

## BAB II

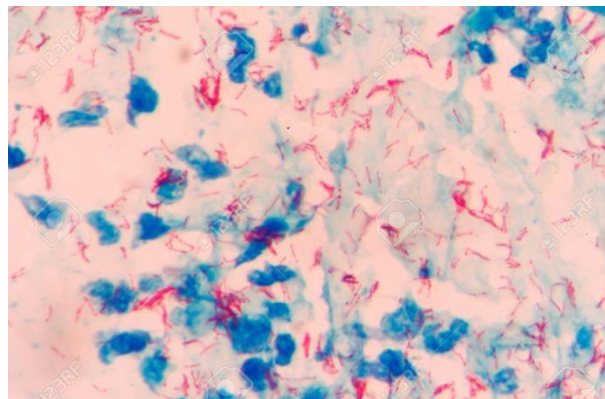
### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Tuberkulosis

##### 1. Pengertian

Faktor penyebab utama bagi masalah kesehatan dan merupakan salah satu alasan terbesar kematian di seluruh dunia adalah tuberkulosis (TB), suatu penyakit menular. Bakteri penyebab tuberkulosis, atau bacillus mycobacterium tuberkulosis, dilepaskan ke udara oleh penderita TBC saat mereka batuk atau mengeluarkan kuman. Menurut perkiraan, lebih dari 25% orang di dunia mungkin pernah menderita infeksi tuberkulosis (TB); namun sebagian besar orang tidak akan terserang penyakit ini, bahkan ada yang bisa sembuh (WHO, 2022). Mycobacterium hadir dalam berbagai spesies, termasuk: *Mycobacterium tuberculosis*, *Mycobacterium africanum*, *Mycobacterium bovis*, *Mycobacterium leprae*. Mikroorganisme dari kelompok *Mycobacterium tuberculosis* dikategorikan sebagai berikut:

Kingdom	: Bacteria
Filum	: Actinobacteria
Ordo	: Actinomycetales
Subordo	: Cornynebacteriaceae
Famili	: Mycobacteriaceae
Genus	: Mycobacterium



Gambar 2. 1 Spesies : *Mycobacterium tuberculosis*

Sumber : Atlas

Bakteri yang dikenal sebagai *Mycobacterium tuberculosis* berbentuk batang tipis berbutir lurus atau sedikit melengkung. Mereka

tidak memiliki selubung dan malah memiliki lapisan lipoid tebal yang menutupinya. Bakteri ini mempunyai dimensi  $0,5-4 \times 0,3-0,6$ . Mikroorganisme ini dibunuh dengan memanaskannya hingga 100 derajat Celcius selama 5–10 menit, 60 derajat Celcius selama 30 menit, dan 15–30 detik dalam alkohol 70–95%. Bakteri ini dapat bertahan di udara selama satu hingga dua jam, namun tidak dapat menahan sinar matahari atau pergerakan udara. Ia juga dapat bertahan selama berbulan-bulan di lingkungan yang lembap dan suram (Widoyono, 2011).

Meskipun sebagian besar kasus tuberkulosis (TB) menyerang paru-paru, mikroorganisme penyakit ini juga dapat menulari orang lain dan memengaruhi organ tubuh lainnya. Ketika penderita TBC paru batuk atau bersin, penyakitnya menular melalui udara. Pasien melepaskan droplet nuklei, atau mikroorganisme, ke udara saat mereka batuk atau bersin (Tika Maelani dan & Cahyati, 2019).

## **2. Etiologi**

Bakteri jenis *Mycobacterium tuberculosis* humanus berbentuk batang, memiliki panjang 1-4 mm dan ketebalan 0,3-0,6 mm, merupakan penyebab penyakit TBC paru, suatu penyakit menular. Lipid (lemak) yang menyusun struktur bakteri ini memberikan ketahanan terhadap beberapa gangguan kimia dan fisik, termasuk asam. Jika disimpan di lemari es, bakteri tuberkulosis dapat bertahan pada suhu ekstrem dan udara kering selama bertahun-tahun. Dormansi bakteri, yang memungkinkan mereka muncul kembali dan mengaktifkan kembali TBC, adalah alasan di balik hal ini. Menjadi bakteri aerobik, *Mycobacterium tuberculosis* lebih suka hidup di jaringan dengan banyak oksigen. Karena daerah apikal paru-paru memiliki tekanan yang lebih tinggi dibandingkan daerah lainnya, maka daerah ini lebih rentan terhadap tuberkulosis (Utami, 2019).

## **3. Patogenesis**

*Mycobacterium tuberculosis*, bakteri penyebab tuberkulosis, merupakan penyakit menular langsung. Selain paru-paru, organ tubuh lainnya juga mungkin terkena dampak bakteri TBC. Hal ini disebabkan kuman TBC yang menghirup droplet nuklei dapat menembus alveoli karena ukurannya yang sangat kecil. Sistem imun non spesifik akan

mencegah invasi bakteri tuberkulosis. Sistem imun yang telah dimiliki oleh tubuh, dikenal dengan sistem imunologi non spesifik, mampu mengidentifikasi mikroba apa pun yang masuk ke dalam tubuh. Dalam kebanyakan kasus, makrofag alveolar akan memfagositosis dan menghilangkan bakteri tuberkulosis. Namun terkadang, bakteri TBC bertahan dan berkembang biak di makrofag karena makrofag tidak mampu menghilangkannya. Bakteri TBC tumbuh dan membentuk koloni di makrofag. Istilah "fokus utama" mengacu pada koloni kuman TBC yang awalnya terlihat di jaringan paru-paru (Pamungkas, 2018)

#### **4. Gejala Klinis**

Gejala tuberkulosis tergantung pada tempat terjadinya infeksi dan bisa termasuk tanda-tanda klinis berikut:

- 1) Batuk yang berlangsung setidaknya selama dua minggu
- 2) Batuk dengan produksi dahak
- 3) Batuk dengan dahak yang mungkin mengandung darah
- 4) Mungkin disertai rasa nyeri di dada

Kesulitan bernapas

Dengan gejala lain meliputi :

- a. Rasa lelah
- b. Penurunan berat badan
- c. Nafsu makan berkurang
- d. Mengalami menggigil
- e. Demam
- f. Berkeringat di malam hari (Kemenkes RI, 2020)

#### **5. Transmisi Tuberkulosis**

Cara penularan TBC yang paling umum di antara manusia adalah melalui udara, di mana Droplet berukuran kecil atau inti droplet (kurang dari lima mikrometer) akan yang dikeluarkan saat individu yang menderita tuberkulosis paru atau laring batuk, bersin, atau berbicara. Droplet kecil ini juga bisa terlepas saat melakukan prosedur yang menciptakan aerosol untuk pemeriksaan tuberkulosis paru, seperti induksi sputum, bronkoskopi, dan pengolahan jaringan di laboratorium atau manipulasi lesi. Partikel ini,

yang dapat mengandung antara satu hingga lima bakteri, disebut mikroorganisme. Partikel tersebut sangat menular dan dapat bertahan di udara selama empat jam. Tetesan kecil ini dapat masuk ke celah alveolar paru-paru karena ukurannya yang kecil, dimana bakteri selanjutnya dapat berkembang biak di sana (Kemenkes RI, 2020).

Ada tiga variabel yang mempengaruhi penularan M. tuberculosis:

- a. Jumlah organisme yang dibuang ke udara.
- b. Sistem ventilasi dan volume ruangan mengontrol jumlah organisme di udara.
- c. Menghirup udara yang tercemar dalam jangka panjang

Sebanyak 3.000 tetesan mikroskopis dapat dikeluarkan saat batuk, dan sebanyak 1 juta saat bersin. Sebaliknya, dibutuhkan 1 hingga 10 basil agar infeksi TBC dapat berkembang. Pasien yang hasil pemeriksaan dahaknya positif (skor 3+ menunjukkan kasus paling menular) merupakan pasien yang menularkan infeksi. Hasil pemeriksaan dahak yang positif menunjukkan bahwa pasien kurang menular. Sampai pasien juga menderita TBC paru, kasus TBC ekstra paru hampir tidak pernah menular. Karena kuman penyebab tuberkulosis laten tidak dapat berkembang biak atau menyebar ke spesies lain, maka individu yang terinfeksi tidak menular (Kemenkes RI, 2020).

TBC biasanya menyebar di ruangan yang remang-remang dengan ventilasi yang buruk, yang memungkinkan tetesan mikroskopis bertahan di udara untuk jangka waktu yang lama. Meskipun basil tuberkel dapat dibunuh dengan cepat jika terkena sinar matahari langsung, bakteri ini dapat bertahan lebih lama di tempat teduh. Risiko penularan meningkat melalui kontak dekat yang berkepanjangan dengan orang yang sakit. Tergantung pada status imunologi individu, paparan tuberkulosis dapat berkembang menjadi penyakit aktif tergantung pada proses infeksi. Sepuluh persen kasus TBC akan berkembang menjadi penyakit aktif; 90% orang dengan sistem kekebalan tubuh yang kuat tidak akan tertular penyakit ini. Setengah dari kasus terjadi segera setelah infeksi, sementara separuh lainnya terjadi di kemudian hari. Setengah dari seluruh kasus

terjadi dalam dua tahun pertama setelah infeksi, risikonya paling tinggi. Anak-anak balita dan orang lanjut usia merupakan kelompok yang paling berisiko tertular penyakit ini (Kemenkes RI, 2020).

## **6. Cara Penularan**

### **a. Sumber Penularan tuberkulosis**

Penderita TBC merupakan sumber utama penularan TBC, khususnya mereka yang memiliki kuman yang terkait dengan penyakit tersebut dalam dahaknya. Penularan mikroorganisme melalui batuk dan bersin penderita TBC ke udara sebagai dahak. Terjadi infeksi melalui udara pada seseorang yang menghirup dahak orang sakit yang menular. Ketika penderita TBC paru bersin, tubuhnya dapat memproduksi hingga 4.500–1.000.000 *Mycobacterium tuberculosis*, sedangkan batuk dapat menghasilkan hingga 3.000–3.500 *Mycobacterium tuberculosis* dalam sekali batuk.

### **b. Perjalanan Alamiah Tuberkulosis**

Penyakit manusia berkembang secara alami dalam empat fase. Berikut adalah beberapa tahapan tersebut: paparan, infeksi, penyakit, dan kematian.

- 1) Adanya pertemuan Peluang peningkatan paparan berhubungan dengan:
  - Jumlah kasus menular di masyarakat.
  - Kemungkinan berhubungan dengan orang yang terinfeksi.
  - Tingkat penularan dahak akibat infeksi.
  - Derajat batuk dan sumber infeksi.
  - Dekat dengan sumber infeksi.
  - Durasi interaksi dengan agen penular.
- 2) Contoh Infeksi Setelah infeksi, tubuh akan bereaksi secara imunologis antara 6–14 minggu. Meskipun sebagian besar lesi sembuh sepenuhnya, mikroba mungkin tetap berada di dalam lesi (tidak aktif) dan, bergantung pada berapa lama seseorang hidup, mikroba dapat menjadi aktif kembali di masa mendatang. Sebelum lesi sembuh, mungkin terjadi penyebaran limfatik atau pembuluh darah
- 3) Penyebab risiko Penyebab risiko untuk terjadinya penyakit tuberkulosis bergantung pada:

- Konsentrasi dan jumlah kuman yang tertelan;
  - Durasi sejak infeksi;
  - Usia individu yang menderita;
  - Dan tingkat ketahanan individu. Tuberkulosis aktif (penyakit TBC) lebih mungkin terjadi pada orang dengan sistem kekebalan tubuh yang lemah, termasuk infeksi HIV/AIDS dan malnutrisi.
  - Infeksi HIV. Sepuluh persen penderita tuberkulosis akan mengalami gejala. Di sisi lain, kejadian TBC akan meningkat pada orang HIV-positif. Orang HIV-positif mempunyai kemungkinan 20–37 kali lebih besar terkena tuberkulosis (TB) dibandingkan orang non-HIV, sehingga penularan TB di masyarakat juga akan meningkat.
- 4) Meninggal dunia Faktor risiko kematian karena TB:
- Dampak dari diagnosis yang tertunda;
  - Perawatan yang tidak memadai.
  - Adanya penyakit penyerta, atau masalah kesehatan mendasar yang buruk.
  - Lima puluh persen pasien TBC yang tidak diobati akan meninggal, dan bahayanya meningkat bagi mereka yang mengidap HIV positif. Demikian pula, TBC menyumbang 25% kematian pada ODHA.

## **7. Diagnosis Tuberkulosis**

### **a. Diagnosis Laboratorium Tuberkulosis**

Pemeriksaan bakteriologis kepada seluruh pasien yang dicurigai memiliki tuberkulosis sangat krusial untuk memverifikasi keberadaan penyakit tersebut. Pengujian terhadap sampel biologis seperti dahak atau bahan lainnya, identifikasi *M. tuberculosis* melalui kultur, serta penerapan metode diagnosa cepat dianggap sebagai bagian dari pemeriksaan bakteriologis. WHO menyarankan untuk melakukan kultur dan pengujian sensitivitas terbatas terhadap isoniazid dan rifampisin:

- 1) Individu yang sebelumnya pernah menjalani pengobatan OAT. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa individu dengan riwayat kegagalan pengobatan sebelumnya sangat rentan terhadap tuberkulosis yang resistan terhadap obat.

- 2) Semua individu yang terdiagnosis tuberkulosis aktif dan HIV positif. khususnya mereka yang tinggal di daerah dimana tuberkulosis yang resisten terhadap obat sangat umum terjadi.
- 3) Orang lain dengan tuberkulosis aktif yang melakukan kontak dengan orang lain yang resisten terhadap obat. Setiap pasien baru di wilayah dengan persentase kasus TB resisten obat awal melebihi 3%. 5) Pasien yang tidak pernah menjalani pengobatan OAT dan hasil uji dahaknya masih menunjukkan BTA positif pada akhir tahap intensif. Uji dahak BTA perlu dilakukan pada bulan setelahnya.

Pemeriksaan kultur dan uji sensitivitas dilakukan menggunakan dua cara:

- 1) Metode konvensional uji kepekaan obat

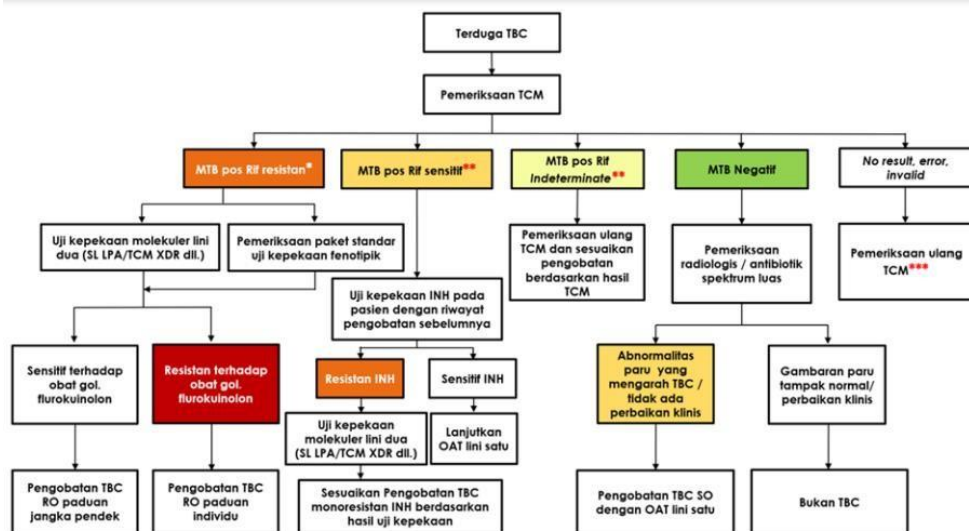
Baik media padat seperti Lowenstein Jensen atau Ogawa, maupun media cair seperti MGIT, sangat berguna untuk pengujian kultur *M. tuberculosis*. Jika dibandingkan dengan media padat yang memerlukan waktu 28 hingga 42 hari untuk mengkultur *M. tuberculosis*, proses kultur menggunakan media cair hanya memerlukan waktu minimal dua minggu.

- 2) Uji molekuler cepat

Metode pengujian paling cepat yang tersedia Analisis molekuler untuk mendeteksi DNA *M. tuberculosis* kini sudah tersedia di Indonesia. Dengan teknik ini, *M. tuberculosis* dapat dikenali dan dibedakan dari mikobakteri non-tuberkulosis (NTM). Selain itu, teknik molekuler juga bermanfaat untuk menemukan perubahan genetik yang berkaitan dengan mekanisme obat anti-tuberkulosis di lini pertama dan kedua. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) merekomendasikan penggunaan Xpert MTB/RIF untuk mengidentifikasi resistensi rifampisin. Terdapat kebutuhan untuk memperkenalkan tes skrining lini kedua (SL-LPA) untuk mendeteksi resistensi terhadap obat anti-tuberkulosis yang dapat disuntikkan serta fluoroquinolones. Saat ini, gen dapat dikenali menggunakan metode pemetaan molekuler. tambahan yang mengkodekan resistensi terhadap OAT. Namun, Metode-metode ini tidak bisa digunakan

secara reguler karena biayanya yang mahal dan memerlukan keterampilan khusus dalam analisisnya.. Organisasi Kesehatan Dunia telah menyarankan pemeriksaan TCM dan pemeriksaan jalur molekuler (LPA) pada bahan dahak secara langsung (Kemenkes RI, 2020).

#### b. Alur Diagnosis Tuberkulosis



Gambar 2. 2 Alur Diagnosa Tuberkulosis

Sumber : Surat Edaran (SE) Dirjen P2P Nomor HK.02.02/III.I/936/2021, 2021

## 8. Pemeriksaan Laboratorium

### a. Prinsip Kerja TCM

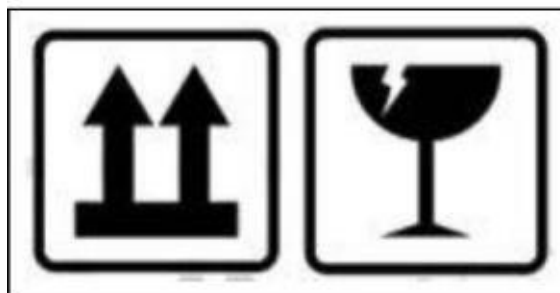
Salah satu metode deteksi molekuler untuk mendiagnosis tuberkulosis adalah melalui nested real-time PCR, yang merupakan tes TCM menggunakan Xpert MTB/RIF. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membedakan antara tipe liar dan varian inti yang berkaitan dengan ketahanan terhadap rifampisin. Primer PCR yang dipakai dapat mengamplifikasi sekitar 81 bp dari gen *rpoB* dalam kompleks MTB. (Kementrian Kesehatan RI, 2017). Prosedur kerja terdapat pada lampiran

#### 1) Pengiriman Spesimen

Pengiriman spesimen dahak memerlukan koordinasi dengan laboratorium pelaksana TCM apabila laboratorium TCM berlokasi di luar fasilitas kesehatan. Spesimen dikemas dan dikirim dengan cara berikut:



- Wadah spesimen yang disegel parafilm ditutup rapat.
- Isi kantong klip plastik dengan selembar tisu dan masukkan pot spesimen ke dalamnya. Ikat karet gelang di sekeliling klip setelah memastikan sudah terpasang erat.
- Kotak styrofoam, kotak plastik, atau kotak pendingin harus menampung kantong plastik yang berisi pot yang diduga tuberkulosis.
- Tempatkan kantong es gel, kantong dingin beku, atau es batu di dalamnya untuk menjaga suhu tetap dingin.
- Agar wadah dahak tidak berpindah, isi ruang kosong pada kotak pendingin, kotak busa, atau kotak plastik dengan potongan kertas bekas hingga seluruh kotak kokoh.
- Kencangkan tutupnya dengan lakban transparan, tutup rapat kotak plastik, kotak styrofoam, atau kotak pendingin.
- Label yang menunjukkan bahan rujukan laboratorium harus ditempel pada dinding kotak pendingin, kotak busa, atau kotak plastik, disertai tanda panah yang mengarah ke atas pot.
- Dokumen referensi permintaan pemeriksaan laboratorium harus ditempatkan dalam amplop yang mencantumkan alamat pengirim dan alamat laboratorium referensi.
- Dengan menggunakan kantong klip plastik, masukkan amplop ke dalamnya.
- Amankan amplop dengan lakban transparan, tempelkan pada bagian atas kotak pendingin, kotak busa, atau kotak plastik.
- Ilustrasi label pot yang dikemas dan dikirim:



Gambar 2. 3 Tanda panah dan barang mudah pecah  
Sumber : Kemenkes RI, 2017

Pengirim Puskesmas Kebayoran Baru Jl. Radio 4 Jakarta Selatan 12140	Kepada Yth. LRN Mikrobiologi Laboratorium Mikrobiologi FK UI Jll. Pegangsaan Timur No: 16 Jakarta Pusat 10320
--	--

Gambar 2. 4 Amplop bertuliskan alamat pengirim dan laboratorium rujukan

Sumber : Kemenkes RI, 2017

b. Penerimaan Dan Penyimpanan Spesimen

1) Hal-hal yang Perlu Diperhatikan Saat Menerima Spesimen

- a) Saat menggunakan TCM di laboratorium, anggota staf perlu memastikan paket spesimen yang mereka terima dengan formulir TB-05 sudah sesuai dan lengkap.
- b) Petugas laboratorium pelaksana TCM memasukkan informasi permintaan pemeriksaan TCM ke dalam buku register (TB-04). Gunakan halaman pengumpulan dan pemeriksaan spesimen untuk memverifikasi bahwa identitas pada pot spesimen sudah sesuai.
- c) Segera menghubungi pengirim untuk klarifikasi jika terdapat ketidaksesuaian identifikasi dan mutu spesimen.

2) Hal-hal yang Perlu Diperhatikan Saat Menyimpan Spesimen

- a) Ketika membuka kontainer dan melaksanakan langkah-langkah pemeriksaan sampel, petugas laboratorium yang menggunakan TCM harus memakai perlindungan diri, seperti jas lab, masker, dan sarung tangan. Pastikan bahwa penutup wadah terpasang dengan baik, dan periksa kemungkinan ada kebocoran pada wadah sampel. Jika wadah spesimen rusak, maka akan dianggap sebagai limbah berbahaya. Sampel yang baru harus diambil dan diinformasikan secepatnya melalui telepon atau email kepada laboratorium yang mengirimkan spesimen tersebut. Inspeksi harus diselesaikan secepat mungkin.
- b) Petugas laboratorium berhak meminta agar pasien terduga tuberkulosis memberikan spesimen baru apabila spesimen yang diperoleh tidak

memenuhi baku mutu spesimen.

- c) Setelah menangani spesimen di laboratorium, anggota staf yang menggunakan TCM wajib mencuci tangan dengan sabun dan air mengalir lalu membilasnya dengan alkohol 70%.

c. Prosedur Preparasi Spesimen

Proses spesimen untuk pemeriksaan TCM hanya setelah memastikan bahwa alat TCM dihidupkan dan status modul dapat diakses. Saat beroperasi di laboratorium, anggota staf laboratorium harus mengenakan alat pelindung diri (APD). Langkah prosedur terdapat pada lampiran.

## 9. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Penularan Tuberculosis

Beberapa faktor, seperti penyebab infeksi (bakteri tuberculosis, khususnya *Mycobacterium tuberculosis*), karakteristik dari inang (umur, gender, tingkat pendidikan, dan profesi), serta kondisi lingkungan (situasi fisik tempat tinggal, misalnya sirkulasi udara, pencahayaan, tingkat kelembapan, jumlah penghuni, dan suhu), dapat menjadi pemicu terjadinya tuberculosis paru.

## 10. Faktor Agent

Tuberculosis Paru Tuberculosis merupakan penyakit yang bisa menular dan disebabkan oleh bakteri (*Mycobacterium tuberculosis*) yang umumnya menyerang sistem pernapasan. Penyakit ini dapat tersebar lewat udara ketika seseorang yang terinfeksi. Tuberculosis paru melakukan tindakan seperti batuk, bersin, atau meludah, yang dapat menyebabkan infeksi (WHO, 2022). Bakteri jenis *Mycobacterium tuberculosis* Humanus merupakan patogen penyebab TBC paru. Pada tahun 1882 Robert Koch membuat penemuan awal tentang bakteri tuberculosis. *Mycobacterium tuberculosis*, *Mycobacterium bovis*, dan *Mycobacterium africanum* adalah tiga jenis bakteri. Bakteri penyebab tuberculosis disebut *Mycobacterium*, dan merupakan anggota keluarga Actinomycetales. Infeksi paling sering terjadi karena *Mycobacterium tuberculosis*, yang juga menyebabkan berbagai penyakit serius pada manusia. Mikroorganisme yang disebut basil tuberkel berbentuk seperti batang dan panjangnya berkisar antara 1-4 mikron hingga 0,3-0,6 mikron. Sering menyerupai manik-manik atau

potongan bengkok.

Bakteri penyebab tuberkulosis mungkin tahan terhadap antiseptik dan bertahan selama beberapa minggu dalam dahak kering dan kotoran lainnya. Paparan sinar matahari, radiasi UV, atau suhu di atas 60°C akan segera membuat bakteri menjadi tidak aktif. Saluran pernafasan memungkinkan *Mycobacterium TB* menyusup ke jaringan paru-paru, dan infeksi utama terjadi di alveoli (infeksi droplet). Setelah itu, ia membangun kompleks utama di getah bening di dekatnya. Istilah "TB primer" mengacu pada infeksi primer yang sederhana dan rumit, yang sebagian besar pada akhirnya akan sembuh (Purnama, 2016).

#### **11. Faktor Penjamu/Manusia (*host*)**

Orang yang berpotensi melakukan kontak dengan patogen penyakit dianggap sebagai faktor tuan rumah. Manusia adalah inang bakteri TBC. Penularan TBC terkait dengan sejumlah variabel pejamu, termasuk usia, jenis kelamin, pendidikan, tingkat pengetahuan, durasi kontak, dan perilaku merokok.

##### **a. Usia**

Usia adalah salah satu elemen yang berpengaruh pada kejadian tuberkulosis. Kelompok usia yang paling berisiko tertular TBC adalah dewasa muda yang berada dalam masa produktif (Kemenkes, 2017). Faktor usia memiliki peranan penting dalam munculnya penyakit TB. Pemaparan risiko tertular TB bisa digambarkan dengan kurva yang terbalik, dengan angka yang tinggi di awalnya, lalu berkurang seiring waktu saat sistem imun semakin kuat terhadap TB dalam kurun waktu 2 tahun hingga mencapai usia dewasa. Dari segi umur, insiden TB paru tertinggi pada rentang usia 45-54 tahun dengan proporsi 16,5%, disusul oleh kelompok usia 0-14 tahun yang memiliki proporsi 15,3%, sementara proporsi terendah terlihat pada kelompok usia  $\geq 65$  tahun. dengan proporsi 9,7%. Tingkat penemuan kasus tuberkulosis (case notification rate/CNR) di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 263 per 100.000 populasi Dengan persentase keberhasilan terapi (SR) mencapai 86,5% (Kementerian Kesehatan RI, 2022).

##### **b. Jenis Kelamin**

Jenis kelamin merujuk pada perbedaan yang ada antara pria dan wanita yang didasarkan pada ciri fisik dan biologis sejak lahir. Salah satu faktor yang mempengaruhi perbedaan angka kejadian TB paru antara pria dan wanita adalah variasi dalam kebiasaan hidup. Perbedaan yang mungkin muncul dalam pola hidup mencakup kebiasaan melakukan aktivitas merokok dan mengonsumsi alkohol. Di mana proporsi pria yang merokok dan mengonsumsi alkohol cenderung lebih tinggi.

Dibandingkan dengan wanita, penggunaan rokok dan alkohol membuat pria lebih rentan terhadap penyakit TB paru, karena daya tahan tubuhnya lebih lemah. (Tika Maelani dan & Cahyati, 2019).

c. Perilaku Keseharian, Pengetahuan dan Sikap

Tingkat pengetahuan sangat berhubungan dengan insiden penularan tuberculosis dalam keluarga seperti hasil dari penelitian ini yang menunjukkan bahwa tingkat pengetahuan yang kurang akan berisiko tertular tuberculosis sebanyak 1,4 kali dalam keluarga dibandingkan terhadap responden dengan yang memiliki pemahaman yang baik. Semakin tinggi pemahaman seseorang, maka semakin efektif pula langkah pencegahan yang diambil (Aja et al. , 2022). Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Amalia dan rekan-rekan (2021), pengetahuan serta Sikap individu dipengaruhi oleh banyak hal, termasuk pendidikan, pengalaman, dan sumber yang ada. Mereka yang memiliki latar belakang pendidikan lebih sering mencari tahu dari orang lain dan melalui media. Dengan semakin banyaknya informasi yang mereka peroleh, pengetahuan mereka tentang cara mencegah penularan penyakit juga semakin bertambah.

d. Kontak Serumah

Penularan tuberculosis paru dipengaruhi oleh kedekatan dengan orang yang sudah terinfeksi. Interaksi yang sering menjadi salah satu penyebab utama penularan TB paru karena dapat berfungsi sebagai sumber penyebaran atau mempermudah menyebarnya bakteri TB. Kedekatan ini mencakup tinggal di tempat yang sama dalam waktu yang lama dan memiliki interaksi rutin dengan individu yang terkena TB. Adanya hubungan dekat ini meningkatkan kemungkinan penularan TB karena

bakteri TB bisa terhirup oleh mereka yang tinggal di rumah orang yang terinfeksi. Bakteri tersebut dapat menyebar lewat percikan yang keluar saat seseorang bersin atau batuk. Selain itu, perilaku masyarakat yang kurang memperhatikan kesehatan lingkungan dan kebersihan diri dapat menyebabkan peningkatan jumlah kasus TB (Iftita Rizki Amalia, 2021).

e. Lama Kontak

Seseorang yang kontak dekat dengan penderita TBC didefinisikan tinggal serumah atau menghabiskan setidaknya delapan jam sehari di ruangan yang sama. Penyakit ini dengan mudah menyebar melalui sistem pernapasan, mereka yang pernah melakukan kontak dengan pasien TBC mempunyai peluang dua kali lipat lebih besar untuk tertular penyakit ini (Buryanti, 2021).

## 12. Faktor lingkungan fisik rumah

a. Luas Ventilasi

Agar udara segar dapat masuk ke dalam suatu hunian, harus ada pertukaran udara yang rutin. Bila pertukaran udara dari luar tidak mencukupi, kuman tuberkulosis paru akan bertahan di dalam ruangan karena ventilasi yang tidak memadai sehingga meningkatkan risiko infeksi. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI (2023) tentang pedoman peraturan untuk cara meningkatkan kualitas udara di dalam ruangan, ventilasi yang sesuai standar kesehatan dan ventilasi yang tidak sesuai yaitu dengan standar kesehatan, sebagai berikut:

- 1) Memenuhi kriteria kesehatan apabila rasio antara area ventilasi dan area lantai rumah adalah  $\geq 10\%$ . Perbandingan antara ukuran ventilasi dan luas lantai rumah  $\geq 10\%$ .
- 2) Tidak dianggap memenuhi standar kesehatan jika rasio antara lantai rumah dengan area ventilasi  $\leq 10\%$ .

b. Kepadatan hunian

Tingkat kontaminasi udara di dalam rumah meningkat seiring dengan kepadatan penduduknya. Karena jumlah orang yang tinggal di ruang tersebut tidak hanya berdampak pada suhu udara dan kadar uap air, tetapi juga kadar oksigen. Kemungkinan lebih besar bagi *Mycobacterium*

*tuberculosis* untuk tumbuh dan berkembang biak akan timbul dari tingginya kadar CO<sub>2</sub> di udara rumah. Akibatnya, sistem pernapasan masyarakat akan terpapar patogen tambahan. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI tahun (2023) kepadatan penghuni dihitung dengan membagi jumlah penghuni dengan luas lantai hunian, dengan sebesar 8 m<sup>2</sup>/2 orang.

c. Suhu

Suhu didalam rumah yang memenuhi syarat yaitu 18°C hingga 30°C karna merupakan kisaran suhu yang paling menyenangkan. Bakteri yang berbeda dapat tumbuh pada suhu yang berbeda; beberapa dapat tumbuh subur pada suhu 15°C hingga 20°C, sementara yang lain dapat tumbuh subur pada suhu yang jauh lebih tinggi. Suhu sekitar 37°C yang juga merupakan suhu rata-rata tubuh, ideal untuk pertumbuhan bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Kehilangan panas tubuh meningkat ketika suhu di dalam rumah turun di bawah tingkat kesehatan yang direkomendasikan, dan tubuh mencoba menyesuaikan diri dengan suhu luar.

d. Pencahayaan alami

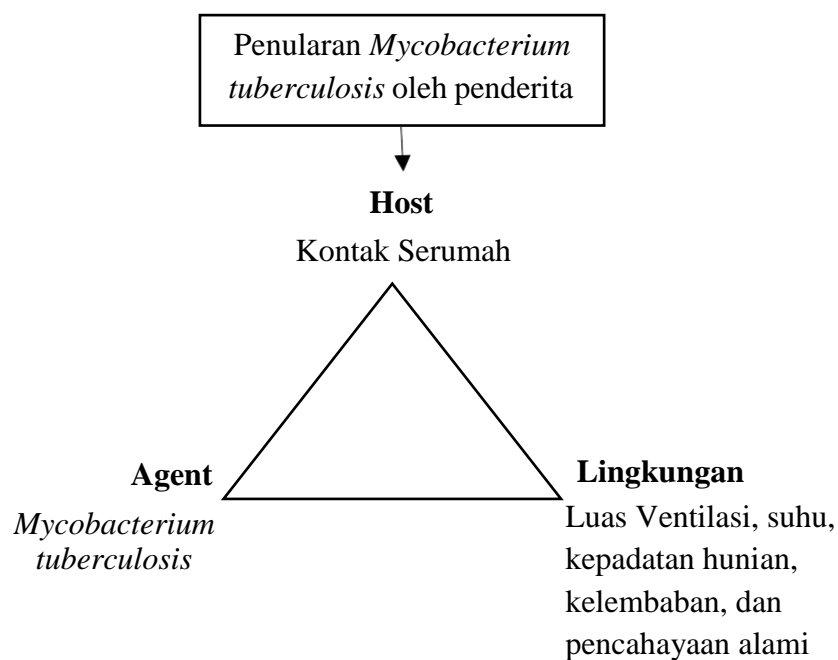
Pengukuran cahaya di tempat tinggal responden dilakukan dengan LUX meter sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia tahun 2023 mengenai kriteria pencahayaan yang ideal untuk hunian, yang ditetapkan sebesar 60 LUX tanpa menyebabkan silau. Karena sinar matahari mempunyai kekuatan untuk membasmi kuman berbahaya, seperti kuman penyebab TBC, pneumonia, dan infeksi saluran pernapasan akut, maka sinar matahari sangat penting untuk menembus rumah. Dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan antara pencahayaan dengan kejadian tuberculosis paru, atau pencahayaan rumah merupakan faktor risiko terjadinya penyakit tersebut, berdasarkan peningkatan risiko tertular tuberculosis paru sebesar 3,4 kali lipat antara rumah responden dengan pencahayaan yang tidak memadai jika dibandingkan dengan rumah yang memiliki pencahayaan memadai (*p-value* 0,005).

e. Kelembaban

Mengukur kadar kelembaban di tempat tinggal responden menggunakan alat higrometer digital berdasarkan Permenkes RI (2023) yang menetapkan

standar kelembaban rumah, yaitu antara 40 hingga 60 persen. Ketika membandingkan rumah dengan kelembaban rendah dan tinggi, risiko terinfeksi tuberkulosis paru pada penghuninya meningkat 4,7 kali lipat. Terdapat hubungan yang signifikan antara kejadian tuberkulosis paru dan tingkat kelembaban di rumah, seperti yang diungkapkan dalam penelitian oleh Indriyani (2016). Hasil dari analisis chi-square menunjukkan p-value sebesar 0,004 untuk setiap kategori kelembaban. Ini sejalan dengan sifat bakteri tuberkulosis yang mampu bertahan hidup selama berbulan-bulan dalam kondisi lembab dan gelap, namun tidak tahan terhadap sirkulasi udara atau sinar matahari. Dalam suhu yang dingin dan kering, bakteri tuberkulosis menjadi tidak aktif. Bakteri ini berkembang dengan baik di tempat yang gelap dan lembab (Raditya dan Subagyo, 2017).

## B. Kerangka Teori



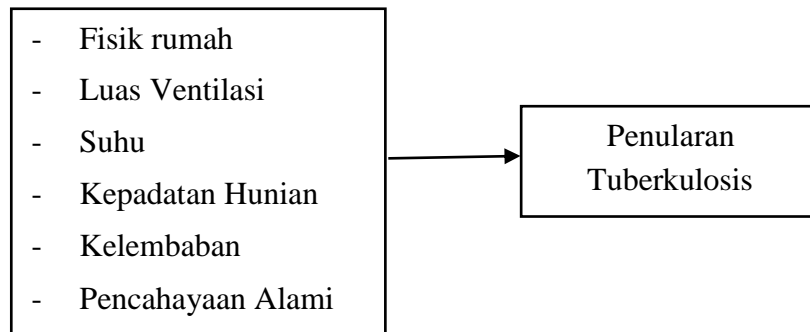
Gambar 2. 5 Kerangka teori



### C. Kerangka Konsep

Variabel Bebas (Independent)

Variabel Terikat (Dependent)



Gambar 2. 6 Kerangka konsep

### D. Hipotesis

H0 : Tidak ada hubungan berdasarkan luas ventilasi, kepadatan hunian, suhu, kelembaban, dan pencahayaan alami dengan penularan tuberkulosis

H1 : Ada hubungan berdasarkan luas ventilasi, kepadatan hunian, suhu, kelembaban, dan pencahayaan alami dengan penularan tuberkulosis.