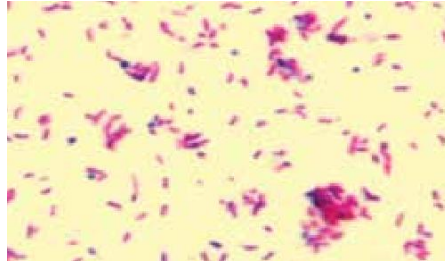


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. *Mycobacterium Tuberculosis*



Gambar 2.1 *mycobacterium tuberculosis*

Mycobacteria adalah golongan bakteri berbentuk batang, tidak membentuk spora, bersifat aerob. Tak mudah dibedakan pewarnaan, akan tetapi jika telah diberi pewarnaan, akan sukar dilunturkan dengan asam dan alkohol. Oleh karenanya *Mycobacteria* disebut pula bakteri tahan asam atau disingkat BTA. Sifat tahan asam *Mycobacterium* adalah karena sifat dinding sel yang tebal terdiri dari asam mikolat. *Mycobacteria* dapat dikelompokkan menjadi golongan saprofit dan golongan patogen (Karolina and Hestingtyas, 2024).

1. Deskripsi umum Tuberkulosis

Tuberkulosis (TB) adalah penyakit yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*. Tuberkulosis bisa menyerang bagian paru-paru dan dapat menyerang semua bagian tubuh. Tuberkulosis adalah penyakit menular langsung, sebagian besar kuman TB menyerang paru-paru, tetapi dapat juga mengenai organ tubuh lainnya. Tuberkulosis adalah penyakit infeksius kronik dan berulang biasanya mengenai organ paru yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri tersebut masuk melalui saluran pernafasan dan saluran pencernaan dan luka terbuka pada kulit. Biasanya paling banyak melalui inhalasi droplet yang berasal dari si penderita. Bakteri masuk dan terkumpul di dalam paru-paru akan berkembang baik terutama pada orang dengan daya tahan tubuh yang rendah dan menyebar melalui pembuluh darah. Tuberkulosis (TB) merupakan salah satu dari 10

penyebab kematian teratas dan penyebab utama dari satu agen infeksi (Sari et al., 2022)

2. Klasifikasi Tuberkulosis

Klasifikasi TBC Paru dibuat berdasarkan gejala klinik, bakteriologik, radiologik dan riwayat pengobatan sebelumnya. Klasifikasi ini penting karena merupakan salah satu faktor determinan untuk menetapkan strategi terapi. Sesuai dengan program P2TBC Paru, klasifikasi TBC Paru dibagi sebagai berikut:

a. TBC Paru Basil Tahan Asam (BTA) Positif dengan kriteria:

- 1) Dengan atau tanpa gejala klinik
- 2) BTA positif: mikroskopik positif 2 kali, mikroskopik positif 1 kali disokong biakan positif 1 kali atau disokong radiologik
- 3) positif 1 kali
- 4) Gambaran radiologik sesuai dengan TBC Paru.

b. TBC Paru BTA Negatif dengan kriteria:

- 1) Gejala klinik dan gambaran radiologik sesuai dengan TBC Paru Aktif.
- 2) BTA negatif, biakan negatif tetapi radiologik positif.

c. Bekas TBC Paru dengan kriteria:

- 1) Bakteriologik (mikroskopik dan biakan) negatif
- 2) Gejala klinik tidak ada atau ada gejala sisa akibat kelainan paru.

d. Radiologik menunjukkan gambaran lesi TBC Paru inaktif, menunjukkan serial foto yang tidak berubah. Ada riwayat pengobatan OAT yang adekuat (lebih mendukung). (Gannika, 2016)

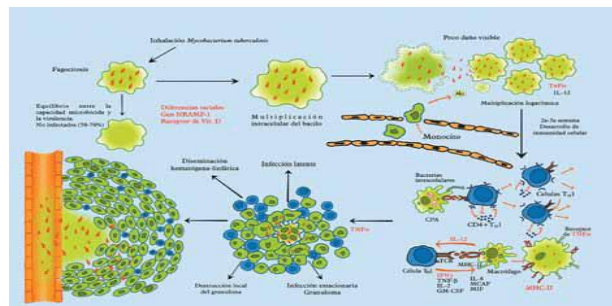
3. Patogenesis

Tuberkulosis merupakan infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium Tuberculosis* yang menyerang bagian tubuh lebih sering menyerang paru (2024, 2024). *Mycobacterium Tuberculosis* berada di udara sebagai droplet nuclei dari batuk, bersin, berteriak atau bernyanyi dari individu dengan TB paru aktif (Centers for Disease Control (CDC), 2021). Penularan terjadi melalui inhalasi droplet nuclei yang melewati mulut atau rongga hidung, saluran pernapasan bagian atas, bronkus dan akhirnya

mencapai alveolus paru-paru. Infeksi dimulai ketika *Mycobacterium tuberculosis* memasuki paru melalui inhalasi, lalu akan mencapai ruang alveolus dan bertemu dengan makrofag alveolus (Bussi and Gutierrez, 2019). Setelah *Mycobacterium tuberculosis* terhirup, seseorang mungkin akan mengalami salah satu dari hasil berikut:

1. gagal infeksi.
2. terinfeksi tetapi kemudian sembuh dari infeksi,
3. berhasil mengendalikan infeksi tetapi terus menyimpan basil didalam tanpa adanya gejala penyakit (infeksi TB laten).
4. mengembangkan hingga menjadi TB yang progresif (Sotgiu *et al.*, 2015).

Setelah *Mycobacterium Tuberculosis* mencapai alveolus, bakteri akan dicerna oleh makrofag alveolus yang merupakan lini pertama dalam mencegah terjadinya infeksi oleh bakteri *Mycobacterium Tuberculosis*, dengan melakukan Ofori-Asenso, 2017). Ketika pertahanan lini pertama gagal dalam mengeliminasi bakteri, *Mycobacterium Tuberculosis* akan menyerang jaringan interstitial paru, baik secara langsung menginfeksi paru-paru atau melalui makrofag alveolus yang terinfeksi yang kemudian bermigrasi ke jaringan interstitial paru (Chandra et al., 2022). Selanjutnya, sel dendritik atau monosit inflamasi mengangkut *Mycobacterium Tuberculosis* ke kelenjar getah bening yang menyebabkan perekrutan dari sel imun, termasuk sel T dan sel B ke parenkim paru untuk membentuk granuloma.



Gambar 2.2 Patogenesis Tuberkulosis Paru

4. Gejala-gejala Klinis

Gejala klinis tuberkulosis pada umumnya yaitu:

- a) Batuk yang berlangsung lama (3 minggu atau lebih)

- b) Batuk biasanya disertai dengan dahak atau batuk darah
- c) Nyeri dada saat bernapas atau batuk
- d) Berkeringat di malam hari
- e) Hilang nafsu makan
- f) Penurunan berat badan
- g) Demam dan menggigil
- h) Kelelahan

Gejala TB dapat berkembang perlahan dan dapat bervariasi. Gejala utama TB paru meliputi batuk parah yang berlangsung setidaknya selama 3 minggu, sakit dada, batuk darah atau dahak dari paru-paru, sesak napas. Gejala TB yang lebih umum dapat meliputi penurunan berat badan, kehilangan nafsu makan, mual dan muntah, energi rendah atau kelelahan, demam dan menggigil, dan keringat malam. Orang dengan TB laten tidak memiliki gejala atau merasa sakit (Kementerian Kesehatan, 2025)

5. Pengobatan Tuberkulosis

Tujuan utama dari pengobatan tuberkulosis (TB) adalah untuk menyembuhkan penderita serta meningkatkan kualitas hidup dan produktivitasnya. Selain itu, pengobatan TB bertujuan untuk mencegah kematian yang dapat terjadi akibat penyakit TB maupun komplikasi yang ditimbulkannya. Pengobatan yang tepat dan teratur juga penting untuk menghindari kekambuhan penyakit di masa mendatang. Lebih lanjut, pemberian terapi yang adekuat dapat menurunkan potensi penularan TB kepada orang lain di sekitarnya. Salah satu tujuan penting lainnya adalah mencegah timbulnya resistensi terhadap obat anti tuberkulosis (OAT) dan menghentikan penyebarannya di komunitas (Kemenkes, 2020). Pemberian OAT adalah komponen terpenting dalam penanganan tuberkulosis dan merupakan cara yang paling efisien dalam mencegah transmisi TB. Prinsip pengobatan TB yang adekuat meliputi:

- a) Pemberian kombinasi minimal empat jenis obat TB untuk mencegah resistensi obat
- b) Obat diberikan dengan dosis yang sesuai.

- c) Obat harus dikonsumsi secara rutin dan berada di bawah pengawasan Petugas Pengawas Menelan Obat (PMO) hingga terapi selesai.
- d) Pengobatan harus berlangsung dalam durasi yang memadai, mencakup fase awal (intensif) dan fase lanjutan. Umumnya, pengobatan TB paru tanpa komplikasi atau penyakit penyerta berlangsung selama enam bulan.

Pada kasus tuberkulosis ekstra paru dan TB yang disertai penyakit penyerta (komorbid), durasi pengobatan bisa melebihi enam bulan. Pada fase intensif atau tahap awal pengobatan, obat anti tuberkulosis (OAT) diberikan setiap hari. Tujuan utama pemberian OAT pada fase ini adalah untuk secara cepat menurunkan jumlah bakteri TB dalam tubuh, sehingga memperkecil risiko penularan kepada orang lain. Bila OAT dikonsumsi secara rutin dengan dosis yang tepat sejak awal terapi, risiko penularan biasanya mulai menurun dalam dua minggu pertama. Selain itu, fase intensif juga bertujuan untuk menekan pertumbuhan bakteri TB yang mungkin telah memiliki resistensi terhadap obat sebelum pengobatan dimulai. Untuk pasien TB yang sensitif terhadap obat (TBSO), fase intensif ini umumnya berlangsung selama dua bulan (Teknis, 2020).

6. Obat Anti Tuberculosis (OAT)

Obat TBC diberikan dalam bentuk kombinasi dari beberapa jenis, dalam jumlah cukup dan dosis tepat selama 6-8 bulan yang diberikan dalam 2 tahap yaitu tahap intensif dan tahap lanjutan. Tujuannya supaya semua kuman (termasuk kuman persister) dapat dibunuh. Dosis tahap intensif dan dosis tahap lanjutan ditelan sebagai dosis tunggal, sebaiknya pada saat perut kosong. Apabila paduan obat yang digunakan tidak adekuat. (jenis, obat dan jangka waktu pengobatan), kuman TBC akan berkembang menjadi resisten. Pendampingan dan supervisi pengobatan dengan program DOT akan membantu meningkatkan kepatuhan pasien. Untuk menjamin mutu obat-obat anti tuberkulosis FDC dan non FDC yang beredar di Indonesia, produk-produk tersebut harus dilakukan uji Bioekuivalensi terlebih dahulu sebelum di pasarkan. Uji Bioekuivalensi sangat erat hubungannya dengan formulasi dan bahan baku zat aktif yang digunakan, untuk memprediksi kesetaraan

kadar obat dalam darah setelah obat diminum dibandingkan dengan produk inovator yang telah melakukan uji klinik sebelumnya.

a. Jenis Obat Anti Tuberkulosis

1. **Isoniasid (H):** dikenal dengan INH, bersifat bakterisid, dapat membunuh 90% populasi kuman dalam beberapa hari pertama pengobatan. Obat ini sangat efektif terhadap kuman dalam keadaan metabolik aktif, yaitu kuman yang sedang berkembang
2. **Rifampisin (R):** Bersifat bakterisid, dapat membunuh kuman semi-dormant (persister) yang tidak dapat dibunuh oleh Isoniasid.
3. **Pirasinamid (Z):** Bersifat bakterisid, dapat membunuh kuman yang berada dalam sel dengan suasana asam.
4. **Streptomisin(S):** Bersifat bakterisid. Menyebabkan kerusakan saraf ke delapan yang berkaitan dengan keseimbangan dan pendengaran. Keadaan ini dapat dipulihkan bila obat segera dihentikan. Dapat menembus barrier plasenta sehingga tidak boleh diberikan pada wanita hamil karena dapat merusak saraf pendengaran janin.
5. **Etambutol (E):** bakteriostatik. Diikutkan dalam pengobatan jika diprediksi ada resistensi terhadap INH. (Badan POM, 2015)

B. Hemoglobin

Hemoglobin (Hb) adalah protein yang terkandung dalam sel darah merah yang bertanggung jawab untuk mengantarkan oksigen ke jaringan. Untuk memastikan oksigenasi jaringan yang memadai, kadar hemoglobin yang cukup harus dipertahankan. Jumlah hemoglobin dalam darah lengkap dinyatakan dalam gram per desiliter (g/dl). Ketika kadar hemoglobin rendah, pasien mengalami anemia. Eritrositosis merupakan konsekuensi dari terlalu banyak sel darah merah; hal ini mengakibatkan kadar hemoglobin di atas normal (Billett, 2019).

Hemoglobin adalah suatu protein majemuk yang mengandung unsur non protein yaitu heme yang terdapat pada sel darah merah dan yang memberi warna merah pada darah yang berfungsi untuk mengatur pertukaran oksigen dengan karbondioksida didalam jaringan-jaringan tubuh. Kadar hemoglobin

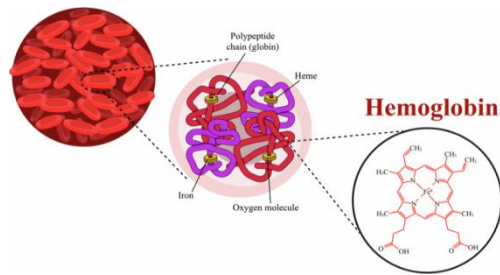
dapat mempengaruhi sistem kardiovaskuler melalui suplai oksigen dan kekentalan darah. Kadar Hemoglobin yang baik akan membuat sistem pernapasan menjadi lebih maksimal karena otot-otot lebih banyak menyimpan cadangan oksigen melalui darah. Semakin banyak oksigen yang disuplai dan digunakan oleh organ jaringan, sehingga daya tahan kardiovaskuler juga semakin meningkat. Daya tahan Kardiovaskuler adalah kemampuan seseorang dalam mempergunakan sistem jantung, pernafasan dan peredaran darahnya secara efektif dan efisien dalam menjalankan kerja terus menerus. Hemoglobin terkandung dalam sel darah merah, dan merupakan komponen utama dalam sel darah merah. Sel darah merah merupakan sel darah yang paling banyak terdapat didalam tubuh manusia. Hemoglobin (Hb) merupakan komponen utama dalam sel darah merah yang berfungsi untuk mengimpor oksigen (O_2) dan karbondioksida (CO_2). Hemoglobin dalam darah mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan organ tubuh dan membawa kembali karbondioksida dari seluruh sel ke paru-paru untuk dikeluarkan dari tubuh. Jadi, fungsi hemoglobin adalah mengatur pertukaran oksigen dan karbon dioksida dalam jaringan tubuh (Mustaqim, 2013)

1. Fungsi Hemoglobin

Hemoglobin sebagai suatu protein eritrosit memiliki fungsi terpenting yaitu transport oksigen dan karbondioksida anatara paru-paru dan jaringan. Dua fungsi pengangkutan penting dalam tubuh manusia oleh hemoglobin adalah pengangkutan oksigen ke jaringan-jaringan tubuh dan pengangkutan karbondioksida dan proton dari jaringan perifer ke organ respirasi (Gunadi, Mewo and Tiho, 2016).

Kegunaan dari pemeriksaan kadar hemoglobin adalah untuk menilai respons terhadap terapi anemia, atau perkembangan penyakit yang berhubungan dengan anemia. Kegunaan lain dilakukannya pemeriksaan hemoglobin diantara menilai tingkat anemia, respon terhadap wanita anemia dan perkembangan penyakit yang berhubungan dengan anemia. (Norsiah, 2015)

2. Struktur Hemoglobin



Gambar 2.3 Struktur Hemoglobin

Satu molekul hemoglobin dapat berikatan dengan empat molekul Hematologi, Dasar oksigen pada keempat ion besi yang ada pada bagian tengah setiap rantai penyusunnya. Ketika darah dialirkan dari jantung ke paru-paru melalui arteri pulmonalis, terjadi proses pengikatan oksigen oleh hemoglobin dan dibawa sepanjang aliran darah menuju jantung lalu dialirkan ke seluruh tubuh. Saat mencapai kapiler, terjadi reaksi pelepasan oksigen dari ion besi (Fe^{2+}) sehingga oksigen dapat berdifusi keluar dari erirosit ke cairan interstitial kemudian masuk ke dalam setiap sel sel tubuh (Rosita, Cahya and Arfira, 2019)

3. Kadar Hemoglobin

Untuk memastikan seseorang mengalami anemia, standar yang ditetapkan oleh WHO menyatakan bahwa anemia terdeteksi jika kadar hemoglobin dalam darah berada di bawah nilai tertentu.: anak 6 bulan sampai 6 tahun batas nilai Hb 11,0 gr, anak 6 tahun sampai 14 tahun batas nilai Hb 12,0 gr, pria dewasa batas nilai Hb 13,0 gr, wanita dewasa batas nilai Hb 12,0 g(Lathifah and Susilawati, 2019)

4. Jenis-jenis metode Pemeriksaan hemoglobin

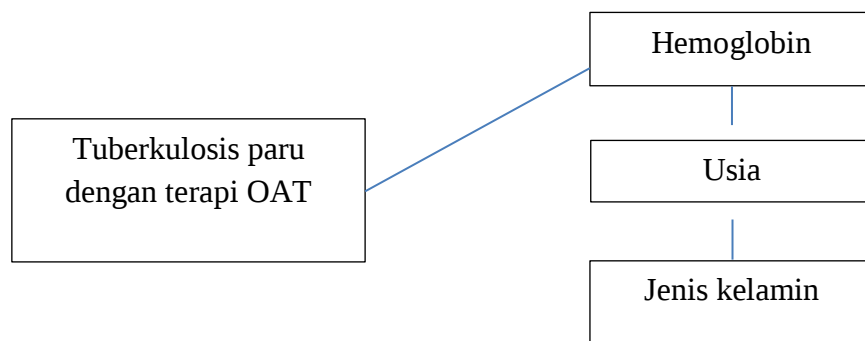
a. Metode Sahli

Larutan asam lemah dimasukkan dalam tabung pengencer dan ditambahkan sejumlah darah sehingga asam lemah akan mengubah hemoglobin menjadi hematin asam. Penentuan kadar hemoglobin dengan menambahkan aquadest pada tabung tersebut sampai warna larutan dalam tabung pengencer sesuai dengan standar warna hemometer Sahli (Henny H Billet 2019).

b. Metode instrument analyzer

Hematology analyzer merupakan alat yang digunakan secara in vitro untuk melakukan pemeriksaan hematologi secara otomatis, menggunakan reagen maupun cleaning sesuai manual book. Hematology analyzer akan memecah hemoglobin menjadi larutan kemudian dipisahkan dari zat lain menggunakan sianida, selanjutnya dengan penyinaran khusus kadar hemoglobin diukur berdasarkan nilai sinar yang berhasil diserap oleh hemoglobin, hasil pengukuran ditampilkan pada layar (Dameuli, Ariadi and Nuroini, 2018)

C. Kerangka Konsep



Gambar 2.4 Kerangka konsep