

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tuberkulosis Paru

1. Definisi

Tuberkulosis adalah penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri tersebut menyebar dari penderita melalui udara. Bakteri ini berbentuk batang dan bersifat tahan asam sehingga sering dikenal dengan Basil Tahan Asam (BTA). Sebagian besar bakteri 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. Sumber penularan adalah pasien tuberkulosis paru BTA positif (Kemenkes RI, 2019).

2. Patogenesis

Tuberkulosis adalah penyakit yang menular lewat udara (*airborne disease*). Penularannya melalui partikel yang dapat terbawa melalui udara yang disebut dengan *droplet nuklei*. *Droplet nuklei* memiliki sifat aerodinamis yang memungkinkannya masuk ke dalam saluran napas melalui inspirasi hingga mencapai bronkiolus respiratorius dan alveolus. Apabila *droplet nuklei* yang terinhalasi berjumlah sedikit, kuman TB yang terdeposisi pada saluran napas akan segera difagosit dan dicerna oleh sistem imun nonspesifik yang diperankan oleh makrofag. Jika jumlah kuman TB melebihi kemampuan makrofag untuk memfagosit dan mencerna, kuman TB dapat

bertahan dan berkembang biak secara intraseluler di dalam makrofag (Kemenkes RI, 2019).

Tuberkel bakteri akan tumbuh perlahan dan membelah setiap 23- 32 jam sekali di dalam makrofag. Bakteri kemudian akan terus tumbuh dalam 2-12 minggu dan jumlahnya akan mencapai 10³-10⁴ 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 produk berupa tuberkel basilus dan kemokin yang kemudian akan menstimulasi respon imun untuk membentuk granuloma (Kemenkes RI, 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. Sumsum tulang, hepar dan limpa ditemukan hampir selalu mudah terinfeksi oleh *Mycobacteria*. Organisme akan dideposit di bagian atas (apeks) paru, ginjal, tulang dan otak, di mana kondisi organ-organ tersebut sangat menunjang pertumbuhan bakteri *Mycobacteria*. 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. Cara Penularan

Bakteri TB menyebar melalui udara saat penderita batuk, bersin atau berbicara. Orang dengan TB paru sekali batuk dapat memproduksi hingga

3.000 percik renik dan satu kali bersin dapat memproduksi hingga 1 juta percik renik. Dosis yang diperlukan terjadinya suatu infeksi TB adalah 1 sampai 10 basil. Sumber penularan adalah pasien tuberkulosis paru BTA positif. Penderita BTA positif akan menularkan kepada 10-15 orang. Kasus yang paling infeksius adalah penularan dari pasien dengan hasil pemeriksaan sputum positif, dengan hasil 3+. Pasien dengan hasil pemeriksaan sputum negatif bersifat tidak terlalu infeksius. Kasus TB ekstra paru hampir selalu tidak infeksius, kecuali bila penderita juga memiliki TB paru. Individu dengan TB laten tidak bersifat infeksius, karena bakteri yang menginfeksi mereka tidak bereplikasi dan tidak dapat melakukan transmisi ke organisme lain (Kemenkes RI, 2019).

4. Gejala

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, badan lemas, nafsu makan menurun, berat badan menurun, malaise, berkeringat malam hari tanpa kegiatan fisik dan demam meriang lebih dari satu bulan (Kemenkes RI, 2019)

5. Diagnosis

Diagnosis tuberkulosis dapat ditegakkan berdasarkan gejala klinis, pemeriksaan fisik, pemeriksaan bakteriologis, radiologis, dan pemeriksaan penunjang lainnya. 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).

6. Pengobatan

Pengobatan TB paru menggunakan Obat Anti Tuberkulosis (OAT) dengan metode *Directly Treatment Shortcourse* (DOTS). Pengobatan TB dilakukan dengan dua tahap yaitu tahap awal dan lanjutan. Pengobatan tahap awal diberikan setiap hari selama 2 bulan pada semua pasien baru. Pengobatan pada tahap ini dimaksudkan untuk 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 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 (Kemenkes RI, 2019).

7. Pencegahan

Pencegahan adalah upaya kesehatan yang dimaksudkan agar setiap orang terhindar dari terjangkitnya suatu penyakit dan dapat mencegah terjadinya penyebaran penyakit (Notoatmodjo, 2014). Pencegahan TB yaitu :

a. Pencegahan Primer

Pencegahan primer merupakan upaya untuk mempertahankan orang yang sehat agar tetap sehat atau mencegah orang yang sehat menjadi sakit

(Irwan, 2017). Bentuk upaya pencegahan primer untuk penyakit TB adalah mengonsumsi makanan yang mengandung 4 sehat 5 sempurna, mengatur ventilasi dengan baik agar pertukaran udara tetap terjaga dan peningkatan kekebalan tubuh dengan vaksinasi BCG (Purnama, 2016).

b. Pencegahan Sekunder

Pencegahan sekunder ini dapat dilakukan dengan cara mendeteksi penyakit secara dini dan mengadakan pengobatan yang cepat dan tepat (Irwan, 2017). Contoh pencegahan sekunder TB adalah uji tuberkulin secara *mantoux*, melakukan foto *rontgen* untuk orang dengan hasil tes tuberculin positif dan melakukan pemeriksaan dahak pada orang dengan gejala klinis TB paru (Purnama, 2016).

c. Pencegahan Tersier

Upaya pencegahan tersier ini dapat dilakukan dengan cara memaksimalkan fungsi organ yang cacat, membuat protesa ekstremitas akibat amputasi dan mendirikan pusat-pusat rehabilitasi medik. Contoh pencegahannya yaitu mengobati penderita yang sakit dengan OAT (Irwan, 2017).

B. Faktor Risiko Tuberkulosis Paru

Faktor risiko ialah faktor-faktor atau keadaan-keadaan yang mempengaruhi perkembangan suatu penyakit atau status kesehatan tertentu (Notoatmodjo, 2014). Teori John Gordon menyatakan bahwa suatu penyakit timbul akibat adanya ketidakseimbangan dari berbagai faktor baik dari *agent*, penjamu, dan

lingkungan (Suharyo *et al.*, 2017). Adapun faktor risiko terjadinya TB paru diantaranya :

1. Faktor Penyebab Penyakit (*Agent*)

Agent (penyebab) adalah unsur organisme hidup atau kuman infeksi yang menyebabkan terjadinya suatu penyakit. *Agent* yang menyebabkan penyakit TB yaitu kuman *Mycobacterium tuberculosis* (Irwan, 2017).

Mycobacterium tuberculosis memiliki ciri-ciri yaitu berbentuk batang ramping, lurus atau sedikit bengkok dengan kedua ujungnya membulat panjangnya 1-10 mikron, lebar 0,2 – 0,6 mikron. Basil ini sulit sekali diwarnai, tetapi sekali terwarnai maka ia akan menahan zat warna itu dengan baik sekali dan tidak dapat lagi dilunturkan walaupun dengan asam alkohol oleh karena itu disebut juga sebagai Basil Tahan Asam (BTA). Zat lilin yang ada di dinding selnya bisa dilunturkan dengan pemanasan menggunakan zat warna *Zeihl-Neelsen* (ZN). Basil ini cepat mati dengan sinar matahari langsung tetapi dapat bertahan hidup beberapa jam ditempat yang gelap dan lembab. Dalam jaringan tubuh, *Mycobacterium tuberculosis* dapat dormant (tertidur/tidak aktif) selama beberapa tahun (Suharyo *et al.*, 2017). Bakteri ini tahan selama 1-2 jam di udara terutama di tempat yang lembab dan gelap dimana bakteri bisa tahan berbulan-bulan namun tidak tahan terhadap sinar matahari atau aliran udara (Widoyono, 2011).

2. Faktor Pejamu (*Host*)

Pejamu adalah manusia atau makhluk hidup lainnya, termasuk burung dan arthropoda, yang menjadi tempat terjadi proses alamiah

perkembangan penyakit (Suharyo *et al.*, 2017). Faktor *host* yang mempengaruhi penyakit TB diantaranya :

a. Umur

Umur sangat berhubungan dengan kejadian TB. Hasil penelitian Pangaribuan (2020) menunjukkan bahwa semakin tua umur seseorang maka risiko untuk terjadinya TB semakin tinggi. Semakin tua umur, maka daya tahan tubuh juga akan semakin menurun sehingga mudah untuk terkena penyakit (Pangaribuan *et al.*, 2020).

Daya tahan tubuh yang berkurang pada usia lanjut disebabkan kemampuan menghasilkan limfosit T untuk membentuk sistem imun berkurang akibat berkurangnya volume jaringan timus. Jaringan timus yang terletak di atas jantung di belakang tulang dada merupakan organ tempat sel limfosit T menjadi matang. Limfosit T yang berkurang menyebabkan tubuh kurang mampu mengontrol penyakit dibandingkan dengan masa-masa sebelumnya. Selain itu, 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).

WHO mencatat penderita TB terbanyak di dunia terjadi pada kelompok usia produktif terutama pada usia 25-34 tahun. Di Indonesia, kasus TB Menurut kelompok usia tahun 2021 banyak terjadi pada usia produktif dengan rentang 45-54 tahun sebesar 17,5% diikuti kelompok usia 25-34 tahun dengan persentase 17,1% dan kelompok usia 15-24 tahun

sebanyak 16,9%. Dalam penyebaran TB, usia produktif (15-64 tahun) lebih rentan terinfeksi TB mengingat mobilitas usia produktif yang lebih tinggi sehingga memberikan peluang terhadap kemungkinan kontak dengan orang lain yang mempunyai berbagai paparan atau risiko TB (Kemenkes RI, 2022).

b. Jenis Kelamin

Penyakit TB lebih banyak dialami oleh laki-laki daripada perempuan. Secara global dari 20,6 juta kasus TB tahun 2021, 6 juta kasus diderita oleh pria dewasa, 3,4 juta kasus diderita oleh wanita dewasa dan 1,2 juta kasus diderita oleh anak-anak (WHO, 2022). Di Indonesia sebanyak 57,5% kasus TB ditemukan pada laki-laki dan 42,5% adalah perempuan (Kemenkes RI, 2022). Penyebab perbedaan frekuensi penyakit TB paru antara laki-laki dan perempuan adalah perbedaan kebiasaan hidup dimana laki-laki memiliki kebiasaan merokok dan minum alkohol dibandingkan dengan perempuan. Merokok dan minum alkohol diketahui mampu menurunkan imunitas tubuh sehingga rentan terkena penyakit (Damayanti *et al.*, 2018).

c. Tingkat pendidikan

Tingkat pendidikan akan mempengaruhi pengetahuan seseorang sehingga menggambarkan perilaku seseorang dalam kesehatan. Semakin rendah pendidikan maka ilmu pengetahuan di bidang kesehatan semakin berkurang baik yang menyangkut asupan makanan, penanganan keluarga

yang sakit, rumah yang memenuhi syarat kesehatan, pengetahuan penyakit TB paru serta usaha-usaha preventif lainnya (Damayanti *et al.*, 2018).

d. 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. Sebaliknya, 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).

e. Komorbiditas

Komorbiditas atau penyakit penyerta adalah penyakit atau kondisi yang terjadi secara bersama-sama pada seseorang. Komorbid TB biasanya Diabetes Melitus (DM) atau HIV. DM dan HIV adalah penyakit yang sangat mempengaruhi sistem kekebalan tubuh yang membuat penderitanya lebih rentan terhadap infeksi, termasuk tuberkulosis. 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. TB juga banyak dijumpai pada pasien HIV/AIDS (TB-HIV) dengan prevalensi 29-

37 kali lebih banyak dibandingkan dengan TB tanpa HIV (Kemenkes RI, 2019).

f. Pekerjaan

Pekerjaan seseorang sangat dipengaruhi oleh tingkat pendidikan. Pendidikan yang tinggi memungkinkan untuk mendapatkan pekerjaan yang layak. Jenis pekerjaan juga berkaitan dengan sosial ekonomi yang berhubungan dengan pendapatan keluarga yang akan mempunyai dampak terhadap pola hidup sehari-hari seperti halnya konsumsi makanan, pemeliharaan kesehatan dan kondisi rumah yang baik (Muaz, 2014).

g. Pendapatan

Pendapatan akan banyak berpengaruh terhadap perilaku dalam menjaga kesehatan individu dan dalam keluarga. Kepala keluarga yang mempunyai pendapatan di bawah upah minimum rata-rata (UMR) akan mengonsumsi makanan dengan kadar gizi yang tidak sesuai dengan kebutuhan akibat daya beli yang rendah sehingga berakibat pada status gizi yang kurang dan akan memudahkan untuk terkena penyakit infeksi, diantaranya TB paru. Pendapatan juga akan mempengaruhi pada kualitas pelayanan kesehatan yang didapatkan dan lingkungan tempat tinggal seperti keadaan rumah dan bahkan kondisi pemukiman yang di tempati (Muaz, 2014).

h. Status Gizi

Kejadian TB paru sangat berkaitan erat dengan status gizi seseorang. Keadaan malnutrisi atau kekurangan kalori, protein, vitamin, zat besi lain

akan mempengaruhi daya tahan tubuh seseorang sehingga rentan terhadap penyakit termasuk TB paru. Keadaan ini merupakan faktor penting yang berpengaruh di negara miskin maupun berkembang, baik orang dewasa maupun anak-anak. Seseorang dengan status gizi yang buruk lebih rentan terkena TB paru akibat daya tahan tubuh yang rendah (Novita *et al.*, 2018).

i. Imunitas

Pada sisi pejamu, kerentanan terhadap infeksi *Mycobacterium tuberculosis* sangat dipengaruhi oleh daya tahan tubuh seseorang. Daya tahan tubuh didapatkan secara alami maupun buatan. Kekebalan secara alamiah didapatkan apabila seseorang pernah menderita penyakit TB dan secara alamiah membentuk antibodi sedangkan kekebalan buatan diperoleh sewaktu seseorang diberi vaksin BCG (*Bacillus Calmette Guerin*). Imunisasi BCG adalah pemberian vaksin yang terdiri dari basil hidup yang dihilangkan virulensinya. Imunisasi BCG akan memberikan kekebalan aktif pada tubuh sehingga tidak mudah terkena TB (Marlinae *et al.*, 2019).

j. Perilaku

Perilaku berpengaruh terhadap penularan TB paru. Perilaku yang tidak sesuai akan menyebabkan seseorang rentan terpapar dan memudahkan dalam penularan kuman TB. Perilaku yang berisiko menyebabkan terjadinya penyakit TB paru diantaranya :

1) Kebiasaan Membuka Jendela

Tidak membuka jendela setiap hari dapat meningkatkan risiko penyakit

TB, karena membuat ruangan menjadi lembab, hal ini disebabkan karena sirkulasi udara yang buruk dan sulitnya sinar matahari masuk ke dalam untuk membunuh bakteri penyebab tuberkulosis (Hasan *et al.*, 2023).

2) Kebiasaan Menjemur Guling/Kasur/Bantal Secara Teratur

Kasur/bantal/guling merupakan alat tidur yang secara rutin digunakan responden untuk beristirahat atau tidur. Peralatan tidur perlahan akan lembab jika tidak pernah dijemur dan terkena panas dari sinar matahari, akibatnya bakteri dapat hidup dan berkembangbiak dengan baik. Menjemur kasur, bantal dan guling secara teratur dapat membunuh kuman TB yang menempel karena kuman TB sangat peka terhadap panas, sinar matahari dan sinar ultraviolet (Hasan *et al.*, 2023).

3) Penggunaan Peralatan Makan Bersama

Penularan TB terjadi ketika penderita mengeluarkan droplet yang mengandung bakteri TB saat batuk, bersin, bahkan berbicara. Kebiasaan makan bersama akan menimbulkan risiko penularan apabila tidak jaga jarak dengan penderita TB karena berisiko terkena percikan dahak saat seseorang berbicara sewaktu makan. Menggunakan alat makan bersama dengan pasien yang sudah terkontaminasi bakteri TB juga berisiko menularkan TB. Penderita TB dianjurkan tidak makan bersama dengan orang lain, dan perlengkapan makan yang digunakan penderita sebaiknya direbus dahulu sebelum dipakai oleh orang lain (Moa *et al.*, 2018).

4) Etika Batuk

Orang dengan kebiasaan batuk yang buruk rentan menularkan pada orang lain disekitarnya. Praktik menutup mulut pada waktu batuk dan bersin seharusnya dilakukan dengan sapu tangan atau tisu tidak dengan tangan terbuka karena droplet yang dikeluarkan dan menempel pada tangan dan berisiko menularkan pada anggota keluarga yang lain (Moa *et al.*, 2018).

5) Kebiasaan Merokok

Kebiasaan menghisap rokok merupakan faktor penting yang dapat menurunkan daya tahan tubuh seseorang sehingga mudah terserang penyakit, termasuk TB paru. Kebiasaan merokok meningkatkan risiko aktifnya kuman TB laten, terjadinya kekambuhan dan kegagalan pengobatan TB (Hasan *et al.*, 2023).

Zat kimia yang terkandung dalam rokok seperti tar dan nikotin yang masuk ke dalam tubuh mampu merusak saluran pernafasan diantaranya rusaknya mekanisme pertahanan paru berupa kerontokan bulu getar (silia) pada paru-paru. Bulu getar ini berfungsi sebagai penyaring debu atau partikel asing yang masuk saat kita menarik nafas. Bulu getar yang rontok ini menyebabkan udara yang belum tentu bersih dapat masuk dan mengganggu kebersihan mukosilier dan mengakibatkan terjadinya penurunan fungsi makrofag alveolar untuk fagositosis bakteri TB. Selain itu, asap rokok dapat menurunkan respon terhadap antigen sehingga jika ada benda asing yang masuk ke paru tidak cepat dikenali

dan dilawan. Fungsi paru yang melemah menyebabkan ketidakmampuan paru untuk melawan kuman TB dan justru memperparah penyakit (Riza (2017) dalam Andaresta, 2023).

k. Riwayat Kontak

Riwayat kontak sangat berpengaruh dengan kejadian TB Paru. Kontak dekat dalam waktu yang lama dengan orang terinfeksi meningkatkan risiko penularan. Apabila terinfeksi, proses sehingga paparan tersebut berkembang menjadi penyakit TB aktif bergantung pada kondisi imun individu (Kemenkes RI, 2019). Berbagai studi memberikan kesimpulan bahwa apabila seseorang tinggal bersama penderita TB paru aktif untuk beberapa waktu lamanya, kemungkinan akan terinfeksi atau tertular sebesar 25%-50% (Suharyo *et al.*, 2017). Hasil studi lainnya melaporkan bahwa kontak terdekat (misalnya keluarga serumah) akan dua kali lebih berisiko tertular TB paru dibandingkan kontak biasa (tidak serumah) (Widoyono, 2011).

3. *Environment* (Lingkungan)

Lingkungan adalah semua yang ada di luar *host* dan *agent*, baik benda tidak hidup, benda hidup, nyata atau abstrak, termasuk kondisi yang berbentuk karena adanya interaksi unsur-unsur tersebut. 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. Kelembaban

Kelembaban adalah banyaknya air yang terkandung dalam udara, biasanya dinyatakan dengan persentase. Kandungan uap air di udara berubah-ubah bergantung pada suhu. Makin tinggi suhu, makin banyak kandungan uap airnya. Rumah yang lembab merupakan media yang baik bagi pertumbuhan mikroorganisme antara lain bakteri, spiroket, rickettsia dan virus. Mikroorganisme tersebut dapat masuk ke dalam tubuh melalui udara. Kelembaban yang meningkat merupakan media yang baik untuk bakteri-bakteri termasuk bakteri tuberkulosis, karena air membentuk lebih dari 80% volume sel bakteri untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup sel bakteri (Damayanti *et al.*, 2018).

Mikroorganisme dapat masuk ke dalam tubuh melalui udara. Kelembaban yang tinggi dapat menyebabkan membran mukosa hidung menjadi kering sehingga kurang efektif dalam menghadang mikroorganisme. Untuk mengatasi kelembaban, maka perhatikan kondisi drainase atau saluran air di sekeliling rumah, lantai harus kedap air, sambungan pondasi dengan dinding harus kedap air, atap tidak bocor dan tersedia ventilasi yang cukup (Suharyo *et al.*, 2017).

Pengukuran kelembaban biasanya menggunakan alat *thermohygrometer* atau *hygrometer*. Persyaratan kelembaban udara dalam rumah adalah 40% – 60 % Rh (Permenkes RI No 2 Tahun 2023).

Hasil penelitian Sahadewa *et al.* (2019) menyimpulkan bahwa kelembaban rumah yang tidak memenuhi syarat mempunyai risiko 11,2 kali lebih besar untuk mengalami kejadian TB paru daripada responden yang menghuni rumah dengan kelembaban yang baik.

b. Suhu

Suhu adalah panas atau dinginnya udara yang dinyatakan dengan satuan derajat tertentu. Pengukuran suhu rumah dilakukan dengan menggunakan *thermometer* atau *termohygrometer* (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, kepadatan hunian, bahan dan struktur bangunan, kondisi geografis dan kondisi topografi.

Keadaan suhu sangat berperan penting pada pertumbuhan basil *Mycobacterium tuberculosis*, dimana laju pertumbuhan basil tersebut ditentukan berdasarkan suhu udara yang berada disekitarnya. Menurut Gould & Brooker (2003) dalam Romadhan *et al.* (2019) menyatakan ada rentang suhu yang disukai oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*, yaitu pada rentang suhu optimum yang memungkinkan bakteri tersebut tumbuh dengan cepat. Bakteri ini merupakan bakteri mesofilik yang tumbuh cepat dalam rentang 25°C – 40°C, tetapi bakteri akan tumbuh secara optimal pada 31°C – 37°C (Romadhan *et al.*, 2019).

Suhu ruangan dalam rumah yang tidak memenuhi syarat akan menjadi media pertumbuhan bakteri patogen sehingga bakteri dapat bertahan lama dalam udara rumah. Kondisi ini memungkinkan bakteri terhirup oleh anggota keluarga yang berada dalam rumah sehingga terjadi penularan penyakit tuberkulosis paru (Romadhan *et al.*, 2019).

Penelitian yang dilakukan oleh Romadhan *et al.* (2019) menyimpulkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara suhu ruangan dengan kejadian tuberkulosis paru. Suhu ruangan yang tidak memenuhi syarat memungkinkan 9 kali lebih besar menderita penyakit TB paru dibandingkan responden yang suhu ruangnya memenuhi syarat.

c. Rasio Ventilasi

Penilaian ventilasi rumah dilakukan dengan membandingkan luas ventilasi permanen dengan luas lantai rumah. Jenis ventilasi yang diukur adalah ventilasi alamiah yang berasal dari sinar matahari yang dapat masuk melalui jendela, pintu, lubang angin, dan lubang-lubang pada dinding. Standar luas ventilasi rumah menurut Permenkes RI No 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan adalah minimal 10% luas lantai. Kepmenkes RI No 829 Tahun 1999 tentang persyaratan kesehatan perumahan menyatakan pergantian udara bersih untuk orang dewasa adalah 33 m³/orang/jam. Untuk memperoleh kenyamanan tersebut, luas lubang ventilasi yang permanen minimal 5% dari luas lantai, apabila ditambah dengan lubang ventilasi insidental seperti jendela dan pintu sebesar 5% maka luas ventilasi minimal 10% dari luas lantai. Ventilasi

memenuhi syarat apabila $\geq 10\%$ luas lantai dan luas ventilasi yang tidak memenuhi syarat kesehatan adalah $< 10\%$ luas lantai rumah.

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. Fungsi kedua dari ventilasi adalah untuk membebaskan udara ruangan dari bakteri-bakteri, terutama bakteri patogen, karena di situ selalu terjadi aliran udara yang terus menerus. Fungsi lainnya adalah untuk menjaga agar ruangan rumah selalu tetap dalam kelembaban (*humidity*) yang optimum (Suharyo *et al.*, 2017).

Dalam buku Tim program TB St. Carolus (2017) menyebutkan pada saat penderita tuberkulosis paru batuk atau bersin, maka dalam bentuk percikan dahak (droplet) tersebarlah bakteri ke udara sekitar. Rumah dengan kondisi udara yang telah tercemar bakteri TB 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 droplet dapat dikurangi dan kemungkinan seseorang terinfeksi kuman tuberkulosis paru berkurang. Ventilasi membawa kuman-kuman untuk keluar dan mati terkena sinar matahari dan sinar ultraviolet (Agustin, 2021).

Rumah dengan ventilasi yang tidak memenuhi syarat menyebabkan cahaya tidak bisa masuk ke dalam rumah, mengakibatkan peningkatan

kelembaban dan suhu di dalam rumah sehingga kuman TBC dapat tumbuh dengan baik. Ventilasi yang tidak cukup 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 bakteri tuberkulosis (Purnama, 2016).

d. Pencahayaan Alami

Rumah yang sehat memerlukan cahaya yang cukup, khususnya cahaya alami. Pencahayaan alami adalah pencahayaan yang diperoleh dari sinar matahari yang masuk melewati ventilasi atau jendela yang ada pada dinding rumah maupun dari genting kaca (Romadhan *et al.*, 2019).

Sinar matahari dapat dimanfaatkan untuk pencegahan penyakit tuberkulosis paru dengan mengusahakan masuknya sinar matahari pagi ke dalam rumah. Kuman tuberkulosis dapat bertahan hidup bertahun-tahun lamanya dan mati bila terkena sinar matahari, sabun, lisol, karbol dan panas api. Rumah yang tidak masuk sinar matahari mempunyai risiko menderita tuberkulosis 3-7 kali dibandingkan dengan rumah yang dimasuki sinar matahari (Purnama, 2016).

Kurangnya penyinaran sinar matahari yang masuk ke dalam rumah cenderung mengakibatkan udara menjadi lembab dan ruangan menjadi gelap sehingga bakteri tuberkulosis paru dapat tahan dalam jangka waktu lama di dalam rumah, hal ini memungkinkan terjadinya penularan tuberkulosis paru kepada anggota rumah tangga (Romadhan *et al.*, 2019).

Pada umumnya pencahayaan yang tidak memenuhi syarat kesehatan disebabkan oleh luas ventilasi yang kurang atau bahkan tertutup, sehingga sinar matahari masuk ke dalam rumah berkurang. Selain faktor ventilasi pencahayaan yang kurang juga disebabkan karena jarak rumah yang dekat bahkan berdempetan sehingga membuat cahaya yang masuk terhalang oleh dinding dan genteng rumah (Agustin, 2021).

Pencahayaan yang dipersyaratkan yaitu minimal 60 lux dan tidak menyilaukan. Pencahayaan diukur menggunakan *luxmeter* (Permenkes RI No 2 Tahun 2023).

e. Jenis Lantai

Jenis lantai merupakan faktor risiko terjadinya tuberkulosis paru seperti halnya lantai yang tidak memenuhi syarat yang berasal dari tanah. Hal tersebut dikarenakan lantai tanah cenderung menimbulkan kelembaban, dalam keadaan basah lantai tanah akan meningkatkan kelembaban dalam ruangan rumah sehingga hal tersebut akan mempermudah perkembangbiakan bakteri tuberkulosis paru yang terdapat pada udara ruangan. Pada saat lantai tanah dalam keadaan kering, kondisi ini berpotensi menimbulkan debu yang dapat membahayakan bagi orang-orang yang hidup di dalam rumah serta apabila dahak penderita diludahkan ke lantai, maka bakteri TB paru akan berterbangan di udara dan akan menginfeksi bagi orang-orang yang ada di sekitar (Romadhan *et al.*, 2019).

Menurut Permenkes RI No 2 Tahun 2023, lantai yang memenuhi syarat kesehatan adalah kedap air, permukaan rata, halus dan tidak retak, lantai tidak menyerap debu dan mudah dibersihkan.

Hasil penelitian Hasan *et al.* (2023) menunjukkan jenis lantai yang tidak memenuhi syarat mempunyai risiko 2,148 kali lebih besar untuk menderita tuberkulosis paru dibandingkan dengan responden dengan jenis lantai yang memenuhi syarat.

f. Jenis Dinding

Dinding adalah salah satu elemen bangunan yang berfungsi memisahkan dan membentuk ruangan. Dinding berfungsi sebagai pelindung, baik dari gangguan hujan maupun angin serta melindungi dari pengaruh panas dan debu dari luar serta menjaga kerahasiaan (*privacy*) penghuninya. Beberapa bahan pembuat dinding adalah dari kayu, bambu, pasangan batu bata atau batu dan sebagainya. Tetapi dari beberapa bahan tersebut yang paling baik adalah pasangan batu bata atau tembok (permanen) yang tidak mudah terbakar dan kedap air sehingga mudah dibersihkan (Purnama, 2016).

Menurut Permenkes RI No 2 Tahun 2023, jenis dinding yang memenuhi syarat kesehatan adalah terbuat dari bahan yang mudah dibersihkan, permukaan halus dan rata, tahan lama serta kedap air. Dinding yang tidak memenuhi syarat seperti terbuat dari anyaman bambu, triplek atau dinding permanen terbuat dari bata tetapi tidak dilakukan plesteran akan melepas debu dan mudah menyerap air, hal tersebut menyebabkan

meningkatnya kandungan air yang terdapat pada udara dalam rumah sehingga memicu meningkatnya kelembaban pada rumah tersebut. Hal ini tentunya mengakibatkan bakteri patogen dapat tinggal dan berkembangbiak salah satunya bakteri *Mycobacterium tuberculosis*, bakteri ini mampu bertahan hidup lama didalam ruangan rumah dengan kondisi kelembaban yang tinggi sehingga hal ini dapat menjadi sumber penularan penyakit TB paru pada rumah tersebut. Untuk mencegah kelembaban yang tinggi pada dinding rumah yang terbuat bahan kayu/rumah panggung, dapat dilakukan dengan cara mengatur pencahayaan agar cahaya matahari yang masuk dalam rumah cukup dan memenuhi syarat (Romadhan *et al.*, 2019).

g. Kepadatan Hunian

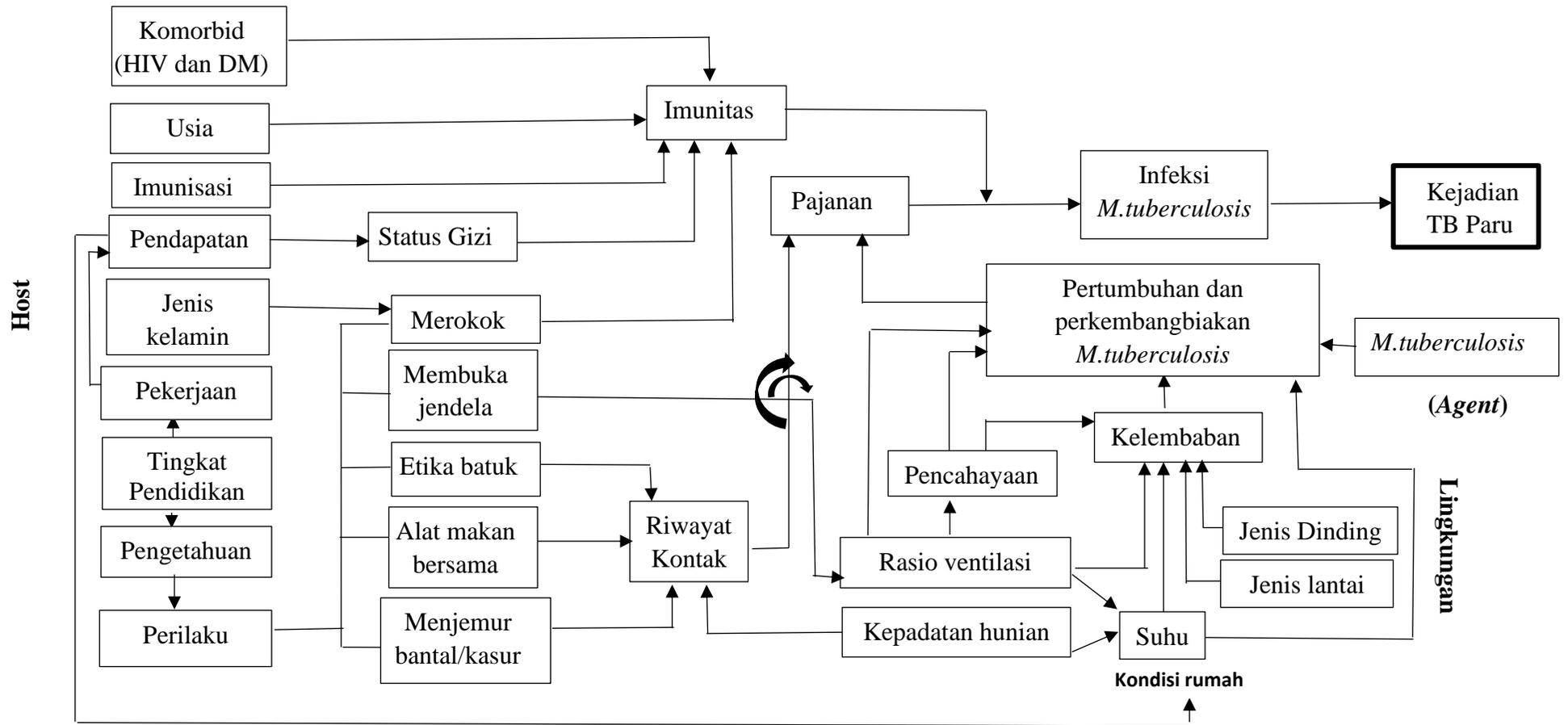
Kepadatan hunian adalah perbandingan jumlah penghuni rumah per luas lantai ruangan. Luas minimum per orang sangat relatif tergantung dari kualitas bangunan dan fasilitas yang tersedia. Faktor yang dapat mempengaruhi kepadatan hunian adalah luas bangunan rumah dan jumlah penghuni (Damayanti *et al.*, 2018). Menurut Permenkes RI No 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan mengatur bahwa Kebutuhan ruang per orang dthrtung berdasarkan aktvttas dasar rmanusla dl dalam rurnah. Aktivttas seseorang tersebut mellputi aktvttas tidur, malmo, kerja, duduk, mandi, kakus, cuct dan masak serta ruang gerak lalnnya yaitu 9 m²/orang.

Kepadatan hunian merupakan salah satu faktor risiko TB. Dimana semakin padat penghuni rumah maka perpindahan penyakit, khususnya

penyakit menular melalui udara akan semakin mudah dan cepat, apabila terdapat anggota keluarga yang menderita TB dengan BTA positif yang secara tidak sengaja batuk. Bakteri *Mycobacterium tuberculosis* akan menetap di udara selama kurang lebih 2 jam sehingga memiliki kemungkinan untuk menularkan penyakit pada anggota yang belum terpajan bakteri *Mycobacterium tuberculosis* (Agustin, 2021). Jumlah penghuni yang padat juga memungkinkan kontak yang lebih sering antara penderita tuberkulosis paru paru dengan anggota keluarga lainnya sehingga mempercepat penularan penyakit tersebut (Kenedyanti dan Lilis Sulistyorini, 2017).

Semakin padat penghuni rumah akan semakin cepat pula udara di dalam rumah tersebut mengalami pencemaran. Karena jumlah penghuni yang semakin banyak akan berpengaruh terhadap kadar oksigen dalam ruangan tersebut, begitu juga kadar uap air dan suhu udaranya. Dengan meningkatnya kadar CO₂ di udara dalam rumah, maka akan memberi kesempatan tumbuh dan berkembang biak lebih bagi *Mycobacterium tuberculosis*. Dengan demikian akan semakin banyak kuman yang terhisap oleh penghuni rumah melalui saluran pernafasan (Purnama, 2016).

C. Kerangka Teori



Gambar 2.1 Kerangka Teori

Modifikasi teori Jhon Gordon dalam Suharyo (2017), Kemenkes RI (2019), Permenkes RI No 2 Tahun 2023, Pangaribuan *et al.*, (2020), Damayanti *et al.*, (2018), Purnama (2016), Suharyo *et al.*, (2017), Sari (2020), Moa *et al.*, (2018), Kenedyanti (2017), Muaz (2014), Romadhan *et al.*, (2019), Hasan *et al.*, (2023)