

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian tuberkulosis

Tuberculosis (TBC) merupakan penyakit infeksi menular yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Penyakit ini biasanya menular dari manusia ke manusia. Ia lewat udara ketika seorang yang terinfeksi TBC batuk, bersin, atau bicara. Penularan TBC biasanya terjadi di dalam ruangan yang gelap dengan minim ventilasi. Cahaya matahari langsung dapat membunuh bakteri ini dengan cepat, namun bakteri ini akan bertahan lebih lama di dalam keadaan yang gelap. (Kurniadi, 2024)

B. Bakteri *Mycobacterium*



Gambar 1 Bakteri *Mycobacterium Tuberkulosis*

Tuberkulosis yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* merupakan bakteri yang termasuk dalam *ordo Actinomycetales* dan spesies *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri ini berbentuk batang ramping berwarna merah, lurus dengan ujung membulat, memiliki panjang 1-4 μm dan lebar 0,3-0,6

Bakteri ini dapat hidup secara individu maupun berkelompok, tidak membentuk spora, tidak memiliki kapsul, serta tidak bergerak. Struktur dinding sel *M. tuberculosis* berbeda dari bakteri prokariot lainnya, yang menjadi faktor utama virulensinya. Bakteri ini tumbuh optimal pada pH 6,8 dengan suhu 37°C, dan membutuhkan karbon dioksida dalam kadar 5-10% untuk mendukung pertumbuhannya. Biasanya, koloni baru mulai terlihat setelah 14-28 hari, namun pertumbuhan bisa memakan waktu hingga 8 minggu.

Bakteri ini bersifat aerob obligat dan memperoleh energi melalui oksidasi senyawa karbon sederhana. Waktu pembelahan *M. tuberculosis* adalah setiap 15-24 jam, jauh lebih lambat dibandingkan bakteri lain seperti *E. coli*, yang dapat membelah setiap 20 menit. Bakteri ini tidak tahan panas dan dapat mati pada suhu 60°C dalam 15-20 menit, atau jika terkena sinar matahari langsung selama dua jam. Dalam dahak, bakteri ini dapat bertahan 20-30 jam, sedangkan pada percikan bahan, daya tahannya mencapai 8-10 hari. Pada suhu kamar, *M. tuberculosis* dapat bertahan hidup selama 6-8 bulan, dan di lemari pendingin bersuhu -20°C, bakteri ini dapat disimpan hingga dua tahun. Bakteri ini tahan terhadap berbagai bahan kimia dan disinfektan, seperti fenol 5%, asam sulfat 15%, asam sitrat 3%, serta NaOH 4%. Namun, *M. tuberculosis* dapat dihancurkan oleh larutan yodium dalam waktu 5 menit atau oleh alkohol 80% dalam waktu 10-20 menit. (Abebe dan Zegeye Bonsa, 2023)

C. Patogenesis

Tuberkulosis disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Infeksi terjadi saat seseorang menghirup droplet nuklei yang mengandung basil tuberkel hingga mencapai alveoli paru-paru dimana terdapat makrofag alveolar dan

dendritik sel. Selanjutnya, terjadi fagositosis bakteri oleh makrofag dan dendritik sel yang menghasilkan pelepasan sitokin proinflamatori seperti IL-12 dan IL-18. Proses inflamasi ini memicu datangnya monosit dan memfagositosis bakteri yang masih hidup. Di dalam makrofag, bakteri *Mycobacterium tuberculosis* menghambat pertemuan antara fagosom dan lisosom sehingga makrofag hancur sedangkan bakteri akan bertumbuh. Pembentukan TNF-a akan memicu respon hipersensitivitas tipe lambat yang akan mengakibatkan penghancuran makrofag dengan *Mycobacterium tuberculosis* di dalamnya. Sebagai hasilnya, akan terbentuk sentral nekrosis kaseosa yang dikelilingi oleh makrofag aktif. sel T. dan sel imun lainnya. Dalam kondisi respon imun tubuh yang kurang baik, maka *Mycobacterium tuberculosis* mampu berkembangbiak serta mampu menyebar ke dalam sistem limfatis dan sirkulasi menuju ke organ-organ lain. Anak-anak biasanya tertular dari orang dewasa yang ada di rumah atau remaja di lingkungan terdekatnya, paling sering adalah orang tua, kakek-nenek, kakak, atau penghuni rumah lain. Hal ini didukung apabila daya tahan tubuh anak rendah sehingga akan memudahkan perkembangan dari bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Masa inkubasi pada anak-anak antara saat basil tuberkel memasuki tubuh dan berkembangnya hipersensitivitas kulit biasanya 2 sampai 12 minggu, paling sering 4 sampai 8 minggu. Timbulnya hipersensitivitas dapat disertai dengan reaksi demam yang berlangsung 1 hingga 3 minggu. Selama fase reaksi jaringan yang intensif ini, kompleks primer dapat terlihat pada radiografi dada. Fokus utama tumbuh lebih besar pada saat ini namun belum terbungkus. Ketika hipersensitivitas berkembang, respon inflamasi menjadi lebih intens dan kelenjar getah bening regional sering membesar. Bagian parenkim dari kompleks primer sering sembuh sepenuhnya melalui fibrosis atau kalsifikasi setelah menjalani

nekrosis kaseosa dan enkapsulasi. Lesi parenkim kadang-kadang membesar mengakibatkan pneumonitis fokal dan penebalan pleura di bawahnya. Jika kaseasi sangat hebat, bagian tengah lesi dapat mencair, bermuara ke dalam bronkus yang bersangkutan, dan meninggalkan sisa rongga tuberkulosis primer. (Rizqiani Astrid, 2024)

D. Gejala Tuberkulosis

Pada stadium awal penyakit TB paru tidak menunjukkan tanda dan gejala yang spesifik. Namun seiring dengan perjalanan penyakit akan menambah jaringan parunya mengalami kerusakan, sehingga dapat meningkatkan produksi sputum yang ditunjukkan dengan seringnya klien batuk sebagai bentuk kompensasi pengeluaran dahak. Selain itu, klien dapat merasa letih, lemah, berkeringat pada malam hari dan mengalami penurunan berat badan secara drastis. Secara rinci tanda dan gejala TB paru ini dapat dibagi atas 2 golongan yaitu gejala sistemik dan gejala respiratorik.

1. Gejala Sistematik adalah:

a. Demam

Demam merupakan gejala pertama dari tuberculosis paru, biasanya timbul pada sore dan malam hari disertai dengan keringat mirip demam influenza yang segera mereda. Tergantung daya tahan tubuh dan virulensi kuman, serangan demam yang berikut dapat terjadi setelah 3 bulan, 6 bulan, 9 bulan. Demam seperti influenza ini hilang timbul dan semakin lama semakin meningkat. Demam dapat mencapai suhu tinggi yaitu $40^{\circ} - 41^{\circ}\text{C}$.

b. Malaise

Karena tuberculosis bersifat radang menahun, maka dapat terjadi rasa tidak enak badan, pegal-pegal, nafsu makan berkurang, badan makin kurus, sakit

kepala, mudah lelah dan pada wanita kadang kadang dapat mengganggu siklus haid.

2. Gejala Respiratorik

a. Batuk

Batuk baru timbul apabila proses penyakit telah melibatkan bronkus. Batuk terjadi karena iritas bronkus, selanjutnya akibat adanya peradangan pada bronkus, batuk akan menjadi produktif. Batuk produktif ini berguna untuk membuang produk produk eksresi peradangan. Dahak dapat bersifat mukoid atau purulen.

b. Batuk Darah

Batuk darah terjadi akibat pecahnya pembuluh darah. Berat dan ringannya pembuluh darah yang timbul, tergantung dari besar dan kecilnya pembuluh darah yang pecah. Batuk darah tidak selalu timbul akibat pecahnya pembuluh darah tapi dapat juga terjadi akibat ulserasi pada mukosa bronkus. Batuk darah inilah yang paling sering membawa penderita berobat ke dokter.

c. Sesak Nafas

Gejala ini ditemukan pada penyakit yang lanjut dengan kerusakan paru yang cukup luas. Keluhan sesak yang muncul merupakan proses penyakit tuberkulosis yang meningkatkan produksi lendir dan dapat menyebabkan penyempitan saluran nafas, serta merusak jaringan paru.

d. Nyeri Dada

Nyeri dada dapat terjadi pada penderita TB terutama apabila infeksi mengenai pleura atau jaringan pembungkus paru, dan terjadi karena tarikan saat batuk yang terus menerus terjadi. (Meriani Sari, 2024)

E. Pencegahan Tuberkulosis

Penderita tuberkulosis harus diberikan pengobatan OAT yang tepat dan komprehensif, anak yang tinggal bersama penderita TBC aktif juga harus menjalani Terapi Pencegahan TBC (TPT). Berikut adalah Upaya pencegahan yang komprehensif untuk melindungi individu dan komunitas dari penyebarannya.

1. Pencegahan Primer: Mencegah Infeksi

Pencegahan primer bertujuan untuk mencegah orang sehat tertular bakteri TBC. Beberapa langkah utama dalam pencegahan primer adalah:

a. Vaksinasi BCG (*Bacille Calmette-Guérin*)

Vaksin BCG diberikan pada bayi baru lahir atau anak-anak untuk melindungi mereka dari bentuk TBC berat, seperti meningitis tuberkulosis dan TBC milier. Vaksin ini efektif pada kelompok usia muda, meskipun perlindungannya terhadap TBC paru pada orang dewasa kurang optimal.

b. Pendidikan dan Kesadaran Masyarakat

Meningkatkan pemahaman masyarakat tentang cara penularan, gejala awal, dan pentingnya deteksi dini. Kampanye kesehatan masyarakat dapat membantu mengurangi stigma terhadap pasien TBC, sehingga lebih banyak orang yang bersedia mencari pengobatan.

c. Meningkatkan Kebersihan dan Sanitasi

Ventilasi yang baik di rumah dan tempat kerja membantu mengurangi konsentrasi bakteri di udara. Kebiasaan seperti mencuci tangan secara rutin dan menjaga kebersihan lingkungan dapat mengurangi risiko penularan.

2. Pencegahan Sekunder: Deteksi Dini dan Pengobatan Infeksi Laten

Pencegahan sekunder berfokus pada individu yang sudah terpapar bakteri TBC, tetapi belum menunjukkan gejala aktif. Langkah-langkahnya meliputi:

a. Deteksi Infeksi Laten

Pemeriksaan tes Mantoux atau IGRA (*Interferon-Gamma Release Assays*) digunakan untuk mendeteksi infeksi laten. Orang-orang yang berisiko tinggi, seperti pekerja kesehatan, kontak serumah dengan pasien TBC, atau penderita HIV, harus menjalani tes ini.

b. Pengobatan Profilaksis

Orang dengan infeksi laten dapat diberikan terapi pencegahan tuberkulosis (TPT) berupa obat seperti isoniazid selama 6–9 bulan untuk mencegah perkembangan menjadi TBC aktif.

3. Pencegahan Tersier: Pengobatan TBC Aktif

Pencegahan tersier berfokus pada pasien yang sudah menderita TBC aktif untuk mencegah penularan lebih lanjut dan komplikasi. Ini melibatkan:

a. Pengobatan TBC yang Tepat

Pengobatan TBC standar menggunakan kombinasi antibiotik seperti isoniazid, rifampisin, pirazinamid, dan etambutol selama minimal enam bulan.

Kepatuhan terhadap pengobatan sangat penting untuk mencegah resistensi obat.

b. Pengendalian Penularan

Pasien TBC aktif disarankan untuk mengisolasi diri sementara waktu, menggunakan masker, dan menjalankan etika batuk. Lingkungan rumah pasien harus memiliki ventilasi yang baik untuk mengurangi konsentrasi bakteri di udara.

4. Pengendalian Infeksi di Fasilitas Kesehatan

Fasilitas kesehatan sering menjadi tempat penularan TBC, terutama di negara-negara dengan prevalensi tinggi. Langkah-langkah pencegahan meliputi:

- a. Triase dan Isolasi, yaitu pasien yang dicurigai atau terdiagnosis TBC harus segera diidentifikasi dan ditempatkan di ruang isolasi khusus dengan tekanan udara negatif.
- b. Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), yaitu petugas kesehatan wajib memakai masker N95 atau respirator lain yang sesuai.
- c. Ventilasi dan Desinfeksi, yaitu fasilitas kesehatan harus memiliki ventilasi yang baik dan menerapkan protokol desinfeksi yang ketat.

5. Pencegahan pada Kelompok Rentan

Kelompok tertentu memiliki risiko lebih tinggi untuk tertular atau mengembangkan TBC, seperti:

- a. Pasien HIV/AIDS: Sistem imun yang lemah meningkatkan risiko pengembangan TBC aktif. Pasien HIV harus rutin diperiksa dan menerima pengobatan profilaksis jika perlu.
- b. Anak-anak: Karena sistem imun mereka yang belum matang, anak-anak lebih rentan terhadap TBC berat.

c. Pekerja Migran: Mereka sering tinggal di lingkungan dengan sanitasi buruk dan akses terbatas ke layanan kesehatan.

6. Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS)

Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) adalah upaya individu, keluarga, atau masyarakat untuk menerapkan kebiasaan yang mendukung kesehatan melalui pola hidup bersih dan sehat dalam keseharian. PHBS bertujuan untuk menciptakan lingkungan yang sehat, meningkatkan kualitas hidup, dan mencegah berbagai penyakit. PHBS tidak hanya sekadar membersihkan diri atau lingkungan, tetapi mencakup berbagai aspek, mulai dari menjaga kebersihan tubuh, makanan, hingga lingkungan tempat tinggal. Dalam rumah tangga, misalnya, PHBS mencakup kebiasaan mencuci tangan dengan sabun, mengonsumsi makanan bergizi, menggunakan jamban yang bersih dan sehat, hingga memberantas sarang nyamuk. Dengan menjalankan PHBS, individu dan masyarakat dapat mencegah penyakit menular seperti diare, infeksi saluran pernapasan, atau demam berdarah. Selain itu, kebiasaan ini juga mendorong peningkatan produktivitas, karena kesehatan yang baik membuat seseorang lebih aktif dan mampu berkontribusi lebih optimal dalam kehidupan sehari-hari. PHBS menjadi tanggung jawab bersama yang membutuhkan kesadaran, edukasi, dan konsistensi dari semua pihak. (Meriani Sari, 2024)

F. Pengobatan Tuberkulosis

Pengobatan tuberkulosis dilakukan selama enam bulan yang dibagi menjadi dua bulan masa intensif dan empat bulan masa lanjutan. Obat antituberkulosis (OAT) terdiri dari OAT lini pertama dan lini kedua. OAT Lini Pertama antara lain Isoniazid (H), Rifampicin (R), Pirazinamid (Z), Streptomisin (S) yang bersifat bakterisidal dan Ethambutol (E) yang bersifat bakteriostatik.

OAT Lini Kedua merupakan OAT yang digunakan untuk pasien TB Resistan Obat antara lain Levofloksasin, Kanamisin, Amikasin dan OAT baru lainnya, Dalam upaya untuk mencapai kesembuhan, salah satunya juga dapat terealisasi dengan penggunaan obat antituberkulosis (OAT) yang sesuai dengan Standar Pedoman Nasional oleh pasienpasien yang menjalani pengobatan tuberkulosis. Ketidaksesuaian pemilihan jenis obat antituberkulosis (OAT) berdasarkan standar pengobatan dapat menyebabkan terjadinya kegagalan terapi dan terjadinya kekambuhan karena jenis obat yang diterima pasien tidak sesuai dengan keadaan dan perkembangan pengobatan tuberkulosisnya. Tatalaksana TB anak terdiri atas terapi (pengobatan) dan profilaksis (pengobatan pencegahan). Pengobatan TB diberikan pada anak yang sakit TB, sedangkan pengobatan TB diberikan pada anak sehat yang berkontak dengan pasien TB (profilaksis primer) atau anak yang teinfeksi TB tanpa sakit (Profilaksis sekunder). (Rokibah & Maykasari, 2024)

1. Obat yang digunakan pada penderita TB anak

Obat anti tuberkulosis (OAT) Umumnya anak memiliki jumlah bakteri yang lebih sedikit sehingga rekomendasi pemberian 4 macam OAT pada fase intensif hanya diberikan kepada anak dengan BTA positif, TB berat, dan TB tipe dewasa. Terapi TB pada anak dengan BTA negatif menggunakan paduan INH, *Rifampisin*, dan *Pirazinamid* pada fase inisial (2 bulan pertama) diikuti Rifampisin dan INH pada 4 bulan fase lanjutan.

2. Nutrisi

Nutrisi Pada anak yang mengalami TB penting untuk diperhatikan asupan nutrisinya dikarenakan dapat berimplikasi pada status gizi anak. Evaluasi status gizi anak mampu dilakukan dengan mengukur berat badan, tinggi lingkar lengan atas ataupun dengan mengamati gejala malnutrisi seperti edem

atau muscle wastin. Selama proses pengobatan, disarankan memberikan anak makanan tambahan. Bila ini tidak memungkinkan, maka pemberian suplementasi nutrisi dapat dipertimbangkan hingga kondisi anak stabil serta TB mampu diatasi. Bila anak masih dalam masa menyusui, pemberian ASI tetap dijaga. (Rizqiani Astrid, 2024)

G. Faktor Risiko

Menurut Irwan (2023) dikutip dari teori John Gordon dan La Richt 1950, timbulnya suatu penyakit disebabkan adanya tiga komponen utama yang saling berinteraksi, diantaranya penyebab (agent), manusia (host), dan lingkungan (environment). Ketiga faktor risiko ini dapat mempengaruhi terjadinya penyebaran penyakit menular TB paru.

1. Faktor Penyebab (*Agent*)

Tuberkulosis adalah penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri (*Mycobacterium tuberculosis*) dan paling sering menyerang paru-paru. Penularan penyakit TB mampu terjadi melalui udara ketika penderita TB paru melakukan aktivitas misal batuk, bersin ataupun meludah dan mampu memicu infeksi (World Health Organization, 2022). Bakteri *Mycobacterium tuberculosis* berbentuk batang (basil) serta termasuk dalam kelompok basil tahan asam. Jenis *Mycobacterium tuberculosis* lainnya meliputi *Mycobacterium africanum*, *Mycobacterium bovis*, serta *Mycobacterium microti*. Sebagian besar organisme mikobakteri lainnya dikelompokkan sebagai organisme mikobakteri nontuberkulosis atau atipikal. *Mycobacterium tuberculosis* adalah bakteri intraseluler non-pembentuk spora, non-motil, obligat-aerobik, fakultatif, katalase negatif. Ciri khas dari organisme ini melibatkan keberadaan sejumlah lipid pada dinding sel, termasuk asam mycolic. Kandungan lipid tinggi di dinding sel

dianggap berkontribusi pada sifat resistensi terhadap beberapa antibiotik, kesulitan pewarnaan, serta kapasitas bertahan hidup dalam kondisi lingkungan yang ekstrem, misal tingkat keasaman ataupun alkalinitas tinggi, kondisi oksigen rendah, serta kelangsungan hidup di dalam sel (makrofag) (Adigun & Singh, 2023).

2. Faktor Manusia (*Host*)

a. Umur

Usia menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi kejadian penyakit TB. Kelompok usia yang rentan terserang TB adalah dewasa muda usia produktif klasifikasi usia anak terbagi menjadi anak balita (12 bulan-59 bulan), anak prasekolah (60 bulan-72 bulan), dan anak usia sekolah (> 6 tahun - 17 tahun). Daya tahan tubuh pada anak tergolong lemah dan memiliki sedikit kekebalan tubuh dibandingkan dengan anak yang lebih tua. Maka umur yang lebih muda akan menjadikan lebih rentan. Faktor umur merupakan kurva normal yang terbalik dalam peranan risiko kejadian penyakit TB, tuberkulosis paru pada anak biasanya bersumber dari orang dewasa yang menderita tuberkulosis aktif, yaitu penderita dengan bakteri tahan asam (BTA) positif. Frekuensi anak mengalami tuberkulosis: tergantung pada banyaknya jumlah sumber penularan, kedekatan dengan sumber penularan, lama kontak dengan sumber penularan, dan umur anak. Meskipun risiko terbesar anak, tertular tuberkulosis dan kontak serumah dengan penderita tuberkulosis, namun tidak tertutup Kemungkinan anak mendapatkan infeksi dari sumber penular yang asalnya di luar rumah.

b. Jenis Kelamin

Jenis kelamin merupakan faktor risiko yang dapat mempengaruhi kejadian TB, dimana hasil penelitian Nurjana (2020) menyatakan bahwa jenis kelamin memiliki hubungan dengan kejadian TB paru dimana jenis kelamin laki-laki memiliki risiko 1,6 kali lebih besar terinfeksi TB dibandingkan dengan perempuan. Hal ini dikarenakan anak laki-laki cenderung lebih aktif bermain di luar rumah dibandingkan anak perempuan sehingga peluang untuk berinteraksi dengan penderita TB lebih tinggi dan risiko penularan akan lebih besar, terutama setelah masa pubertas.

c. Pengetahuan

Pengetahuan merupakan faktor penting yang berpengaruh terhadap status kesehatan seseorang. Kurangnya pengetahuan untuk memperoleh informasi kesehatan akan berdampak kepada kualitas kehidupan seseorang jangkauan pelayanan kesehatan yang tidak memadai dan kurangnya pemenuhan gizi dapat mengakibatkan rendahnya sistem kekebalan tubuh sehingga mudah terinfeksi. Pengetahuan dan pendidikan berkontribusi pada perilaku kesehatan seseorang. Tingkat pendidikan yang rendah akan mempengaruhi berapa banyak pengalaman seseorang, terutama dalam berperilaku hidup sehat. Pengetahuan menjadi faktor yang dapat mempengaruhi TB dimana hal ini berkaitan dengan tingkat pendidikan seseorang, apabila tingkat pendidikan seseorang rendah maka akan menjadikan orang tersebut akan rentan terkena penyakit TB dikarenakan pengetahuannya akan pengendalian dan pencegahan penyakit ini kurang sehingga orang tersebut akan tidak maksimal dalam menjaga kesehatannya (Agustian, 2023).

d. Status Gizi

Status gizi merupakan salah satu faktor risiko yang dapat mempengaruhi kejadian TB anak. Seorang anak yang mengalami kekurangan gizi akan dapat memperburuk kejadian TB anak. Gangguan asupan gizi dan nutrisi atau malnutrisi akan mempengaruhi perjalanan penyakit TB dimana seorang anak yang mengalami malnutrisi cenderung memiliki daya tahan tubuh yang rendah sehingga menyebabkan penyakit TB akan terus berkembang dan dapat meningkatkan risiko reaktivasi penyakit TB anak dalam jangka yang panjang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara status gizi dengan kejadian TB anak usia 1-5 tahun yang memiliki status gizi yang rendah akan mengalami peningkatan risiko terkena TB paru 1,8 kali daripada anak yang memiliki status gizi normal (Widyastuti, 2023).

e. Kontak Serumah

Penularan TB paru juga dipengaruhi oleh adanya kontak serumah dengan penderita. Kontak erat merupakan salah satu penyebab penularan TB paru dimana hal ini menjadi sumber penularan atau faktor pemicu mudahnya bakteri TB tertular. Kontak erat adalah hidup bersama dalam satu tempat dan jangka waktu yang cukup lama serta intensif melakukan interaksi dengan orang yang menderita penyakit TB. Adanya kontak serumah akan memicu peningkatan penularan TB dikarenakan bakteri TB dapat terhirup oleh orang yang sedang berada di rumah penderita TB. Bakteri tersebut dapat menular melalui droplet yang keluar saat bersin atau batuk. Selain itu, perilaku individu masyarakat yang tidak memperlihatkan perilaku kesehatan lingkungan dan higiene individu dapat berperan terhadap peningkatan kejadian penyakit TB.

Infeksi TB pada anak diawali dengan adanya paparan dengan seseorang yang mengalami TB paru BTA positif sehingga memicu bakteri akan menyebar di lingkungan dan udara pada lingkungan tersebut terhirup oleh anak (Stevany, 2021).

f. Infeksi HIV

Infeksi HIV merupakan salah satu faktor risiko untuk kejadian TB. Orang-orang yang memiliki efek tidak langsung maupun langsung dari HIV, orang yang tidak terinfeksi HIV tetapi terpajan orang lain yang HIV-positif juga menanggung peningkatan risiko infeksi dan penyakit TB. Anak-anak yang terinfeksi HIV memiliki kekebalan yang diperantara sel yang lemah untuk mengendalikan infeksi TB, dapat memberikan risiko perkembangan yang lebih tinggi menjadi penyakit TB aktif setelah paparan, pengaktifan kembali infeksi laten, dan manifestasi penyakit yang parah. Penatalaksanaan yang tepat waktu HIV dan inisiasi terapi anti-retroviral (ART) sangat penting untuk pemulihan kekebalan dan pengendalian TB yang lebih baik dan juga penting adalah skrining berulang untuk TB pada bulan-bulan awal ART, serta pemberian terapi pencegahan isoniazid (pada semua orang yang telah dikesampingkan untuk tuberkulosis aktif) dan terapi kotrimoksazol (Thomas, 2022).

3. Faktor Lingkungan (*Environment*)

Lingkungan adalah segala sesuatu yang ada di luar diri host (pejamu) baik benda mati, benda hidup, nyata atau abstrak, seperti suasana yang terbentuk akibat interaksi semua elemen-elemen termasuk host yang lain. Faktor lingkungan memegang peranan penting dalam penularan, terutama lingkungan rumah yang tidak memenuhi syarat.

Lingkungan rumah merupakan salah satu faktor yang memberikan pengaruh besar terhadap status kesehatan penghuninya. Adapun syarat-syarat yang dipenuhi oleh rumah sehat secara fisiologis yang berpengaruh terhadap kejadian tuberkulosis paru antara lain.

a. Kepadatan Hunian

Kepadatan hunian merupakan perbandingan antara luas lantai rumah dengan jumlah anggota keluarga yang tinggal di satu rumah yang sama. Apabila luas rumah yang tidak memadai dengan penghuni rumah yang banyak akan meningkatkan kejadian TB dikarenakan akan mempermudah proses pernularannya. Kepadatan hunian yang tinggi akan mempercepat proses penularan bakteri TB, dimana dengan tingkat kepadatan hunian yang tinggi maka pasokan oksigen akan tidak maksimal dan apabila didalam rumah tersebut ada yang menderita penyakit TB maka pertukaran udara akan tidak baik dan proses penularan akan semakin mudah. Hal ini dapat disimpulkan bahwa kepadatan hunian menjadi faktor risiko kejadian TB dan masyarakat yang memiliki kepadatan hunian tinggi berisiko 7 kali lebih tinggi dibandingkan dengan masyarakat dengan kepadatan hunian yang rendah.

b. Kelembaban Rumah

Kelembaban merupakan parameter lingkungan penting yang sering diabaikan yang berhubungan dengan kualitas udara dalam dan luar ruangan. Kelembaban didefinisikan sebagai jumlah air uap yang ada di udara, dinyatakan sebagai persentase dari jumlah yang dibutuhkan untuk saturasi pada suhu yang sama. Kelembaban memiliki peran yang penting dalam menjaga kesehatan lingkungan dan ruangan, dimana dengan tingkat kelembaban yang optimal dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme, seperti bakteri *Mycobacterium*

tuberculocis. Kelembaban yang memenuhi syarat memiliki kisaran optimal 40–60%, jika kelembaban terlalu rendah, dapat menyebabkan kekeringan dan iritasi pada saluran pernapasan dan kulit, membuat seseorang lebih rentan terhadap infeksi. Sebaliknya, bila kelembaban terlalu tinggi menciptakan lingkungan lembab yang mendorong tumbuhnya mikroorganisme. Bakteri *Mycobacterium tuberculosis* akan mengalami pertumbuhan yang cepat ketika berada di tingkat kelembaban yang tinggi sehingga memicu terjadinya kejadian TB (Guarnieri, 2023).

c. Pencahayaan

Pencahayaan merupakan faktor lingkungan yang berpengaruh pada kejadian TB. Pencahayaan yang baik serta mencukupi syarat adalah sinar matahari yang masuk ke dalam rumah minimal 60 lux. Tingkat pencahayaan yang rendah nantinya mampu memicu pertumbuhan serta perkembangan bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri ini akan melemah ketika tingkat pencahayaan tinggi, bahkan disaat pencahayaan tinggi itu mampu membunuh bakteri hingga mampu menurunkan risiko kejadian TB. Rumah yang memiliki pencahayaan serta ventilasi yang optimal dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Sinar ultraviolet dalam pencahayaan mampu berefek bakterisidal, sementara ventilasi yang baik memungkinkan pertukaran udara yang mampu mengurangi konsentrasi bakteri. Risiko terkena TB meningkat sebanyak 1,8 kali pada kondisi pencahayaan yang tidak sesuai syarat dibandingkan dengan rumah yang pencahayaan rumahnya baik dan optimal (Muhyi, 2022)

d. Lantai Rumah

Jenis lantai yang mencukupi standar kesehatan adalah lantai yang tahan air serta mudah dibersihkan, misalnya plester, ubin, semen, porselen, ataupun

keramik. Di sisi lain, lantai yang tidak mencukupi standar kesehatan adalah yang tidak tahan air, misalnya lantai tanah, papan, dan lontar. Lantai berbahan papan dapat meningkatkan kelembaban di dalam rumah dikarenakan sifatnya yang tidak tahan air dan rentan dipengaruhi kelembaban tanah. Dalam upaya mengatasi potensi kelembaban pada rumah dengan lantai berbahan papan, disarankan agar melapisinya dengan tikar karet. Tikar karet berfungsi sebagai lapisan tahan air yang mampu melindungi dari rembesan air serta menjaga tingkat kelembaban agar tetap terkendali (Septidwina, 2022).

e. Ventilasi Rumah

Ventilasi adalah proses pergantian udara yang dilakukan dengan cara memastikan adanya aliran udara segar masuk ke dalam ruangan sekaligus membuang udara pengap. Ventilasi terbagi menjadi dua jenis, yaitu ventilasi alami dan ventilasi buatan. Ventilasi alami terjadi tanpa bantuan alat, melainkan melalui jendela, lubang angin, atau celah pada dinding. Sebaliknya, ventilasi buatan menggunakan perangkat seperti kipas angin atau AC untuk mengalirkan udara. Untuk memenuhi standar kesehatan, luas ventilasi minimal harus mencapai $\geq 10\%$ dari luas lantai rumah. Jika luas ventilasi kurang dari 10% luas lantai, maka dianggap tidak sehat karena dapat mengurangi kadar oksigen dan meningkatkan konsentrasi karbon dioksida yang berbahaya bagi penghuni. Ventilasi yang tidak memadai juga menyebabkan kelembapan ruangan meningkat akibat penguapan cairan dari tubuh serta penyerapan kelembapan. Kondisi ini menjadi lingkungan yang ideal bagi pertumbuhan bakteri patogen, termasuk kuman tuberkulosis. Kurangnya ventilasi yang baik semakin membahayakan jika ruangan terkontaminasi oleh bakteri, penderita tuberkulosis, atau zat kimia beracun. Ventilasi yang baik memungkinkan aliran udara terus menerus yang membantu

membersihkan udara dari bakteri patogen seperti kuman tuberkulosis. Dengan aliran udara yang lancar, bakteri dapat terbawa keluar ruangan. Selain itu, ventilasi yang tidak memenuhi standar kesehatan juga menghambat masuknya sinar matahari, sehingga memperburuk kondisi rumah dalam menekan perkembangan kuman tuberkulosis dan polutan lainnya (Suma, 2023).

f. Dinding Rumah

Dinding berperan sebagai pelindung dari gangguan seperti hujan, angin, panas, dan debu dari luar, sekaligus menjaga privasi penghuni. Bahan untuk membuat dinding bisa berupa kayu, bambu, batu bata, atau batu lainnya. Namun, bahan yang paling unggul adalah pasangan batu bata atau tembok permanen karena sifatnya yang tahan api, kedap air, dan mudah dibersihkan (Rizqiani Astrid, 2024).

g. Langit-langit Rumah

Langit-langit untuk menahan dan menyerap panas terik matahari, minimum 2,4 m dari lantai, bisa dari bahan papan, anyaman bambu, tripleks atau gipsum, serta Atap rumah yang berfungsi sebagai penahan panas sinar matahari serta melindungi masuknya debu, angin dan air hujan, angit-langit rumah adalah bagian atas dari ruangan yang terletak di dalam rumah dan memiliki beberapa fungsi seperti menghalangi panas, mengurangi kebisingan, dan meningkatkan estetika. Memberi lebih banyak ruang bagi tubuh manusia untuk merasa kecil dibandingkan dengan ruangan itu sendiri, sehingga menimbulkan perasaan ruang yang luas/lebih terbuka. Plafon atau langit-langit rumah merupakan bidang pembatas antara atap rumah dan ruangan di bawahnya. tinggiannya plafond atau langit-langit bangunan tergantung desainnya, Plafond rumah memiliki banyak fungsi, fungsi utama dari plafond adalah untuk menjaga kondisi suhu di dalam

ruangan akibat sinar matahari yang menyinari atap rumah. panas diruang atap ditahan oleh plafond sehingga tidak langsung mengalir ke ruang di bawahnya sehingga suhu ruang dibawahnya tetap terjaga. selain menjaga kondisi suhu ruang dibawahnya, plafond juga berfungsi untuk melindungi ruangan-ruangan didalam rumah dari rembesan air yang masuk dari atas atap,menetralkan bunyi atau suara yang bising pada atap saat hujan. selain itu juga plafond dapat membantu menutup dan menyembunyikan benda-benda seperti : kabel instalasi listrik, telfon, pipahawa & dan struktur atap sehingga interior ruangan tampak lebih rapih dan indah (Umiyati 2023)

h. Suhu Rumah

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No 1077 Tahun 2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara dalam Ruang Rumah, suhu adalah panas atau dinginnya udara yang dinyatakan dengan satuan derajat tertentu. Suhu udara dibedakan menjadi dua antara suhu kering dan suhu basah. Suhu kering yaitu suhu yang ditunjukkan oleh termometer suhu ruangan setelah diadaptasikan selama kurang lebih sepuluh menit, umumnya suhu kering antara 24 – 34°C dan suhu basah, yaitu suhu yang menunjukkan bahwa udara telah jenuh oleh uap air, umumnya lebih rendah daripada suhu kering, yaitu antara 20 – 25°C.

Suhu Rumah yang melebihi 28°C akan mempercepat kelelahan begitupun sebaliknya suhu Kondisi rumah yang kurang dari 18°C akan memperlambat kelelahan penghuni rumah karena suhu terlalu dingin dan metabolisme tubuh lebih lambat mengeluarkan keringat.Suhu udara akan menjadi masalah apabila suhu saat ini lebih baik pada sebelumnya. Fluktuasi suhu yang cukup tinggi akan menimbulkan keluhan suhu di Dalam rumah yang panas dapat menyebabkan penghuni rumah cepat lelah dan berkeringat. Keringat di telapak tangan dapat

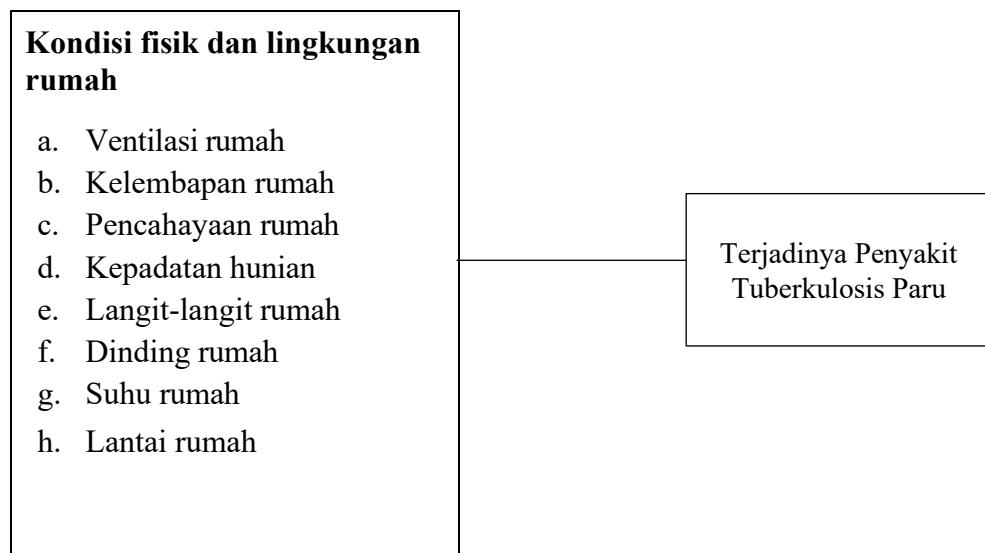
mengurangi kekuatan menggenggam. Sebaliknya, kegiatan di dalam rumah pada iklim ruangan yang rendah dapat mengganggu ketangkasan. Untuk persyaratan suhu ruangan yang nyaman penghuni rumah bahwa suhu kering adalah 23 –26° C Dampak bagi kesehatan jika suhu terlalu rendah dapat menyebabkan gangguan kesehatan hingga hipotermia, sedangkan suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan dehidrasi sampai dengan kondisi heat stroke. (Mukono, 2022).

H. Kerangka Teori



Gambar 2 Kerangka Teori
(Sumber: John Gordon sudah dimodifikasi)

I. Kerangka Konsep



Gambar 3 Kerangka Konsep

J. Defisini Operasional

Tabel 2.1

No	Variabel	Definisi	Cara ukur	Alat ukur	Hasil ukur	Skala ukur
1.	Luas Ventilasi	Rongga atau lubang hawa yang terdapat di dinding rumah yang berfungsi sebagai tempat sirkulasi udara untuk menjaga udara ruangan tetap segar.	Observasi	Checklist	1. Memenuhi syarat bila luas lubang ventilasi >10-20% dari luas lantai 2. Tidak memenuhi syarat luas lubang ventilasi <10-20% dari luas lantai (Permenkes No. 2 Tahun 2023)	Ordinal
2.	Langit-langit	Langit-langit adalah bagian dari bangunan rumah yang berfungsi sebagai penampung debu yang berjatuhan dari atap dan melindungi penghuni rumah dari sinar matahari secara langsung dan debu yang berasal dari atap rumah. Dengan syarat langit-langit mudah dibersihkan, berwarna terang.	Observasi	Checklist	1. Memenuhi syarat bila mudah dibersihkan, permukaan halus dan rata 2. Tidak memenuhi syarat jika sulit dibersihkan, dan permukaan tidak halus dan rata	Ordinal
3.	Dinding	Dinding adalah suatu struktur padat sebagai sarana penyangga atap dan juga melindungi dari panas sinar matahari secara langsung. Dinding yang baik terbuat dari bahan susunan batu bata dan di plaster. dengan syarat dinding terbuat dari bahan permanen (susunan batu bata dan di plaster) berwarna terang.	Observasi	Checklist	1. Memenuhi syarat jika kedap air, dan di plester 2. Tidak memenuhi syarat jika tidak kedap air, tidak di plester	Ordinal

4.	Lantai	Lantai adalah bagian dari bangunan yang letaknya dibawah atau digunakan sebagai landasan atau pijakan kaki atau untuk meletakkan benda dan melakukan kegiatan sehari-hari. Lantai yang baik dilapisi dengan bahan yang kedap air(disemen, dipasang tegel, tarasso, dan lainnya)	Observasi	Checklist	1. Memenuhi syarat jika kedap air di ubin atau keramik 2. Tidak memenuhi syarat jika tidak kedap air dan tanah	Ordinal
5.	Pencahayaan	Pencahayaan adalah intensitas penerangan yang masuk kedalam ruangan rumah, yang bersumber dari pencahayaan alami. Cahaya yang cukup untuk ruangan di dalam rumah merupakan kebutuhan kesehatan manusia.	Observasi dan pengukuran	Lux meter	1. Memenuhi syarat jika pencahayaan minimal 60 Lux 2. Tidak memenuhi syarat jika pencahayaan kurang dari 60 Lux (Permenkes No. 2 Tahun 2023)	Ordinal
6.	Kelembaban	Kelembapan adalah banyaknya kadar air yang terkandung dalam udara yang berada di dalam ruangan.	Observasi dan pengukuran	Hygrometer	1. Memenuhi syarat jika kelembapan minimal 40% - 60% 2. Tidak memenuhi syarat kelembapan jika dibawah 40% - 60% (Permenkes No. 2 Tahun 2023)	Ordinal
7.	Suhu	Suhu adalah keadaan panas atau dinginnya suatu ruangan yang diukur berdasarkan celcius.	Observasi dan pengukuran	Termometer	1. Memenuhi syarat jika suhu dalam ruangan minimal	Ordinal

					18°C dan maksimal 30°C 2. Tidak memenuhi syarat suhu dalam ruangan $< 18^{\circ}\text{C}$ dan $> 30^{\circ}\text{C}$ (Permenkes No. 2 Tahun 2023)	
8.	Kepadatan penghuni	Jumlah penghuni yang berada di dalam rumah.	Observasi	Kuesioner	1. Memenuhi syarat jika kepadatan penghuni dengan 3 jiwa yaitu $21,6\text{m}^2 - 28,8\text{m}^2$, dan cakupan kepala keluarga dengan 4 jiwa yaitu $28,8\text{m}^2$ sampai dengan 36m^2 2. Tidak memenuhi syarat jika kepadatan penghuni dengan 3 jiwa yaitu kurang dari $21,6\text{m}^2 - 28,8\text{m}^2$, dan cakupan kepala keluarga dengan 4 jiwa yaitu $28,8\text{m}^2$ sampai dengan 36m^2 (Permenkes No. 2 Tahun 2023)	Ordinal