

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. *Mycobacterium tuberculosis*

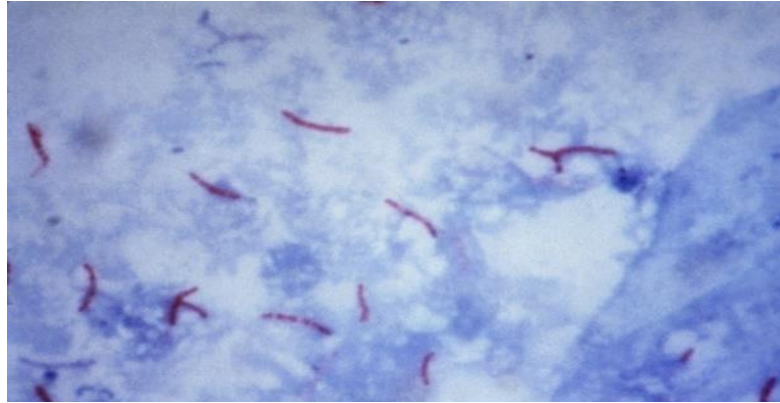
Mycobacterium tuberculosis merupakan spesies bakteri patogenik dalam famili Mycobacteriaceae dan berperan sebagai agen etiologi *tuberculosis*. Spesies ini pertama kali diidentifikasi pada tahun 1882 oleh Robert Koch. *M. tuberculosis* adalah bakteri aerob obligat yang memerlukan konsentrasi oksigen tinggi untuk pertumbuhannya. Sebagai patogen respiratori pada mamalia, bakteri ini secara primer menginfeksi sistem paru-paru (Marsanti et al., 2025).

1. Taksonomi *Mycobacterium tuberculosis*

Domain	:	<i>Bacteria</i>
Filum	:	<i>Actinomycetota</i>
Kelas	:	<i>Actinomycetes</i>
Ordo	:	<i>Mycobacteriales</i>
Famili	:	<i>Mycobacteriaceae</i>
Genus	:	<i>Mycobacterium</i>
Spesies	:	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>

2. Morfologi *Mycobacterium tuberculosis*

Secara morfologis, *Mycobacterium tuberculosis* memiliki bentuk basil. Bakteri ini tidak memiliki kemampuan bergerak, tidak mempunyai kapsul maupun spora. Bakteri *Mycobacterium tuberculosis* tidak memiliki flagel, tetapi mampu bertahan hidup dalam makrofag hospes. Secara mikroskopis, *Mycobacterium tuberculosis* tampak sebagai batang merah pada pewarnaan Ziehl-Neelsen karena mampu mempertahankan zat warna karbol fuchsin (Mar'iyah, 2021). Ukuran bakteri berkisar antara 2–4 μm untuk panjang dan 0,2–0,5 μm untuk lebar. Bakteri ini bersifat aerob obligat, oleh karena itu penderita tuberculosis paru selalu ditemukan di daerah lobus atau paru yang banyak udaranya. Bakteri ini merupakan parasit fakultatif intraselular didalam makrofag dengan masa generasi yang lambat (*slow generation time*), yaitu 15-17 jam.



Gambar 2.1 *Mycobacterium tuberculosis* pada Pewarnaan Zielh -Neelsen Perbesaran 1000x (Timothy R., 2023)

B. Tuberkulosis

Tuberkulosis atau TB merupakan penyakit infeksi menular yang disebabkan oleh infeksi *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri penyebab TB memiliki bentuk batang dan mempunyai karakteristik tahan terhadap asam, sehingga dalam pemeriksaan laboratorium dikenal sebagai Basil Tahan Asam (BTA). Tuberkulosis masih menjadi salah satu penyakit yang memberikan dampak besar terhadap kesehatan masyarakat serta berisiko kematian apabila tidak mendapatkan penanganan yang tepat (Tyas et al., 2025).

1. Etiologi Tuberkulosis

Penyebab utama tuberkulosis adalah infeksi *Mycobacterium tuberculosis*. Penularan umumnya terjadi melalui udara ketika penderita mengeluarkan partikel yang mengandung bakteri melalui batuk atau bersin. Partikel tersebut kemudian dapat terhirup oleh orang lain.

Risiko penularan tidak sama pada setiap kondisi. Kontak yang berlangsung dalam waktu lama dengan penderita yang terinfeksi, terutama dalam lingkungan tempat tinggal yang sama, dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya penularan. Sebaliknya, kontak singkat dengan penderita, misalnya berada berdekatan dalam perjalanan, tidak selalu menyebabkan seseorang tertular. Selain itu, tidak semua penderita TB memiliki kemampuan menularkan penyakit. Kondisi seperti TB pada anak dan TB ekstrapulmoner memiliki karakteristik penularan yang berbeda (Achmad & Dewi, 2024).

2. Epidemiologi Tuberkulosis

Menurut data Kementerian Kesehatan RI (2023), Indonesia menempati peringkat ketiga dengan beban kasus TB tertinggi di dunia setelah India dan Tiongkok. Penyakit TB umumnya disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* yang terutama menyerang di bagian paru-paru, walaupun dapat juga menyerang organ lainnya (Handayani, 2024).

Berdasarkan laporan yang diterima dari Program Penanggulangan Tuberkulosis Nasional tahun 2023, jumlah kasus terbaru TB di Indonesia terus mengalami kenaikan, yaitu dari 824.000 kasus pada tahun 2021 menjadi 969.000 kasus pada tahun 2023. Kenaikan jumlah kasus tersebut tidak semata-mata menunjukkan semakin tingginya tingkat penularan, tetapi juga dapat berkaitan dengan peningkatan kemampuan fasilitas pelayanan kesehatan dalam menemukan dan mendeteksi kasus TB (Kemenkes RI, 2023).

Secara epidemiologis, kasus TB paru cenderung lebih banyak dijumpai pada kelompok usia produktif (15–54 tahun) dan laki-laki dibandingkan perempuan. Faktor sosial ekonomi seperti kepadatan penduduk, tingkat pendidikan rendah, serta kondisi gizi yang buruk juga menjadi penyebab terhadap meningkatnya risiko penularan (Suciati et al., 2024).

Faktor lingkungan dan perilaku juga mempunyai peranan dalam penyebaran TB paru. Kondisi rumah dengan ventilasi yang kurang baik, kepadatan penghuni yang tinggi, pencahayaan yang tidak memadai, kelembapan udara yang tinggi, serta kebiasaan batuk atau meludah tanpa memperhatikan etika kesehatan dapat meningkatkan kemungkinan penularan (Charoline et al., 2024).

3. Patofisiologi Tuberkulosis

Penularan tuberkulosis dimulai ketika bakteri *M. tuberculosis* keluar dari saluran pernapasan penderita melalui percikan yang dihasilkan saat batuk atau bersin. Penularan dapat terjadi ketika bakteri yang terdapat dalam partikel udara terhirup oleh orang lain, kemudian masuk melalui saluran pernapasan dan mencapai alveoli paru.

Setelah mencapai alveoli, bakteri dapat berkumpul dan berkembang biak. Selanjutnya, penyebaran bakteri tidak hanya terbatas pada jaringan paru, tetapi

dapat berlangsung melalui sistem limfatik dan aliran darah menuju organ lain, seperti ginjal, tulang, korteks serebri, maupun bagian paru lainnya.

Perkembangbiakan bakteri di jaringan paru dapat memicu respons peradangan dan menyebabkan terbentuknya kompleks primer. Pembentukan kompleks primer umumnya berlangsung sekitar 4–6 minggu setelah infeksi. Setelah terjadi peradangan pada paru, mengakibatkan terjadinya penurunan jaringan efektif paru, peningkatan jumlah secret, dan menurunnya suplai oksigen (Mar'iyah, 2021).

4. Gejala Klinis

Manifestasi klinis tuberkulosis dapat berbeda-beda bergantung pada lokasi infeksi. Pada TB paru, beberapa keluhan yang umum ditemukan antara lain batuk yang berlangsung selama tiga minggu atau lebih, nyeri dada, batuk berdarah maupun berdarah, rasa lelah yang berkepanjangan, penurunan berat badan, demam, dan keringat berlebih pada malam hari (Azka et al., 2025).

Batuk merupakan salah satu gejala yang paling sering ditemukan pada penderita TB paru. Hemoptisis atau batuk darah dapat muncul sebagai manifestasi lanjutan dan berkaitan dengan aktivitas penyakit maupun komplikasi pada jaringan paru. Kondisi tersebut dapat berhubungan dengan bronkiektasis setelah tuberkulosis, pecahnya pembuluh darah pada kavitas paru, atau kerusakan lesi yang berhubungan dengan saluran pernapasan. Pada kondisi penyakit yang telah menyebar secara luas, penderita juga dapat mengalami sesak napas (Dwipayana, 2024).

5. Diagnosa Tuberkulosis

a. Diagnosa Klinis

Diagnosis klinis TB paru ditegakkan berdasarkan gejala khas yang muncul secara kronis. Gejala utama meliputi batuk ≥ 2 minggu, demam ringan terutama sore hingga malam hari, keringat malam, penurunan berat badan, dan kelemahan umum. Pada pemeriksaan fisik, dapat ditemukan ronki basah halus terutama pada lapang paru atas, namun tidak semua pasien menunjukkan tanda fisik yang spesifik (Aprilianti, 2024). Diagnosis klinis bersifat pendukung dan harus dikonfirmasi melalui pemeriksaan uji tuberkulin, foto toraks, kultur bakteri, dan pemeriksaan mikroskopis (Tammi et al., 2024).

b. Foto Thorax

Pemeriksaan foto toraks digunakan untuk membantu melihat adanya perubahan atau kelainan pada jaringan paru yang dapat mengarah pada dugaan tuberkulosis. Gambaran radiologis TB tidak selalu menunjukkan ciri yang spesifik, kecuali pada kondisi tertentu seperti TB milier. Hasil pemeriksaan paru pada umumnya akan terlihat setelah 2-3 minggu. Ciri khas lain yang dapat ditemukan yaitu berupa pembesaran kelenjar hilus, efusi pleura dan gambaran infiltrate dengan tuberculoma. Foto toraks digunakan dalam mengidentifikasi gambaran kelainan paru yang mengarah pada tuberkulosis paru pada pasien dewasa (Ambarsari et al., 2021).

c. Pemeriksaan Laboratorium.

1) Mikroskopis Pewarnaan BTA menurut Ziehl – Neelsen

Pemeriksaan mikroskopis BTA dari sputum sebagai penegakan diagnosis awal serta pemantauan pengobatan TB paru. Keakuratan hasil pemeriksaan dipengaruhi oleh beberapa tahapan, mulai dari proses pengambilan dan pemilihan sputum hingga pembuatan serta pemeriksaan sediaan secara mikroskopis.

Pada metode Ziehl-Neelsen, pemeriksaan BTA dilakukan dengan menggunakan beberapa reagen, yaitu karbol fuchsin 0,3%, methylene blue 0,3%, asam-alkohol 3%, serta minyak imersi. Meskipun metode ini masih digunakan dalam pemeriksaan TB, keterbatasan sensitivitasnya menjadi salah satu kendala dalam menemukan seluruh kasus TB paru (Utami et al., 2021).

2) Kultur

Kultur merupakan *gold standard* dalam diagnosis TB karena sensitivitasnya tertinggi. Pemeriksaan dapat dilakukan pada media padat (Löwenstein-Jensen). Waktu pertumbuhan bervariasi antara 1–8 minggu. Selain menegakkan diagnosis, kultur memungkinkan pemeriksaan resistensi obat. Selain medium padat *Lowenstein Jensen*, telah ditemukan medium cair yaitu medium MGIT (*Mycobacterium Growth Indicator Tube*). Media MGIT merupakan medium cair yang baru dikembangkan dimana medium ini dapat mendeteksi kuman *mycobacterium* dalam waktu

singkat yaitu dalam waktu 1 minggu. Pemeriksaan kultur digunakan ketika jumlah *Mycobacterium tuberculosis* di dalam spesimen rendah sehingga tidak terdeteksi dengan pemeriksaan mikroskopis langsung. (Aprilianti, 2024).

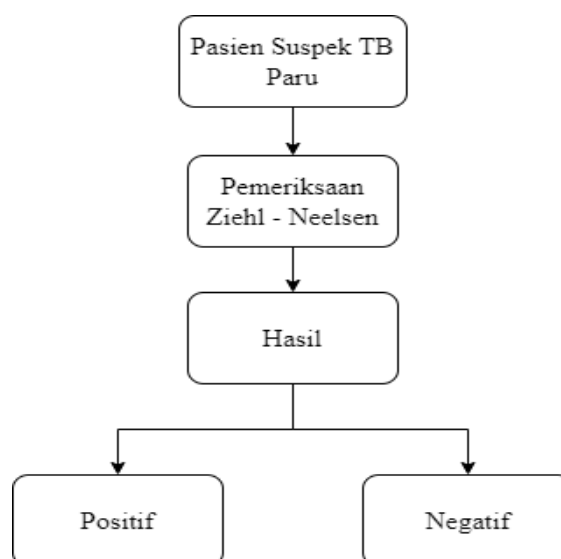
3) Tes Cepat Molekuler (TCM)

TCM adalah pemeriksaan yang berbasis PCR dengan mendeteksi DNA *Mycobacterium tuberculosis* sekaligus mendeteksi resistensi rifampisin. Waktu pemeriksaan sekitar 2 jam. WHO merekomendasikan TCM sebagai pemeriksaan awal pada suspek TB karena sensitivitasnya lebih tinggi dibanding BTA (Halwatiah, 2024).

d. Mantoux

Tes Mantoux digunakan untuk mendeteksi infeksi TB laten dan mendukung diagnosis TB aktif. Interpretasi hasil didasarkan pada diameter indurasi setelah 48–72 jam. Reaksi ≥ 10 mm dianggap positif. Hasil positif menunjukkan adanya paparan TB, namun tidak membedakan infeksi laten dan aktif. Tes ini sangat berguna sebagai pemeriksaan tambahan, tetapi tidak diagnostik tunggal. Tes Mantoux digunakan pada anak - anak yang kesulitan dalam menghasilkan dahak untuk pemeriksaan bakteriologis (Kambuno, 2022).

C. Kerangka Teori



Gambar 2.3 Kerangka teori pewarnaan Ziehl – Neelsen