*)
(Sumber : Purnama, 2016)

Segitiga epidemiologi merupakan interaksi antara *host* (pejamu), *agent* (penyebab), dan *environment* (lingkungan). Menurut model ini perubahan salah satu komponen akan mengubah keseimbangan interaksi ketiga komponen yang akhirnya berakibat bertambah atau berkurangnya penyakit. Seseorang dikatakan sehat apabila agen penyebab penyakit dan pejamu berada dalam keadaan seimbang. Perubahan keseimbangan akan menyebabkan seseorang sehat atau

sakit. Penurunan daya tahan tubuh akan menyebabkan bobot agen penyebab penyakit menjadi lebih berat sehingga seseorang menjadi sakit. Agen penyakit yang ditemukan lebih banyak sedangkan faktor pejamu tetap, maka bobot agen penyebab penyakit menjadi lebih berat. Faktor pejamu (*host*) apabila dilihat dari daya tahan tubuh seseorang yang meningkat maka ia dalam keadaan sehat. Orang akan sakit apabila faktor lingkungan berubah menjadi menguntungkan bagi agen penyebab penyakit. Seseorang menjadi sakit akibat pengaruh berbagai faktor tersebut (Widoyono, 2011).

1) Faktor Penyebab Penyakit (*Agent*)

Agent (penyebab) adalah unsur organisme hidup atau mikroba patogen yang menyebabkan timbulnya suatu penyakit. Penyebab tuberkulosis paru adalah *Mycobacterium tuberculosis* (Irwan, 2017).

Mycobacterium tuberculosis merupakan bakteri aerob, biasanya ditemukan pada *daerah* yang banyak udara. *Mycobacterium tuberculosis* ditemukan oleh Robert Koch tahun 1882. Bakteri ini memiliki sifat tidak tahan panas serta akan mati pada 60°C selama 15-20 menit. Bakteri ini adalah basil tuberkel yang merupakan batang ramping dan kurus, dapat berbentuk lurus ataupun bengkok yang panjangnya sekitar 2-4 mm dan lebar 0,2-0,5 mm yang bergabung membentuk rantai. Besar bakteri ini tergantung pada kondisi lingkungan (Danusantoso, 2007).

2) Faktor Pejamu (*Host*)

Host adalah manusia atau makhluk hidup lainnya, faktor host yang berkaitan dengan terjadinya penyakit menular berupa umur, jenis kelamin,

komorbiditas, riwayat imunisasi, perilaku, status gizi, riwayat kontak, tingkat pendidikan, pengetahuan, pendapatan, dan pekerjaan. Faktor manusia sangat kompleks dalam proses terjadinya penyakit dan tergantung pada karakteristik yang dimiliki oleh masing-masing individu (Irwan, 2017).

a) Umur

Umur merupakan salah satu faktor internal dalam diri seseorang yang memiliki peran penting dalam memengaruhi kejadian TB paru. Menurut penelitian Konde *et al*, (2020) terdapat hubungan antara umur dengan kejadian TB paru, dengan banyaknya jumlah kasus yang terjadi pada kelompok usia 15-55 tahun disebabkan karena pada usia ini mayoritas orang menghabiskan waktu dan tenaga untuk bekerja dimana tenaga banyak terkuras, berkurangnya waktu untuk istirahat sehingga membuat daya tahan tubuh menurun. Menurut data Kementerian Kesehatan RI (2017) usia penderita TB paling banyak adalah usia lanjut lebih dari 55 tahun karena sistem kekebalan tubuh seseorang usia tersebut biasanya menurun sehingga sangat rentan terhadap suatu penyakit terutama penyakit TB.

Penurunan daya tahan tubuh pada usia lanjut disebabkan oleh berkurangnya kemampuan tubuh dalam menghasilkan limfosit T, yang merupakan komponen penting dalam sistem kekebalan tubuh, karena terjadi penurunan volume jaringan timus. Timus merupakan organ yang terletak di atas jantung dan di belakang tulang dada, berperan sebagai tempat sel-sel limfosit T menjadi matang. Penurunan jumlah limfosit T ini

mengakibatkan kemampuan tubuh dalam mengontrol penyakit menjadi berkurang dibandingkan dengan masa-masa sebelumnya. Pada usia lanjut, produksi imunoglobulin yang dihasilkan oleh tubuh menjadi berkurang jumlahnya, sehingga pemberian vaksin pada usia lanjut memberikan hasil yang kurang efektif dalam melawan penyakit (Prahasanti, 2019).

b) Jenis Kelamin

WHO memperkirakan sekitar 10,6 juta orang terjangkit tuberkulosis di seluruh dunia, diantaranya 5,8 juta laki-laki, 3,5 juta perempuan, dan 1,3 juta anak-anak terjangkit tuberkulosis, dengan kasus meninggal sebanyak 1,3 juta orang karena tuberkulosis (WHO Report, 2023). 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). Menurut penelitian Sunarmi, *et al.* (2022) terdapat hubungan antara jenis kelamin dengan kejadian TB paru.

c) Komorbiditas

Komorbiditas atau penyakit penyerta merujuk pada keadaan seseorang mengalami dua atau lebih penyakit secara bersamaan. Pada kasus TB, komorbiditas yang umumnya terjadi adalah Diabetes Melitus

(DM) dan infeksi HIV. Kedua penyakit ini secara signifikan mempengaruhi sistem kekebalan tubuh, sehingga meningkatkan kerentanan terhadap infeksi, termasuk infeksi TB. Infeksi HIV akan menyebabkan menurunnya limfosit T CD₄ sehingga menurunkan respon imunologi terhadap infeksi bakteri TB. Kondisi gula darah yang tinggi pada penderita DM juga merupakan pemicu menurunnya imunitas seseorang. Saat ini, prevalensi DM pada pasien TB dilaporkan sekitar 10-15% dan prevalensi penyakit infeksi ini 2-5 kali lebih tinggi pada pasien diabetes dibandingkan dengan yang non-diabetes. Penyakit TB juga sering ditemukan pada pasien dengan HIV/AIDS (TB-HIV), dimana prevalensinya mencapai 29-37 kali lebih tinggi dibandingkan dengan penderita TB tanpa HIV. Kondisi ini menunjukkan bahwa hubungan antara TB, DM, dan HIV merupakan masalah kesehatan yang penting dan perlu diperhatikan secara serius (Kemenkes RI, 2019).

d) Status Gizi

Status gizi merupakan ukuran keberhasilan dalam pemenuhan nutrisi yang diindikasikan dengan berat badan dan tinggi badan. Status gizi adalah salah satu faktor terpenting dalam pertahanan tubuh terhadap infeksi. Kekurangan gizi dapat menyebabkan melemahnya kekebalan tubuh terhadap serangan penyakit. Keadaan status gizi dan penyakit infeksi merupakan satu hal yang terkait. Infeksi dapat menyebabkan kekurangan gizi, sebaliknya kekurangan gizi dapat memicu terjadinya penyakit infeksi karena kekurangan gizi dapat menghambat reaksi pembentukan kekebalan

pada tubuh (Konde, *et al.* 2020). Faktor lain yang mempengaruhi status gizi seseorang adalah status sosial ekonomi. Pendapatan per kapita pasien TB paru menjadi salah satu faktor yang berhubungan dengan status gizi pada pasien TB paru (Patiung, 2014).

e) Imunitas

Kerentanan terhadap infeksi *Mycobacterium tuberculosis* sangat dipengaruhi oleh tingkat daya tahan tubuh individu. Daya tahan tubuh dapat diperoleh secara alami maupun buatan. Kekebalan alami biasanya terbentuk setelah seseorang pernah menderita TB dan tubuh secara alami menghasilkan antibodi sebagai respons terhadap penyakit infeksi TB. Kekebalan buatan diperoleh melalui imunisasi dengan vaksin BCG (*Bacillus Calmette Guerin*). Imunisasi BCG melibatkan pemberian vaksin yang mengandung bakteri hidup yang telah dilemahkan, sehingga tidak virulen. Imunisasi ini bertujuan untuk memberikan kekebalan aktif pada tubuh, membantu melindungi dari risiko terkena TB (Marlinae *et al.*, 2019).

Vaksinasi BCG telah direkomendasikan oleh *World Health Organization* (WHO), Vaksin BCG terbukti mempunyai efek perlindungan terhadap meningitis dan TBC pada anak-anak. Hal ini tidak mencegah infeksi primer dan yang lebih penting, tidak mencegah reaktivasi infeksi paru laten, yang merupakan sumber utama penyebaran bakteri di masyarakat. Menurut Ryan, *et al.* (2022) menyatakan bahwa

vaksinasi BCG tidak berpengaruh signifikan terhadap prevalensi TB paru pada orang dewasa dan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

f) Perilaku

Perilaku berkaitan erat dengan penularan TB paru, perilaku yang tidak sesuai akan menimbulkan risiko penularan penyakit TB paru. Berikut perilaku yang berisiko dalam penularan TB paru :

(1) Kebiasaan menjemur guling/kasur/bantal secara teratur

Kegiatan menjemur peralatan tidur merupakan salah satu upaya pencegahan penularan TB paru. Hal ini dikarenakan bakteri dapat menempel pada peralatan tidur tersebut ketika penderita TB paru berbicara, batuk atau bersin di kamar tidur, alat tidur seperti bantal, guling, dan kasur. Alat tidur tersebut dapat dijadikan tempat yang baik oleh bibit penyakit TB paru (*Mycobacterium tuberculosis*) dalam berkembang biak. Penderita TB paru dapat meninggalkan percikan yang mengandung bakteri *Mycobacterium tuberculosis* yang akan menempel di bantal, guling, dan kasur. Peralatan tidur perlahan akan berubah menjadi lembab jika tidak pernah dijemur dan terkena panas dari sinar matahari, akibatnya bakteri dapat hidup dan berkembang biak dengan baik. Bakteri *Mycobacterium tuberculosis* akan mati bila terkena panas matahari, sehingga tindakan tersebut dapat menjadi cara untuk menghentikan penularan kuman *Mycobacterium tuberculosis* (Hasan, *et al.* 2023).

(2) Etika Batuk

Orang dengan kebiasaan batuk yang buruk memiliki risiko lebih tinggi untuk menularkan penyakit kepada orang lain di sekitarnya. Praktik menutup mulut saat batuk atau bersin seharusnya dilakukan dengan menggunakan sapu tangan atau tisu, bukan dengan tangan terbuka. Hal ini dikarenakan percikan yang mengandung bakteri *Mycobacterium tuberculosis* yang dikeluarkan saat batuk atau bersin dapat menempel pada tangan dan meningkatkan risiko penularan kepada anggota keluarga yang lain (Moa *et al.*, 2018).

(3) Kebiasaan Merokok

Merokok dapat menyebabkan sistem imun menurun dan lebih mudah terinfeksi bakteri penyebab tuberkulosis karena merokok dapat mengganggu mekanisme respirasi yang berdampak pada penurunan efektifitas pertahanan respirasi. Penurunan ini akan mempermudah asap rokok masuk dan merangsang pembentukan mukus dan menurunkan pergerakan silia. Penimbunan mukosa akan meningkatkan risiko pertumbuhan *Mycobacterium tuberculosis*, sehingga dapat mengakibatkan terjadinya infeksi (Tandang *et al.*, 2018).

Risiko penyakit TB paru dapat mengalami kenaikan akibat menghirup asap tembakau dalam jumlah yang besar, kekambuhan dan kegagalan pengobatan TB, paparan tembakau dapat menyebabkan kelainan pada selaput lendir saluran napas kapasitas ventilasi ataupun

fungsi kapiler, merokok juga dapat mengganggu fungsi paru-paru sehingga lebih mudah terinfeksi kuman *Mycobacterium tuberculosis* (Hasan, *et al.* 2023).

g) Riwayat Kontak

Kontak dekat dalam waktu yang lama dengan orang terinfeksi meningkatkan risiko penularan TB paru (Kemenkes RI, 2019). Riwayat kontak serumah adalah orang yang terpajan/berkontak dengan kasus indeks, misalnya orang serumah, sekamar, satu asrama, satu tempat kerja, satu kelas, atau satu penitipan/pengasuhan. Kontak serumah adalah orang yang tinggal serumah minimal satu malam, atau sering tinggal serumah pada siang hari dengan kasus indeks dalam 3 bulan terakhir sebelum kasus indeks mulai mendapat obat anti tuberkulosis (OAT). Riwayat kontak erat adalah orang yang tidak tinggal serumah, tetapi sering bertemu dengan kasus indeks dalam waktu yang cukup lama, yang intensitas pajanan/berkontakannya hampir sama dengan kontak serumah. Misalnya orang yang berada pada ruangan/lingkungan yang sama (tempat kerja, ruang pertemuan, fasilitas umum, rumah sakit, sekolah, tempat penitipan anak) dalam waktu yang cukup lama dengan kasus indeks, dalam 3 bulan terakhir sebelum kasus indeks minum OAT (Kemenkes RI, 2019). Pasien tuberkulosis paru dengan BTA positif memberi kemungkinan risiko penularan lebih besar dari pasien tuberkulosis paru dengan BTA negatif. Risiko penularan setiap tahunnya ditunjukkan dengan *Annual Risk Of Tuberculosis Infection* (ARTI) yaitu proporsi penduduk yang berisiko

terinfeksi TB selama satu tahun. Berbagai studi memberikan kesimpulan bahwa apabila seseorang tinggal bersama penderita TB paru aktif untuk beberapa waktu lamanya, kemungkinan akan terinfeksi atau tertular TB paru sebesar 25%-50% (Suharyo *et al.*, 2017). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian dari Ariani *et al.*, (2022) penelitian tersebut menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara riwayat kontak serumah dengan kejadian TB paru. Hasil penelitian juga menyatakan bahwa individu yang memiliki riwayat kontak serumah dengan penderita TB paru memiliki risiko 3,318 kali lebih tinggi untuk terkena TB paru. Penderita TB paru memiliki kemungkinan besar untuk menularkan bakteri *Mycobacterium tuberculosis* kepada orang-orang yang menghabiskan waktu bersama mereka sepanjang hari termasuk anggota keluarga, teman, rekan kerja, atau teman sekolah.

h) Tingkat Pendidikan

Tingkat pendidikan memiliki pengaruh terhadap pengetahuan seseorang, yang kemudian mencerminkan perilaku kesehatannya. Tingkat pendidikan seseorang yang rendah, maka pengetahuannya dalam berbagai aspek kesehatan cenderung lebih terbatas. Ini mencakup pemahaman tentang pola makan yang sehat, penanganan anggota keluarga yang sakit, kondisi rumah yang memenuhi standar kesehatan, pengetahuan mengenai penyakit TB paru, serta langkah-langkah pencegahan lainnya (Damayanti *et al.*, 2018).

i) Pengetahuan

Pengetahuan merupakan domain penting untuk terbentuknya perilaku. Pengetahuan yang baik diharapkan akan mempunyai sikap yang baik pula, akhirnya dapat mencegah atau menanggulangi masalah penyakit TB paru. Pengetahuan rendah responden terkait TB berpotensi menimbulkan perilaku yang buruk pula baik terkait kewaspadaan penularan maupun perawatan pasien dengan penyakit TB paru (Damayanti *et al.*, 2018).

j) Pendapatan

Dalam teori yang dikembangkan oleh Tjiptoherijanto dalam penelitian Yuniar, *et al.* (2017) dalam ekonomi pemenuhan kebutuhan, dengan pendapatan rendah kebutuhan akan sulit didapatkan sehingga berbagai masalah kesehatan mudah muncul seperti penyakit infeksi TB paru.

k) Pekerjaan

Menurut Cahyono, (1998) dalam Putri, *et al.* (2013) menjelaskan pendidikan seseorang sangat berpengaruh terhadap jenis pekerjaannya, jika pendidikannya lebih tinggi maka jenis pekerjaannya pun akan lebih tinggi dan hal tersebut akan berpengaruh terhadap pendapatan yang diperoleh seseorang. Jenis pekerjaan seseorang akan dilihat sesuai dengan keterampilan yang dimiliki. Tingkat pendidikan dan keterampilan sangat memengaruhi jenis pekerjaan. Jenis pekerjaan juga berhubungan dengan faktor sosial ekonomi memengaruhi pendapatan keluarga. Hal ini

berdampak terhadap kebiasaan hidup sehari-hari seperti halnya konsumsi makanan, pemeliharaan kesehatan dan kondisi rumah yang baik (Muaz, 2014).

3) Lingkungan (*Environment*)

Lingkungan merupakan semua faktor luar dari seorang individu dan sangat menentukan hubungan interaksi antara *agent* dan penjamu. Faktor lingkungan memegang peranan penting dalam penularan, terutama lingkungan rumah yang tidak memenuhi syarat (Suharyo *et al.*, 2017). Standar lingkungan rumah memenuhi syarat telah diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan. Beberapa faktor lingkungan rumah yang dapat mempengaruhi kejadian TB Paru diantaranya :

a. Luas Ventilasi

Luas ventilasi adalah luas total ventilasi yang menjadi sumber pertukaran udara di ruang keluarga dan kamar penderita TB paru, agar terjadi pemasukan udara segar ke dalam ruangan dan pembuangan udara yang pengap, dengan tujuan untuk menjaga kualitas udara di ruang tersebut (WHO, 2024). Berdasarkan Permenkes RI No 2 tahun 2023 tentang kesehatan lingkungan, ruang tidur dan ruang keluarga harus dilengkapi dengan sarana ventilasi untuk pengaturan sirkulasi udara. Ruang tidur dan ruang keluarga adalah ruangan yang dilakukan pengukuran ventilasi karena penghuni rumah menghabiskan sebagian besar waktu di ruangan tersebut saat berada di rumah (Maulinda, 2021).

Ruang keluarga adalah area yang menjadi tempat beraktivitas keluarga, di ruang keluarga semua anggota keluarga dapat duduk bersama dan menjadi pusat aktivitas penghuni rumah termasuk apabila ruang keluarga tersebut dijadikan tempat tidur dan dapur karena keterbatasan ruangan di rumah tersebut. Ruang kamar adalah tempat untuk istirahat penghuni kamar (Dewi *et al*, 2017). Pengukuran ventilasi rumah dilakukan dengan membandingkan luas ventilasi ruang keluarga serta ruang tidur penderita TB paru dengan luas lantai ruang keluarga serta ruang tidur penderita TB kemudian dibagi dua. Jenis ventilasi yang diukur adalah ventilasi alamiah dimana sinar matahari dapat masuk melalui jendela, pintu, lubang angin, dan lubang-lubang pada dinding. Standar luas ventilasi rumah menurut Permenkes RI No 2 Tahun 2023 adalah minimal 10% luas lantai dan maksimal 20% dari luas ruangan tersebut (Mushaithir., *et al*, 2019).

Luas ventilasi rumah yang <10% dari luas lantai (tidak memenuhi syarat kesehatan) akan mengakibatkan berkurangnya konsentrasi oksigen dan bertambahnya konsentrasi karbondioksida yang bersifat racun bagi penghuninya. Ventilasi yang tidak memenuhi syarat akan menyebabkan peningkatan kelembaban ruangan karena terjadinya proses penguapan cairan dari kulit dan penyerapan. Kelembaban ruangan yang tinggi akan menjadi media yang baik untuk tumbuh dan berkembangbiaknya bakteri-bakteri patogen termasuk kuman *Mycobacterium tuberculosis* (Purnama, 2016).

Ventilasi rumah mempunyai banyak fungsi. Fungsi pertama adalah untuk menjaga agar aliran udara dalam rumah tersebut tetap segar. Hal ini berarti keseimbangan O₂ yang diperlukan oleh penghuni rumah tersebut tetap terjaga (Suharyo *et al.*, 2017). Fungsi kedua dari ventilasi yaitu sebagai sarana masuknya cahaya matahari ke dalam rumah, sehingga pencahayaan di dalam rumah memenuhi syarat yang telah ditentukan (Slamet J, 2009).

Dalam buku Tim program TB St. Carolus (2017) menyebutkan pada saat penderita tuberkulosis paru batuk atau bersin, maka dalam bentuk percikan dahak tersebarlah bakteri ke udara sekitar. Rumah dengan kondisi udara yang telah tercemar bakteri *Mycobacterium tuberculosis* berisiko menyebabkan terjadinya penularan penyakit kepada penghuni rumah tersebut. Adanya ventilasi yang baik akan menjamin terjadinya pertukaran udara dan sinar matahari yang masuk ke dalam rumah sehingga konsentrasi percikan yang mengandung bakteri *M. tuberculosis* dapat dikurangi dan kemungkinan seseorang terinfeksi kuman *M. tuberculosis* berkurang.

b. Kepadatan Hunian

Kepadatan hunian adalah perbandingan jumlah penghuni rumah per luas lantai ruangan. Luas minimum per orang sangat relatif tergantung dari kualitas bangunan dan fasilitas yang tersedia. Faktor yang dapat mempengaruhi kepadatan hunian adalah luas bangunan rumah dan jumlah penghuni (Damayanti *et al.*, 2018). Menurut Permenkes RI No 2 Tahun

2023 tentang Kesehatan Lingkungan mengatur bahwa kebutuhan ruang per orang dihitung berdasarkan aktivitas dasar manusia di dalam rumah. Aktivitas seseorang tersebut meliputi aktivitas tidur, kerja, duduk, mandi, kakus, cuci dan masak serta ruang gerak lainnya yaitu 9m^2 /orang.

Ukuran luas ruangan suatu rumah erat kaitannya dengan kejadian tuberkulosis paru. Asosiasi Pencegahan Tuberkulosis Paru yang dilakukan oleh Bradbury mendapat kesimpulan secara statistik bahwa kejadian tuberkulosis paru paling besar diakibatkan oleh keadaan rumah yang tidak memenuhi syarat pada luas ruangnya. Penghuni rumah yang terlalu padat akan menyebabkan udara di dalam rumah mengalami pencemaran, karena jumlah penghuni yang semakin banyak akan berpengaruh terhadap kadar oksigen dalam ruangan tersebut, begitu juga kadar uap air dan suhu udaranya. Kadar CO_2 yang meningkat di udara dalam rumah, akan memberi kesempatan tumbuh dan berkembang biak lebih bagi *Mycobacterium tuberculosis* (Purnama, 2016).

c. Kelembaban

Kelembaban adalah banyaknya air yang terkandung dalam udara, biasanya dinyatakan dengan persentase. Kandungan uap air di udara berubah-ubah bergantung pada suhu. Suhu yang tinggi mengandung banyak uap air (Damayanti *et al.*, 2018). Kelembaban udara dalam rumah yang ideal berkisar antara 40% Rh – 60% Rh. Pada umumnya, perkembangan optimum mikroorganisme bakteri ketika kelembaban berada pada 85% Rh dan 70% Rh untuk virus atau bakteri yang

menginfeksi saluran napas (Hayati, 2017). Kelembaban udara yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan keadaan rumah menjadi basah dan lembab yang memungkinkan berkembangbiaknya kuman atau bakteri penyebab penyakit. Kelembaban udara yang meningkat merupakan media yang baik untuk bakteri-bakteri termasuk bakteri *Mycobacterium tuberculosis* (Purnama, 2016). Bakteri *M. tuberculosis* akan hidup subur pada lingkungan dengan kelembaban tinggi, karena air membentuk lebih dari 80% volume sel bakteri dan merupakan media yang paling baik untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup sel bakteri (Gould & Brooker, 2003). Kelembaban dalam rumah harus diperhatikan, karena kelembaban yang tidak memenuhi syarat rumah akan mempermudah berkembangbiaknya mikroorganisme antara lain bakteri spiroset, rickettsia, dan virus. Mikroorganisme tersebut dapat masuk ke dalam tubuh melalui udara, selain itu kelembaban yang tinggi dapat menyebabkan membran mukosa hidung menjadi kering sehingga kurang efektif dalam menghadang mikroorganisme. Air merupakan kebutuhan penting untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup bakteri, sehingga bakteri tumbuh dengan baik di lingkungan yang sangat lembab (Rosiana, 2013). Hasil penelitian Nur'aeni *et al.* (2022) menyimpulkan bahwa kelembaban rumah yang tidak memenuhi syarat mempunyai risiko 14,875 kali lebih besar untuk mengalami kejadian TB paru daripada responden yang menghuni rumah dengan kelembaban yang memenuhi syarat.

d. Suhu

Suhu adalah panas atau dinginnya udara yang dinyatakan dengan satuan derajat tertentu. Pengukuran suhu rumah dilakukan dengan menggunakan termometer atau *thermohygrometer* (Suharyo *et al.*, 2017). Menurut Permenkes RI No. 2 Tahun 2023, suhu udara yang baik berkisar antara 18°C-30°C. Perubahan suhu udara dalam rumah dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu penggunaan bahan bakar biomassa, ventilasi yang tidak memenuhi syarat, suhu udara luar, pergerakan udara, kelembaban udara, kepadatan hunian, bahan dan struktur bangunan, kondisi geografis dan kondisi topografi. Kondisi suhu ruangan yang tidak optimal, misalnya terlalu panas akan berdampak pada cepat lelahnya saat bekerja dan tidak cocoknya untuk istirahat. Kondisi suhu ruangan yang terlalu dingin akan tidak menyenangkan dan pada orang-orang tertentu dapat menimbulkan alergi.

Keberadaan suhu sangat berperan pada pertumbuhan basil *Mycobacterium tuberculosis*, dimana laju pertumbuhan basil tersebut ditentukan berdasarkan suhu udara yang berada di sekitarnya. Kondisi ini sangat terkait dengan sirkulasi udara di dalam rumah yang berhubungan langsung dengan udara luar rumah dan tidak memenuhi syarat kesehatan akibat dari luas ventilasi yang kurang dari 10% luas lantai, serta posisi ventilasi yang tidak sesuai sehingga pertukaran udara tidak lancar. Adanya sirkulasi udara yang baik diharapkan dapat meminimalisasi penularan TB Paru (Prihartanti *et al*, 2016)

Bakteri *Mycobacterium tuberculosis* dapat bertahan hidup dalam suhu kamar sekitar 6-8 bulan. Bakteri ini akan mati pada suhu 60°C dalam waktu 15-20 menit. Sinar matahari dapat membunuh bakteri *M. tuberculosis* akibat adanya kandungan sinar ultraviolet (Sriratih *et al.*, 2021). Menurut Sari *et al.* (2022), bakteri TBC termasuk *mesophilic* yang tumbuh cepat dalam rentang 25-40°C, namun tumbuh optimal pada suhu 31-37°C. Suhu ruangan yang tidak memenuhi syarat (> 30°C) menjadi lingkungan yang optimal terhadap pertumbuhan bakteri, serta dapat bertahan lama dalam udara rumah.

e. Fungsi Ventilasi

Pada penelitian ini ventilasi yang diukur adalah ventilasi alami, ventilasi alami adalah pergantian udara secara alami tidak melibatkan peralatan mekanis, seperti *Air Conditioner* (AC), kipas angin, dan sebagainya. Ventilasi alami pada suatu ruangan yang berasal dari jendela, bukaan, ventilasi di pintu atau sarana lain dari ruangan yang bersebelahan dengan jumlah bukaan ventilasi disyaratkan tidak kurang dari 10% terhadap luas lantai ruangan yang membutuhkan ventilasi. Ventilasi alami dipicu oleh perbedaan tekanan karena pergerakan angin diluar bangunan dan perbedaan suhu dalam ruang, sehingga tergantung pada kekuatan angin dan perbedaan tekanan udara serta temperatur di luar dan di dalam ruangan. (Badan Standardisasi Nasional, 2001). Menurut Undang-undang Nomor 1 tahun 2011 tentang Perumahan dan Kawasan Pemukiman, ventilasi yang cukup diperlukan agar udara dalam ruangan dapat selalu

mengalir. Ventilasi berfungsi sebagai pengatur udara di dalam ruang rumah. Lubang ventilasi berfungsi untuk memasukan udara bersih yang mengandung oksigen (O_2) dari ruangan luar dan mengeluarkan udara kotor yang mengandung karbon (CO_2) dari ruang dalam, Lubang bukaan harus dapat ditembus sinar matahari. Bentuk ventilasi bisa berupa pintu, jendela, dan lubang angin.

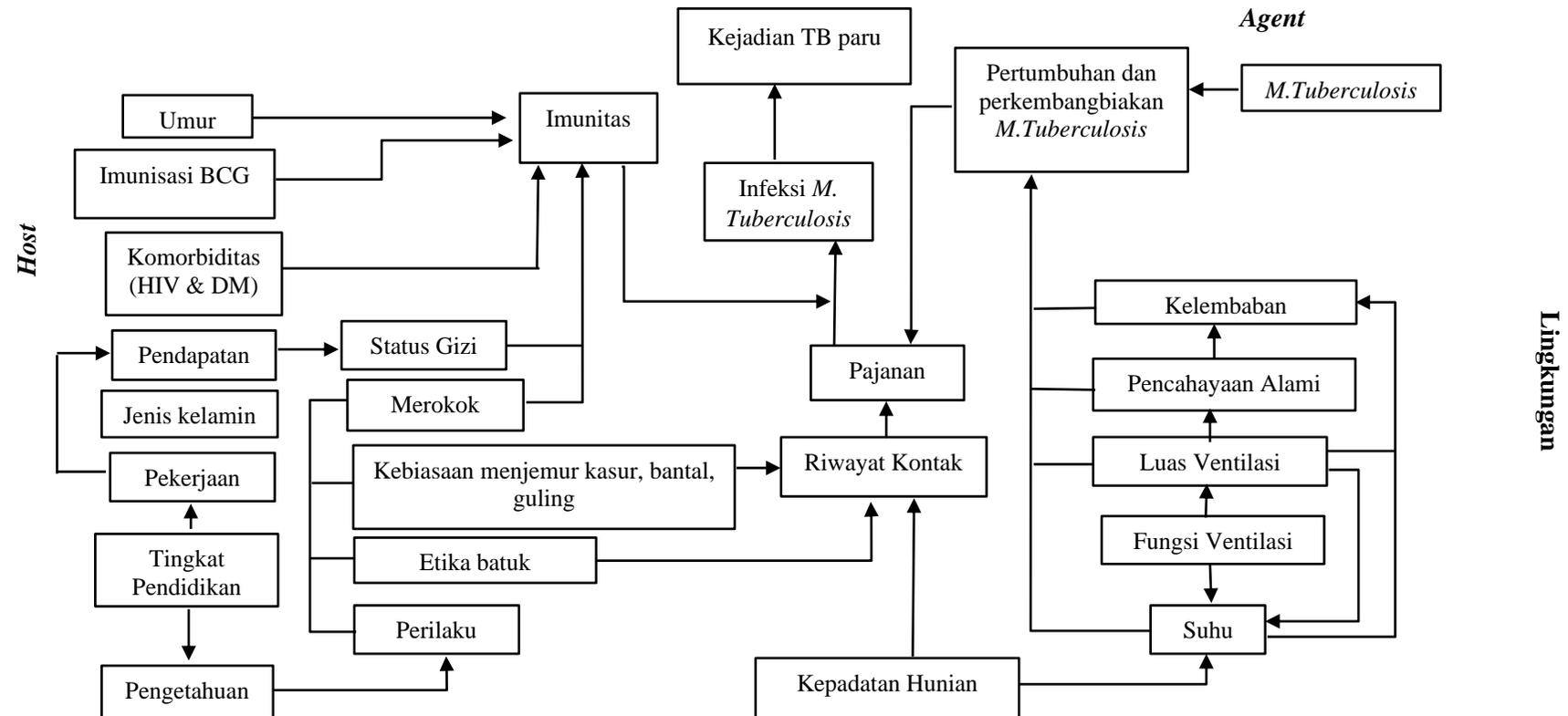
f. Pencahayaan Alami

Pencahayaan yang dipersyaratkan yaitu minimal 60 lux dan tidak menyilaukan. Pencahayaan diukur menggunakan luxmeter (Permenkes RI No 2 Tahun 2023). Pencahayaan dimaksud adalah pencahayaan alami dari sinar matahari yang diperoleh dari sinar matahari yang masuk melewati ventilasi atau jendela yang ada pada dinding rumah maupun dari genting kaca (Romadhan *et al.*, 2019) Paparan sinar matahari secara langsung sangat penting, sinar ultraviolet dapat membunuh *M. tuberculosis* sehingga *M. tuberculosis* tidak dapat hidup dan berkembangbiak (Slamet J, 2009)

Penularan TB biasanya terjadi di dalam ruangan yang gelap, dengan minim ventilasi di mana percik relik dapat bertahan di udara dalam waktu yang lebih lama. Sinar matahari dapat dimanfaatkan untuk pencegahan penyakit tuberkulosis paru, dengan mengusahakan masuknya sinar matahari pagi ke dalam rumah. Cahaya matahari dapat membunuh tuberkel basili dengan cepat, karena mengandung sinar ultraviolet yang

dapat mematikan kuman dan bakteri ini akan bertahan lebih lama di dalam keadaan yang gelap (Kemenkes RI, 2019).

C. Kerangka Teori



Gambar 2.5 Kerangka Teori

Modifikasi teori Jhon Gordon dalam Purnama (2016), Kemenkes RI (2019), Permenkes RI No 2 Tahun 2023, Damayanti *et al.*, (2018), Suharyo *et al.*, (2017), Muaz (2014), Hasan *et al.*, (2023), Marline *et al.*, (2019), Mangunwijaya (1988), Rosiana (2013), Danusantoso (2007), Irwan (2017), Konde *et al.*, (2020), Dewanty *et al.*, (2016), Moa *et al.*, (2018).