

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tuberkulosis Paru

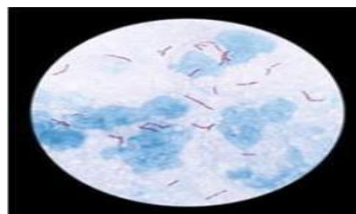
1. Tuberkulosis Paru

Tuberkulosis paru adalah penyakit radang parenkim paru karena infeksi kuman *Mycobacterium tuberculosis*. Tuberkulosis paru termasuk suatu pneumonia, yaitu pneumonia yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*. *Mycobacterium tuberculosis* berbentuk batang, mempunyai sifat khusus yaitu tahan terhadap pewarnaan asam, sehingga disebut sebagai Basil Tahan Asam (BTA) Tuberkulosis paru mencakup 80% dari keseluruhan kejadian penyakit tuberkulosis, sedangkan 20% selebihnya merupakan tuberkulosis ekstrapulmonar (Pratiwi et al., 2019)

2. Etiologi

Penyebab penyakit TB paru adalah mycobacterium tuberculosis, bakteri tersebut pertama kali dideskripsikan oleh Robert Koch pada tanggal 24 Maret 1882. Mycobakteritum tuberculosis berbentuk batang lurus atau agak bengkok dengan ukuran 0,2-0,4 x 1-4 μm . Pewarnaan Ziehl-Neelsen dipergunakan untuk mengidentifikasi bakteri tersebut.

Bakteri tersebut mempunyai sifat istimewa, yaitu tahan terhadap pencucian warna dengan asam dan alkohol, sehingga sering disebut basil tahan asam (BTA). Kuman tuberkulosis juga bersifat dorman dan aerob. *Mycobacterium tuberculosis* mati pada pemanasan 100°C selama 5-10 menit sedangkan dengan alkohol 70-95% selama 15-30 detik. Bakteri tersebut tahan selama 1-2 jam di udara terutama di tempat lembab dan gelap (bisa berbulan-bulan), namun tidak tahan terhadap sinar atau aliran udara. (Masriadi, 2014)

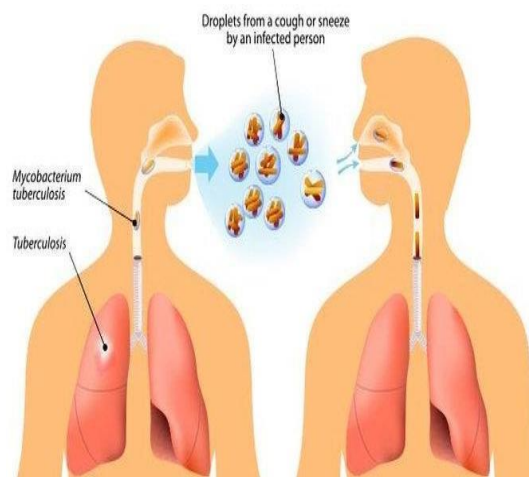


Gambar 1.1 Bentuk *Mycobacterium tuberculosis* dengan pewarnaan Ziehl Neelsen pada mikroskop

Sumber:Dirjen PPPL,2021

3. Penularan

Penularan penyakit ini melalui perantaraan ludah atau dahak penderita yang mengandung basil tuberkulosis paru. Pada waktu penderita batuk butir-butir air ludah bertebangan di udara dan terisap oleh orang yang sehat dan masuk kedalam parunya yang kemudian menyebabkan penyakit tuberkulosis paru. dalam dahak penderita TB terdapat banyak sekali kuman TB. ketika seorang penderita TB batuk atau bersin, ia akan menyebarkan 3.000 kuman ke udara. kuman tersebut ada dalam percikan dahak, yang disebut dengan *droplet nuclei* atau percik renik (percik halus). Percikan dahak yang amat kecil ini melayang-layang di udara dan mampu menembus dan bersarang dalam paru orang-orang di sekitarnya. penularan ini biasa terjadi di mana saja, termasuk perumahan yang bersih sekalipun (Gannika et al., 2016)



Gambar 1.2 Penularan Tuberkulosis Paru melalui udara dari penderita ke orang sehat
Sumber: (Everyday Health, 2025)

4. Gejala TB

Gejala umum penderita tuberkulosis adalah sebagai berikut:

- Batuk berdahak yang berlangsung selama dua minggu atau lebih.
- Batuk yang disertai darah (hemoptisis).
- Sesak napas.
- Tubuh terasa lemas atau mudah lelah.
- Hilangnya nafsu makan.
- Penurunan berat badan tanpa sebab yang jelas

- g. Rasa tidak enak badan (malaise).
- h. Berkeringat di malam hari meskipun tanpa aktivitas fisik
- i. Demam ringan (subfebris) yang berlangsung lebih dari satu bulan.
- j. Nyeri pada bagian dada.(Nortajulu et al., 2022)

5. Klasifikasi Tuberkulosis Paru

a) Tuberkulosis paru

Tuberkulosis paru adalah infeksi *Mycobacterium tuberculosis* yang menyerang jaringan paru (parenkim) atau saluran pernapasan seperti trakea dan bronkus. TB milier diklasifikasikan sebagai TB paru karena terdapat lesi di paru. Penderita yang mengalami TB paru dan ekstra paru harus diklasifikasikan sebagai kasus TB paru (Fitriani *et al.*, 2020)

b).Tuberkulosis ekstra paru

Tuberkulosis ekstra paru adalah infeksi *Mycobacterium tuberculosis* yang menyerang organ di luar jaringan paru, seperti pleura, selaput otak, kelenjar limfe, tulang, sendi, kulit, usus, atau ginjal. Penegakan diagnosis dilakukan secara klinis atau histologis, dan sebaiknya dikonfirmasi melalui pemeriksaan bakteriologis.(Fitriani *et al.*, 2020)

6. Pengobatan Tuberkulosis

Pengobatan tuberkulosis dapat diberikan setelah ditegakkan diagnosis dan klasifikasi kasus bagi setiap pasien TB sensitif maupun pasien TB resisten obat. Tujuan adanya pengobatan adalah untuk menyembuhkan pasien dan memperbaiki kualitas hidup, mencegah terjadinya kematian oleh karena TB atau dampak buruk selanjutnya, mencegah terjadinya kekambuhan TB, menurunkan risiko penularanTB, serta mencegah terjadinya dan penularan TB resisten obat. Berikut tata laksana pengobatan TB untuk sensitif obat (lini pertama).

a.. Kategori 1

Paduan OAT Kategori 1 yang digunakan di Indonesia adalah 2(HRZE)/4(HR)3 atau 2(HRZE)/4(HR). Paduan OAT ini diberikan untuk pasien baru:

1. Pasien TB paru terkonfirmasi bakteriologis
2. Pasien TB paru terkonfirmasi klinis
3. Pasien TB ekstra paru

Paduan OAT kategori 1 diberikan selama 6 bulan, dibagi menjadi 2 tahapan yaitu 2 bulan tahap awal dan 4 bulan tahap lanjutan. Paduan OAT Kategori 1 yang disediakan oleh program adalah dalam bentuk kombinasi dosis tetap (KDT) dan obat lepas (kombipak). Untuk saat ini paduan yang disediakan adalah paduan dengan dosis intermiten. Sedangkan untuk dosis harian yaitu 2(HRZE)/4(HR) sedang dalam proses pengadaan program TB Nasional.

b. Kategori 2

Paduan OAT Kategori 2 yang digunakan di Indonesia adalah 2(HRZE)S/(HRZE)/5(HR)3E3 atau 2(HRZE)S/(HRZE)/5(HR)E. Paduan OAT ini diberikan untuk pasien dengan riwayat pengobatan TB sebelumnya (pasien pengobatan ulang) yaitu:

1. Pasien kambuh.
2. Pasien gagal pada pengobatan Kategori I.
3. Pasien dengan pengobatan setelah putus berobat (loss to follow-up).

Panduan OAT kategori 2 diberikan selama 8 bulan, dibagi menjadi 2 tahapan yaitu 3 bulan tahap awal dan 5 bulan tahap lanjutan. Paduan OAT Kategori 2 yang disediakan oleh program adalah dalam bentuk kombinasi dosis tetap (KDT) dan obat lepas (kombipak). Untuk saat ini paduan yang disediakan adalah paduan dengan dosis intermiten. Sedangkan untuk dosis harian yaitu 2(HRZE)S/(HRZE)/5(HR)E sedang dalam proses pengadaan program TB Nasional (Thahir & Muhammad Rezky Raihan, 2023)

7. Jenis Obat Anti Tuberkulosis

Jenis-jenis Obat Anti Tuberkulosis berdasarkan lini 1 dan lini 2:

1. Jenis obat lini 1:

- a. Rifampisin (R)
- b. Isoniazid (H)
- c. Pirazinamid (Z)
- d. Streptomisin (S)
- e. Etambutol (E)

2. Jenis obat lini 2:

- a. Kanamisin (Km)
- b. Kuinolon
- c. Obat lain masih dalam penelitian; makrolid, amoxicillin dan asam klavulanat
- d. Derivat rifampisin dan isoniazid(Purnamasari et al., 2022)

8. Efek Samping Obat Anti Tuberkulosis

Efek samping OAT:

a. Isoniazid (H)

Isoniazid (dikenal dengan INH) bersifat bakterisid, efektif terhadap kuman dalam keadaan metabolik aktif, yaitu kuman yang sedang berkembang. Efek samping yang mungkin timbul berupa neuritis perifer, hepatitis rash, demam, penurunan kadar hematokrit, bila terjadi ikterus, pengobatan dapat dikurangi dosisnya atau dihentikan sampai ikterus membaik. Efek samping ringan dapat berupa kesemutan, nyeri otot, gatal-gatal. Pada keadaan ini pemberian INH dapat diteruskan sesuai dosis.

b. Rifampisin (R)

Bersifat bakterisid, dapat membunuh kuman semi-dorman (persistent). Efek samping rifampisin adalah hepatitis, mual, reaksi demam, trombositopenia dan dapat mempengaruhi kadar hematokrit. Rifampisin dapat menyebabkan warna merah atau jingga pada air seni dan keringat, dan itu harus diberitahukan pada keluarga atau penderita agar tidak menjadi cemas. Warna merah tersebut terjadi karena proses metabolisme obat dan tidak berbahaya.

c. Streptomisin (S)

Bersifat bakterisid, nefrotoksik dan kerusakan nervus kranialis VII merupakan efek samping dari streptomisin. Selain itu, penggunaan streptomisin dalam jangka panjang dapat mempengaruhi fungsi ginjal, yang berakibat pada gangguan produksi eritropoietin sehingga dapat menyebabkan penurunan kadar hematokrit.

d. Pirazinamid (P)

Bersifat bakterisid, karena digolongkan memiliki suasana asam sehingga dapat membunuh kuman yang berada dalam sel. Pirazinamid memiliki efek samping seperti hepatitis, arthralgia, hiperuricemia

e. Etambutol (E)

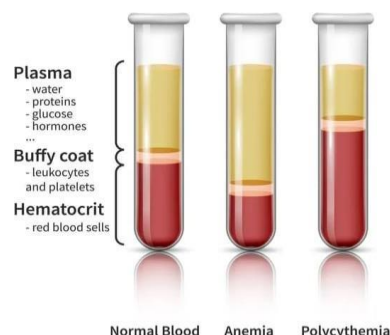
Bersifat bakteriostatik, etambutol dapat menyebabkan gangguan penglihatan berupa berkurangnya ketajaman penglihatan, buta warna merah dan hijau, maupun optic neuritis(Isni Lailatul Maghfiroh, 2025)

B. Hematokrit

1. Hematokrit

Hematokrit berasal dari kata heam yang berarti darah, dan krinein yang berarti memisahkan. Hematokrit merupakan pengukuran jumlah sel darah merah dalam darah. Pemeriksaan hematokrit dilakukan untuk mengetahui perbandingan jumlah sel darah merah (eritrosit) dengan total volume darah, yang dinyatakan dalam presentase. Ini adalah salah satu jenis pemeriksaan hematologi yang umum dilakukan. Sampel untuk pemeriksaan hematokrit bisa diambil dari darah vena atau kapiler. Proses pengukuran hematokrit dapat dilakukan menggunakan sentrifugasi atau alat penghitung sel otomatis (automatic cell counter) (Chairani et al., 2022)

Pemeriksaan hematokrit juga menjadi bagian dari pengendalian mutu di laboratorium. Selain itu, pemeriksaan indeks eritrosit merupakan bagian tes darah rutin dalam menghitung darah lengkap yang berguna untuk membantu mengklasifikasikan jenis anemia. Nilai hematokrit dapat ditentukan dengan dua metode, yaitu metode makro dan mikro, menggunakan sampel darah vena. Sampel darah tersebut dicampur dengan antikoagulan seperti Ethylena Diamine Tetra Acetate (EDTA) atau heparin untuk mencegah pembekuan darah selama proses pemeriksaan(Rahmatullah et al., 2023)



Gambar 2.1 Hematokrit

Sumber: (Larasati Priyono, 2023)

2. Penyakit Penyebab Hematokrit Menurun

Hematokrit dapat meningkat ataupun menurun. Penurunan kadar hematokrit dalam darah bisa disebabkan oleh beberapa hal, yaitu (Jumalang et al., 2015)

- a. Anemia
- b. Pendarahan
- c. Gangguan sumsum tulang
- d. Kanker
- e. Gagal ginjal
- f. Talasemia
- g. Tuberkulosis paru

3. Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Hematokrit

Berikut ini faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kadar hematokrit meliputi:

- a. Jenis kelamin: Laki-laki umumnya memiliki kadar hematokrit lebih tinggi dibanding perempuan karena dipengaruhi hormon testosteron yang meningkatkan produksi eritrosit.
- b. Kondisi kehamilan: Pada ibu hamil, hematokrit cenderung lebih rendah akibat hemodilusi (peningkatan volume plasma lebih besar dibanding eritrosit).
- c. Faktor usia: Anak-anak, orangtua, akan lebih mudah mengalami penurunan kadar hematokrit. Pada anak-anak dapat disebabkan karena pertumbuhan anak-anak yang cukup pesat dan tidak diimbangi dengan asupan zat besi sehingga menurunkan kadar hematokrit.
- d. Dehidrasi: Kehilangan cairan tubuh dapat menyebabkan peningkatan kadar hematokrit karena berkurangnya volume plasma tanpa diikuti peningkatan jumlah eritrosit.
- e. Anemia : Hematokrit menurun akibat berkurangnya jumlah eritrosit atau Hemoglobin dalam darah.
- f. Aktivitas Fisik: Latihan fisik yang intens dapat mempengaruhi volume plasma dan jumlah eritrosit, sehingga mempengaruhi nilai hematokrit.
- g. Penyakit kronis: kondisi seperti penyakit ginjal atau gangguan sumsum tulang dapat mempengaruhi kadar hematokrit yang menurun terutama karena berkurangnya produksi eritropoietin sehingga pembentukan eritrosit

terganggu.(Sembiring et al., 2021)

h. Penyakit Tuberkulosis Paru.

Penyakit tuberkulosis paru dapat menyebabkan penurunan kadar hematokrit, terutama pada fase awal pengobatan. Hal ini disebabkan oleh efek samping obat anti tuberkulosis serta proses inflamasi kronis yang menghambat pembentukan eritrosit. Pada fase lanjutan, kadar hematokrit cenderung meningkat seiring menurunnya efek obat dan membaiknya kondisi pasien. (Imelda pongsimpin& Yanti Sunaidi, 2024)

4. Nilai Normal Hematokrit

Nilai hematokrit adalah volume semua eritrosit dalam 100 ml darah yang dinyatakan dalam persen (%) volume darah itu. Biasanya nilai itu ditentukan dengan darah kapiler atau darah vena.nilai normal untuk pemeriksaan hematokrit:

- a. Dewasa laki-laki :40-52 %
- b. Dewasa wanita : 35-47 %
- c. Bayi baru lahir : 44-72 %
- d. Anak usia 1-3 tahun :35-43%
- e. Anak usia 4-5 tahun :31-43%
- f. Anak usia 6-10 tahun:33-45%

Nilai hematokrit yang berada di bawah rentang normal dapat mengindikasikan anemia,sementara nilai yang melebihi rentang normal dapat menunjukkan kondisi seperti polisitemia(Subur Wibowo & Isnaini Isnaini, 2024)

5. Metode Pemeriksaan Hematokrit

Penetapan nilai hematokrit dapat menggunakan 2 metode yaitu metode otomatis,dan metode manual. Pada metode manual terdapat 2 pembagian yaitu mikrohematokrit dan makrohematokrit.

a. Metode Mikrohematokrit

Metode mikrohematokrit dikenal sebagai standar emas (*gold standard*) dalam pemeriksaan hematokrit. Namun, metode ini memiliki keterbatasan karena hasilnya dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya volume darah yang kurang dari 2/3 tabung.Pemeriksaan dilakukan dengan memasukkan sampel darah ke dalam tabung kapiler sekali pakai berukuran panjang 75 mm dengan diameter 1 mm. Terdapat dua jenis

tabung kapiler yang digunakan, yaitu tabung yang dilapisi ammonium heparin dan tabung tanpa antikoagulan. Tabung mikrohematokrit berukuran kecil dan dirancang khusus untuk digunakan bersama mikrosentrifus. Setelah proses sentrifugasi, panjang kolom eritrosit diukur menggunakan skala pembaca. Metode ini banyak dipilih karena waktu pemeriksaannya relatif singkat, sampel yang dibutuhkan sedikit, serta dapat digunakan langsung pada sampel tanpa antikoagulan. Selain itu, teknik ini juga memungkinkan perkiraan volume leukosit dan trombosit secara visual melalui terbentuknya lapisan putih tipis (buffy coat) di antara eritrosit dan plasma. (Subur Wibowo & Isnaini Isnaini, 2024)

b. Metode Makrohematokrit

Pada metode makrohematokrit, sampel darah EDTA atau heparin sebanyak ml dimasukkan ke dalam tabung Wintrobe yang berukuran 110 mm dengan diameter 2,5–3,0 mm dan memiliki skala 0–10 mm. Setelah itu, tabung disentrifugasi selama 30 menit dengan kecepatan 2500 rpm. Tinggi kolom eritrosit yang terbentuk menunjukkan nilai hematokrit, yang kemudian dinyatakan dalam persen. Kepadatan kolom eritrosit yang dihasilkan dari proses pemusingan sangat dipengaruhi oleh kecepatan sentrifugasi dan lamanya waktu pemusingan. Kedua faktor ini akan memengaruhi tingkat pemadatan sel darah merah. (Subur Wibowo & Isnaini Isnaini, 2024)

c. Metode Otomatis dengan Hematology Analyzer

Pengukuran hematokrit juga dapat dilakukan menggunakan instrumen elektronik otomatis, yaitu hematology analyzer. Alat ini bekerja dengan 3 *detector block* dan 2 jenis reagen khusus untuk analisa darah. Reagen yang digunakan antara lain *cell pack* sebagai pengencer (*diluents*), *stromatolyser* serta *cell clean* sebagai menganalisis darah. Prinsip pemeriksaannya adalah mendeteksi tinggi pulsa eritrosit. Nilai hematokrit dihitung dari perbandingan antara volume eritrosit dengan volume darah keseluruhan, yang kemudian dinyatakan dalam persen. Dibandingkan metode mikrohematokrit dan makrohematokrit, metode analyzer memiliki keunggulan karena mampu memberikan hasil yang lebih cepat dan akurat. Namun, alat ini relatif mahal dan penggunaannya masih terbatas (Subur Wibowo & Isnaini Isnaini, 2024)

6. Faktor Yang Mempengaruhi Hasil Pemeriksaan Hematokrit

Beberapa faktor yang mempengaruhi pemeriksaan hematokrit sebagai berikut:(Subur Wibowo & Isnaini Isnaini, 2024)

a. Faktor invivo

1. Eritrosit

Faktor ini sangat penting pada pemeriksaan hematokrit karena eritrosit merupakan sel yang diukur dalam pemeriksaan tersebut. Hematokrit dapat meningkat pada polistemia yaitu peningkatan jumlah sel darah merah dan nilai hematokrit dapat menurun pada anemia yaitu penurunan kuantitas sel-sel darah merah dalam sirkulasi.

2. Viskositas darah

Efek hematokrit terhadap viskositas darah adalah makin besar persentase sel darah maka makin tinggi hematokritnya dan makin banyak pergeseran diantara lapisan-lapisan darah, pergeseran inilah yang menentukan viskositas. Oleh karena itu, viskositas darah meningkat secara drastis ketika hematokrit

meningkat.

3. Plasma

Pada pemeriksaan hematokrit plasma harus pula diamati terhadap adanya icterus atau hemolysis. Keadaan fisiologis atau patofisiologis pada plasma dapat mempengaruhi pemeriksaan hematokrit.

b. Faktor invitro

1. Kecepatan centrifuge dan waktu centrifuge

Penempatan tabung kapiler pada lubang jari-jari centrifuge yang kurang tepat dan penutup yang kurang rapat dapat menyebabkan hasil pembacaan hematokrit tinggi palsu. Pengaturan Kecepatan centrifuge dan waktu centrifuge yang tepat dapat memadatkan eritrosit secara maksimal. Semakin tinggi kecepatan dan semakin lama waktu centrifuge maka semakin cepat terjadinya pengendapan eritrosit, semakin rendah kecepatan centrifuge dan semakin lambat waktu centrifuge maka semakin lambat terjadi pengendapan centrifuge. Pemakaian microcentrifuge dalam waktu yang lama mengakibatkan alat menjadi panas sehingga dapat menghasilkan hemolisis dan nilai

hematokrit menjadi rendah palsu.

2. Antikoagulan
3. Pembacaan yang tidak tepat
4. Bahan pemeriksaan tidak dicampur hingga homogen sebelum pemeriksaan dilakukan.
5. Tabung hematokrit tidak bersih dan kering.
6. Suhu dan waktu penyimpanan sampel

Bahan pemeriksaan sebaiknya segera diperiksa, jika dilakukan penundaan pemeriksaan sebaiknya sampel disimpan pada 4 derajat celsius selama 24 jam memberikan nilai hematokrit yang lebih tinggi.

7. Masalah Klinis Hematorit

Apabila terdapat masalah klinis, hematokrit bisa meningkat atau menurun. Masalah klinis yang bisa mengakibatkan hematokrit abnormal antara lain:

a. Peningkatan Nilai

Hematokrit yang meningkat dapat diakibatkan oleh beberapa hal seperti, dehidrasi/ hipovolemia, polisitemia, diare berat, asidosis diabetik, eritrosis, emfisema paru stadium lanjut, iskemia serebrum sementara, eklampsia, luka bakar, dan pembedahan.

b. Penurunan Nilai

Hematokrit menurun dapat diakibatkan oleh perubahan bentuk dan jumlah sel darah merah, seperti misalnya karena anemia (hemolitik, anemia sel sabit, aplastik, defisiensi asam folat, sideroblastik,), kehilangan darah akut, malnutrisi protein, sirosis hati, defisiensi protein, defisiensi vitamin, kehamilan, dan gagal ginjal kronis (Nadzifah, 2020)

8. Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Hematokrit pada Pasien Tuberkulosis Paru

a. Jenis Kelamin

Jenis kelamin merupakan faktor penting yang perlu diperhatikan dalam mempelajari suatu masalah kesehatan, karena dapat memengaruhi hasil yang diperoleh. Penelitian yang dilakukan oleh Dotulong (2015) menunjukkan bahwa laki-laki memiliki risiko lebih tinggi untuk menderita tuberkulosis paru dibandingkan perempuan. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Alomar

(2014) melaporkan bahwa perempuan lebih sering mengalami efek samping pengobatan dibandingkan laki-laki.

b. Lama Pengobatan

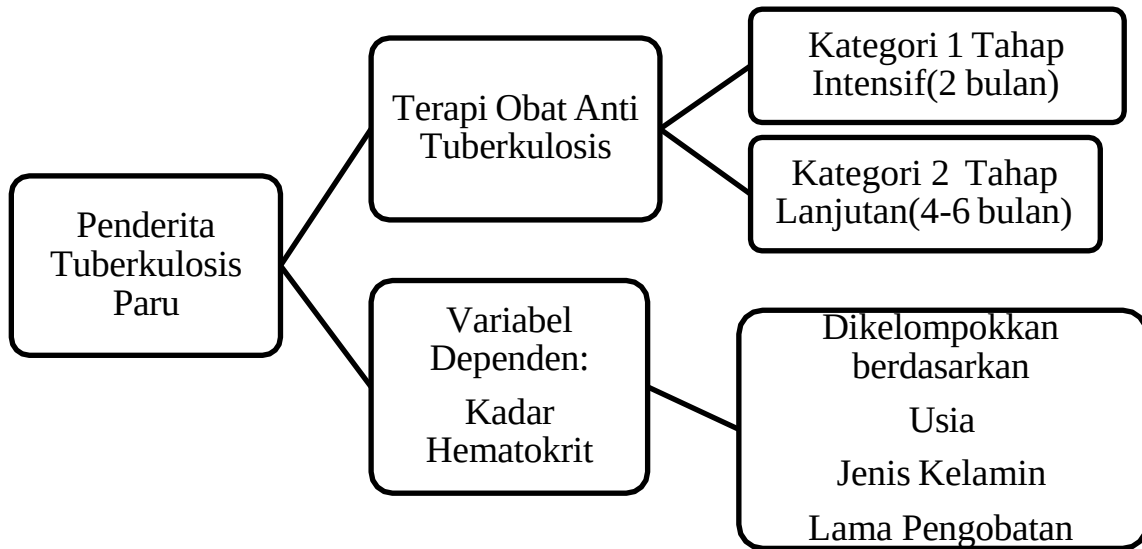
Berdasarkan penelitian Auliya (2021) saat pengobatan tuberkulosis tahap awal (≤ 2 bulan) akan membuat penurunan nilai hematokrit. Dilanjutkan dengan penelitian Thuraidah, dkk (2024) yang melaporkan bahwa efek samping OAT di bulan kelima sampai enam sudah mulai menurun serta terdapat peningkatan pada nilai hematokrit. Hal ini terjadi karena frekuensi minum obat dibulan kelima sampai keenam tidak sesering dibulan pertama sampai keempat(Thuraidah et al., 2017)

c. Kategori Obat

Menurut pedoman Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2017), pengobatan pasien tuberkulosis lini pertama dibagi menjadi dua kategori. Kategori I diberikan untuk pasien baru dengan regimen 2(HRZE)/4(HR), yaitu pengobatan selama enam bulan yang terdiri atas dua bulan fase awal dan empat bulan fase lanjutan. Kategori II diberikan untuk pasien dengan riwayat pengobatan sebelumnya (pengobatan ulang) dengan regimen 2(HRZE)S/(HRZE)/5(HR)E, yaitu selama delapan bulan yang mencakup tiga bulan fase awal dan lima bulan fase lanjutan.

Penelitian yang dilakukan oleh Thuraidah et al. (2017) menunjukkan bahwa pada bulan kelima dan keenam efek samping OAT mulai berkurang, sementara penelitian Auliya (2012) menemukan penurunan kadar hematokrit pada bulan kedua pengobatan. Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa fase awal pengobatan (kategori I) berisiko menurunkan kadar hematokrit, sedangkan pada fase lanjutan (kategori II) kadar hematokrit cenderung meningkat seiring menurunnya efek samping obat dan membaiknya kondisi pasien

C. Kerangka Teori



Gambar 3.1