

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tuberkulosis

2.1.1. Definisi Tuberkulosis

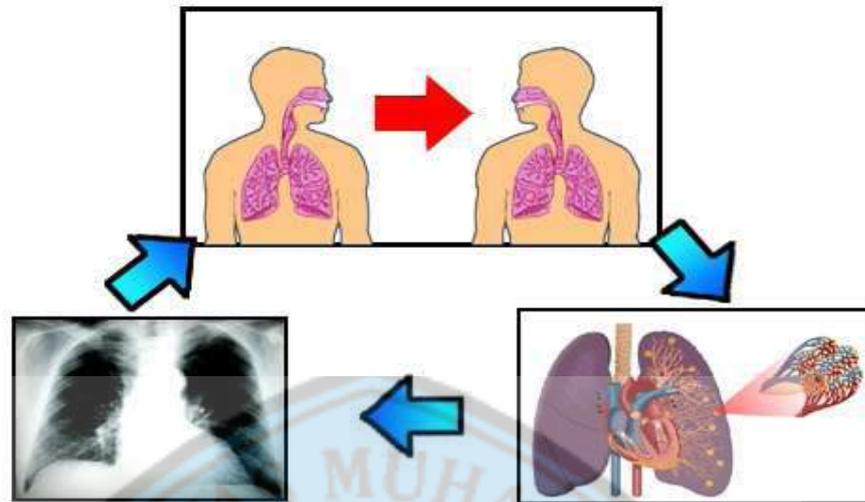
Tuberkulosis adalah penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis* yang menyerang paru-paru atau organ tubuh lainnya dan menular melalui udara. Dengan Upaya penanggulangan tuberkulosis mengacu pada strategi DOTS. Proses pengobatan tuberkulosis menjalani waktu yang cukup lama yaitu berkisar 2-6 bulan pengobatan. Obat-obatan yang digunakan adalah obat anti tuberkulosis (OAT) yang diberikan beberapa tahap, saat dikonsumsi penderita TB, pasien banyak mengalami penurunan metabolismenya, dengan keadaan pasien ketergangguan asupan nafsu makan kemudian berpengaruh pada kadar hemoglobin menurun disertai dengan kadar LED tinggi. Metabolisme tubuh pasien tersebut yang membuat pasien banyak mengalami lemas, pengobatan OAT ini memang bertahap dari penyesuaian sampai penyembuhan serta harus didukung dengan nutrisi gizi yg cukup, dengan penyesuaian metabolisme tubuh pasien saat mengonsumsi OAT.

Penyebab penyakit tuberkulosis adalah bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri tersebut mempunyai ukuran 0,5-4 mikron x 0,3-0,6 mikron dengan bentuk batang tipis, lurus atau agak bengkok, berglanula atau tidak memiliki selubung, tetapi mempunyai lapisan luar tebal yang terdiri dari lipoid. Bakteri ini biasa bertahan terhadap pencucian warna dengan asam dan alkohol, sehingga disebut dengan basil tahan asam (BTA)

bertahan juga dalam keadaan kering dan dingin. Bakteri tuberkulosis mati pada pemanasan 100°C selama 5-10 menit atau pada pemanasan 60°C selama 30 menit (Depkes RI, 2013 ; Widoyono , 2011).

2.1.2. Cara Penularan

Penyakit tuberkulosis yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis* ditularkan melalui udara (*droplet nuclei*) saat seorang pasien tuberkulosis batuk dan percikan ludah yang mengandung bakteri tersebut terhirup oleh orang lain saat bernafas. Bila penderita batuk, bersin, atau berbicara saat berhadapan dengan orang lain, basil tuberkulosis tersembur dan terhisap kedalam paru orang sehat. Setelah bakteri tuberkulosis masuk kedalam tubuh manusia melalui pernafasan, bakteri tuberkulosis tersebut dapat menyebar dari paru kebagian tubuh lainnya, melalui sistem peredaran darah, sistem saluran limfe, saluran nafas, atau penyebaran langsung ke bagian – bagian tubuh lainnya. Sumber penularan adalah penderita tuberkulosis BTA positif. Makin tinggi derajat positif hasil pemeriksaan dahak, makin menular penderita tersebut. Bila hasil negatif, maka penderita tersebut dianggap tidak menular (Depkes RI, 2013; Widoyono, 2008).



Gambar.2.1.Cara Penularan Tuberkulosis

Sumber : (Widoyono , 2008)

2.1.3. Gejala Tuberkulosis

Megetahui tentang penderita tuberkulosis dengan baik harus dikenali tanda dan gejalanya. Seseorang ditetapkan sebagai tersangka penderita tuberkulosis paru apabila ditemukan gejala klinis utama pada dirinya.

Gejala utama pada tersangka tuberkulosis adalah batuk berdahak lebih dari tiga minggu, batuk berdarah, sesak nafas, nyeri dada, berkeringat pada malam hari, penurunan berat badan.

2.1.4. Diagnosa Tuberkulosis

Diagnosa tuberkulosis dapat ditegakan berdasarkan gejala klinis, pemeriksaan bakteriologi, radiologi dan pemeriksaan penunjang lainnya.

a. Gejala klinis

a) Gejala respiratorik

Yaitu gejala apabila organ yang terkenanya adalah paru, meliputi :
batuk lebih dari 2 minggu, batuk darah, sesak nafas, nyeri dada.

b) Gejala sistemik

Meliputi : demam, malaise, keringat malam, berat badan menurun.

b. Pemeriksaan bakteriologi

a) Bahan pemeriksaan

Bahan untuk pemeriksaan bakteriologi ini dapat berasal dari dahak, cairan pleura, *liquor cerebrospinal*, bilasan bronkus dan bilasan lambung.

b) Cara pengumpulan dan pengiriman spesimen

Pada waktu penegakan diagnosis (SPS dahak pasien pada pertama kali datang) Sewaktu (A), Pagi (B), Sewaktu (C).

Kemudian dilakukan pemeriksaan *Follow up* akhir fase intensif (akhir minggu ke lima / masa intensif pengobatan. Dan selanjutnya *Follow up* bila 1 bulan sebelum akhir pengobatan dan *Follow up* akhir pengobatan (dahak pasien pada akhir masa pengobatan)

c. Cara pemeriksaan dahak secara mikroskopis

Mikroskopis biasa : dengan pewarnaan ziehl – Nielsen Cara pewarnaanya adalah;

Prinsip : Dinding bakteri yang tahan asam mempunyai lapisan lemak yang sukar ditembus oleh pewarna, dengan pengaruh fenol dan pemanasan maka lapisan lemak itu dapat ditembus pewarna Karbol fuchsin.

Prosedur Pewarnaan :

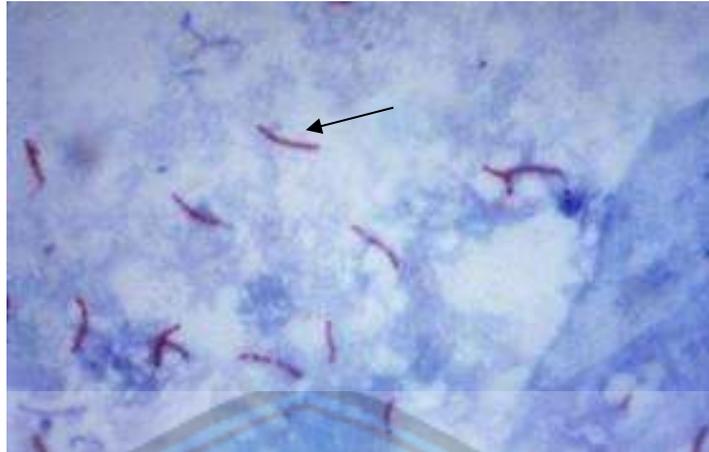
- a) Dibuat sediaan dengan cara coiling ukuran 2x3 cm
 - b) Lalu sediaan dilewatkan 3x melalui api spirtus
 - c) Sediaan digenangi dengan Karbol fuchsin
 - d) Bagian bawah sediaan dipanasi dengan menggunakan api spirtus sampai keluar uap (jangan sampai mendidih)
 - e) Diamkan selama 5 menit.
 - f) Sediaan dibilas dengan air yang mengalir secara hati-hati.
 - g) Sediaan dimiringkan dengan kayu atau penjepit untuk membuang air.
 - h) Sediaan digenangi dengan asam alkohol sampai tidak tampak warna merah Karbol fuchsin.
 - i) Digenangi dengan Methylene Blue selama 10-20 detik
 - j) Sediaan dibilas dengan air yang mengalir, keringkan pada rak pengering.
- d. Interpretasi hasil Interpretasi hasil pemeriksaan dahak dari 3 kali pemeriksaan ialah bila :

Tabel 2.1. Interpretasi hasil pemeriksaan BTA

Hasil Pemeriksaan Mikroskopis	Hasil
Tidak ditemukan BTA dalam 100 Lapang Pandang	Negatif
ditemukan 1-9 BTA dalam 100 Lapang Pandang	Ditulis jumlah kuman yang ditemukan
Ditemukan 10-99 BTA dalam 100 Lapang Pandang	+(+1)
Ditemukan 1-10 BTA dalam 1 Lapang Pandang	++(+2)
Ditemukan >10 BTA dalam 1 Lapang Pandang	+++(+3)

Sumber : Perhimpunan Dokter Paru Indonesia (2006)

- a) 1 kali positif atau 2 kali positif dan 1 kali negatif maka dinyatakan BTA positif.
- b) 1 kali positif, 2 kali negatif ulang kembali BTA 3 kali, kemudian bila 1 kali positif, 2 kali negatif maka dinyatakan BTA positif.
- c) Bila 3 kali negatif maka dinyatakan BTA negatif .
- d) Interpretasi pemeriksaan mikroskopis dibaca dengan skala IUATLD (*international union against tuberculosis and lung disease*) rekomendasi WHO.
- e) Tidak ditemukan BTA dalam 100 lapang pandang, disebut negatif.
Ditemukan 1-9 BTA dalam 100 lapang pandang, ditulis dalam jumlah kuman yang ditemukan
- f) Ditemukan 10-99 BTA dalam 100 lapang pandang disebut + (positif +)
- g) Ditemukan 1- 10 BTA dalam satu lapang pandang disebut ++ (positif ++)
- h) Ditemukan >10 BTA dalam satu lapang pandang, disebut +++ (positif +++)



**Gambar.2.2.Hasil Pemeriksaan BTA positif pewarnaan Ziehl – Nielsen
pada pembesaran 100x**

Sumber: (Chusnul Zhuhri, 2012)

Keterangan : yang diberi tanda → Bakteri Tahan Asam Positif

- e. Pemeriksaan radiologi Pemeriksaan standar adalah dengan photo toraks PA (Perhimpunan Dokter Paru Indonesia, 2006).

2.1.5. Klasifikasi penyakit

- a. Tuberkulosis paru Tuberkulosis paru adalah tuberkulosis yang menyerang jaringan paru, tidak termasuk pleura (selaput paru).
- b. Tuberkulosis ekstra paru Tuberkulosis ekstra paru adalah tuberkulosis yang menyerang organ tubuh selain paru. Contohnya pleura, selaput otak, selaput jantung (*pericardium*), tulang, persendian, kulit, usus, ginjal, saluran kencing, alat kelamin (Depkes RI, 2013).

2.1.6. Pengobatan tuberkulosis

Pengobatan tuberkulosis paru menggunakan obat antituberkulosis (OAT) dengan metode *directly observed treatment shortcourse* (DOTS).

- a. Kategori I untuk pasien TBC baru.
- b. Kategori II untuk pasien ulangan (pasien yang pengobatan kategori I nya gagal atau pasien yang kambuh).
- c. Kategori III untuk pasien baru dengan BTA (-), Rontgen (+).
- d. Sisipan digunakan sebagai tambahan bila pada pemeriksaan akhir tahap insentif dari pengobatan dengan kategori I atau kategori II ditemukan BTA(+).

Setiap kategori memiliki dua fase, yaitu fase awal/intensif dan fase lanjutan/intermiten. Pengobatan tuberkulosis diberikan dalam beberapa tahap, yaitu :

- a) Tahap intensif Tahap ini penderita mendapatkan obat setiap hari dan diawasi langsung untuk mencegah terjadinya kekebalan terhadap obat anti tuberkulosis (OAT), biasanya penderita menular menjadi tidak menular selama menjalani pengobatan 2 bulan. Sebagian penderita BTA positif menjadi BTA negatif pada akhir pengobatan intensif.
- b) Tahap lanjutan Pada tahap lanjutan penderita mendapat jenis obat yang sedikit namun dalam jangka waktu yang lebih lama yaitu selama 4 – 6 bulan. Tahap lanjutan sangat penting karena untuk mencegah kekambuhan.
 - (a) Tahap pemulaan diberikan setiap hari selama 2 bulan :
 1. INH : 300 mg – 1 tablet
 2. Rifampisin : 450 mg – 1 kaplet
 3. Pirazinamid : 1500 mg- 3 kaplet
 4. Etambutol : 750 mg – 3 kaplet

(b) Tahap lanjutan diberikan tiga kali dalam seminggu selama 4 bulan :

1. INH : 600 mg -2 tablet
2. Rifampisin : 450 mg – 1 kaplet. (Panduan Buku paket OAT)

2.1.7. Jenis Obat Anti Tuberkulosis

Beberapa jenis OAT adalah sebagai berikut:

a. Isoniazid

Dikenal dengan nama INH, bersifat bakterisid, dapat membunuh 90% populasi kuman dalam beberapa hari pengobatan. Obat ini sangat efektif terhadap bakteri yang sedang berkembang.

b. Rifampisin

Bersifat bakterisid yang dapat membunuh bakteri yang tidak dapat dibunuh oleh isoniazid.

c. Pirazinamid

Bersifat bakterisid, dapat membunuh bakteri yang berada dalam sel dengan suasana asam.

d. Etambutol

Obat ini tetap menekan pertumbuhan bakteri tuberkulosis yang telah resisten terhadap isoniazid (Depkes RI, 2013).

2.1.8. Efek Samping

Kemungkinan terjadinya efek samping saat pengobatan :

a. INH (Isoniasid)

Efek samping berat adalah hepatitis, sedangkan efek samping ringan adalah tanda keracunan pada saraf tepi, kesemutan, nyeri otot, gatal-gatal

dan anemia siderobastik sekunder karena gangguan metabolisme vitamin B6.

b. Rifampisin

Efek samping yang berat adalah hepatitis, sesak nafas, anemia yang akut dan gagal ginjal, sedangkan efek samping yang ringan adalah gatal-gatal, flu berupa demam, nyeri tulang, mual dan muntah dan anemia hemolitik.

c. Pirazinamid

Efek samping utama adalah hepatitis dan dapat menyebabkan nyeri sendi, efek samping ringannya adalah demam, mual, reaksi kulit, dan anemia siderobastik sekunder karena gangguan metabolisme vitamin B6.

d. Etambutol

Dapat menyebabkan gangguan penglihatan, buta warna untuk warna merah dan hijau. (Depkes RI, 2013 ; Widoyono, 2008).

2.2. Darah

2.2.1. Definisi Darah

Darah adalah jaringan tubuh yang berbeda dengan jaringan tubuh lainnya, berada dalam konsentrasi cair, beredar dalam suatu sistem tertutup yang dinamakan sebagai pembuluh darah dan menjalankan fungsi transport berbagai bahan serta fungsi homeostasis. Sifat fisikoma darah yaitu berwarna merah dan kental, membedakan darah dari cairan tubuh lainnya. Kekentalan ini disebabkan oleh banyaknya senyawa dengan berbagai macam molekul, dari yang kecil sampai yang besar seperti protein, yang terlarut didalam darah.

Warna merah, yang member cirri yang khas bagi darah, disebabkan oleh adanya senyawa yang berwarna merah dalam sel – sel darah merah (SDM) yang tersuspensi dalam darah. Darah mempunyai massa jenis dan kekentalan. Massa jenis darah adalah antara 1,054 – 1,060 dan viskositas darah antara 4,5 kali viskositas air (Kiswari, 2014).

2.2.2. Fungsi Darah

Adapun fungsi darah adalah sebagai berikut :

- a. Alat transport makan, yang diserap dari saluran cerna dan diedarkan ke seluruh tubuh.
- b. Alat transport O₂, yang diambil dari paru-paru untuk dibawa keseluruh tubuh.
- c. Alat transportasi bahan buangan dari jaringan ke alat-alat ekskresi seperti paru-paru gas. Ginjal dan kulit (bahan terlarut dalam air) dan hati untuk diteruskan ke empedu dan saluran cerna sebagai tinja (untuk bahan yang sukar larut dalam air).
- d. Mempertahankan suhu tubuh, mengatur keseimbangan distribusi air, mempertahankan asam dan basa didalam tubuh (Kiswari, 2014).

2.2.3. Sel – sel Darah

- a. Sel eritrosit

Sel – sel bulat yang tidak berinti dan berwarna merah kebiruan homogen, jumlahnya sangat banyak diseluruh lapang pandang. Sel eritrosit yang memberi warna merah kepada darah. Fungsi utama eritrosit adalah untuk pertukaran gas. Eritrosit membawa oksigen ke paruparu menuju ke

jaringan tubuh dan membawa karbondioksida dari jaringan tubuh ke paru (Kiswari, 2014).

b. Sel leukosit

Sel – sel yang berinti, dengan bentuk inti dan ukuran sitoplasma bermacam – macam, yang dapat di temukan di lapang pandang. Sel-sel ini tidak memberikan warna merah kepada darah, sel-sel ini dinamai sebagai sel darah putih atau leukosit. Fungsi leukosit ini lebih banyak dilakukan didalam jaringan. selama berada didalam darah, leuosit hanya bersifat sementara mengikuti aliran darah tubuh. Apabila terjadi peradangan leukosit akan ber imigrasi ke jaringan yang mengalami peradangan (Kiswari, 2014).

c. Sel trombosit

Sel darah yang berperan penting dalam hemostasis. sebagian besar berperan dalam merangsang mulainya proses pembekuan darah. Terombosit menempel pada lapisan endotel pembuluh darah yang robek atau luka. Tidak memiliki inti sel, berukuran 1-4 mikron sitoplasmanya berwarna biru dengan granula ungu kemerahan (Kiswari, 2014).

2.2.4. Eritropoesis

Eritropoesis adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan proses produksi eritrosit. Proses tersebut merupakan proses diferensiasi dari sel induk hematopoetik menjadi eritrosit yang matang (Kiswari, 2014), Eritropoesis total dan jumlah eritropoesis yang efektif dalam menghasilkan sel darah merah yang bersirkulasi dapat dinilai dengan memeriksa sumsum tulang, kadar hemoglobin dan hitung retikulosit (Hoffbrand, 2013).

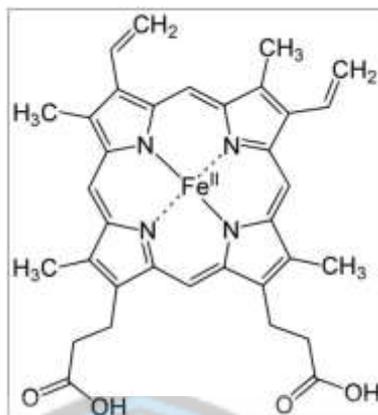
2.3. Hemoglobin

Hemoglobin merupakan zat protein yang terdapat dalam sel darah merah (eritrosit) yang memberi warna merah pada darah dan merupakan pengangkut oksigen utama dalam tubuh.

Fase pengobatan TB yaitu selama fase intensif selama 2 bulan dan fase lanjutan selama 6 bulan banyak pasien tuberkulosis yang masih mengalami keluhan saat pengobatan. Hal ini memungkinkan terjadinya kelainan hematologis diantaranya adalah anemia, trombositosis, trombositopenia, leukositosis, leukopenia dan eosinofilia, sering penderita mengalami nafsu makan berkurang. Pada eritrosit menurun disebabkan anemia sideroblastik sekunder karena gangguan metabolisme B6, dan disebabkan defisiensi karena peningkatan pemakaian folat sehingga hemoglobin menurun. Trombosit menurun disebabkan karena mekanisme imunologis, dan koagulasi intravaskuler diseminata.

2.3.1. Struktur Hemoglobin

Hemoglobin terdiri dari 2 bagian utama, yaitu Hem dan globin. Setiap molekul hemoglobin memiliki 4 gugus hem identik yang melekat pada 4 rantai globin. Keempat rantai globin itu merupakan rangkaian polipeptida yang terdiri dari atas 2 buah rantai alfa (α) dan 2 buah rantai beta (β). Selain itu, hemoglobin juga memiliki 4 molekul nitrogen protoporphyrin IX, dan 4 atom besi dalam bentuk ferro (Fe^{2+}) yang berpasangan dengan protoporphyrin IX untuk membentuk 4 molekul hem. Hem disintesis di mitokondria eritrosit sedangkan globin disintesis di sel muda eritrosit.



Gambar.2.3. Struktur Hemoglobin

(Sumber: Riswanto, 2013)

2.3.2. Fungsi Hemoglobin

Hemoglobin berfungsi sebagai pembawa oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2) dalam jaringan-jaringan tubuh dengan cara mengambil oksigen dari paru-paru untuk dibawa keseluruh tubuh, kemudian mengambil karbon dioksida dari jaringan sebagai hasil metabolisme untuk dibawa ke paru-paru untuk dibuang. Jika jumlah hemoglobin berkurang, tentu fungsi tersebut terganggu, dan berfungsi untuk Menjaga darah pada pH seimbang.

2.3.3. Sintesis Hemoglobin

Sintesis hemoglobin meliputi sintesis hem dan globin. Bagian hem pada hemoglobin terdiri dari sebuah struktur cincin profirin. Bagian globin adalah suatu protein yang terdiri dari dua pasang rantai asam amino. sintesis heme terutama terjadi di mitokondria melalui suatu rangkaian reaksi biokimia yang dimulai dari kondensasi glisin dan suksinil koenzim A dalam pengaruh kerja enzim asam aminolevulinat (ALA). Pada akhirnya protoporfirin bergabung dengan besi dalam bentuk ferro untuk membentuk heme. Setiap molekul heme

bergabung dengan satu rantai globin. Suatu tetramer yang terdiri dari empat rantai globin masing-masing dengan gugus heme dalam satu kantong kemudian dibentuk untuk menjadikan satu molekul hemoglobin.

2.3.4. Nilai Rujukan Kadar Hemoglobin

Tabel. 2.2. Nilai Rujukan Hemoglobin

No	Kategori	Nilai Rujukan
1	Laki – laki	13,4 - 17,6 g/dL
2	Perempuan	12,0 – 15,4 g/dL

Sumber : (Riswanto, 2013)

2.3.5. Penyebab Penurunan Kadar Hemoglobin

- a. Gangguan pembentukan eritrosit
 - a) Penyakit defisiensi : anemia defisiensi besi, anemia sideroblastik, anemia megaloblastik, anemia persiosa, anemia pada penyakit kronis (kanker, penyakit ginjal, sirosis hati dsb).
 - b) Gangguan fungsi sumsum tulang dalam memproduksi eritrosit, seperti : sindrom myelodisplastik, anemia aplastik, leukemia.
- b. Kehilangan eritrosit yang berlebihan
 - a) Kehilangan darah akut atau kronis (menahun)
 - b) Peningkatan dekstruksi eritrosit (hemolisis)
 - c) Hemodilusi (pengenceran darah), misalnya pada kehamilan
 - d) Pengaruh obat-obatan, seperti antibiotik, aspirin, primakuin

(Riswanto, 2013).

2.3.6. Pemeriksaan Hemoglobin

Hemoglobin adalah pigmen berwarna merah yang dapat diukur kadarnya menggunakan beberapa metode pengukuran, yaitu :

a. Metode kuprisulfat (*banging faling drop*)

Cara ini bersifat kualitatif berdasarkan berat jenis darah dan biasanya digunakan sebagai tehnik penapisan untuk menentukan apakah seseorang telah mendonorkan darahnya, sehingga tidak perlu diketahui kadar Hb dengan tepat.

b. Metode sahli

Metode ini membandingkan warna hematin asam (hemoglobin yang dilarutkan dalam HCl 0,1 N dengan warna standar yang terdapat pada alat hemoglobinometer.

c. Metode fotometrik – *sianmethemoglobin*

Metode sianmethemoglobin (Hemoglobin sianida) adalah metode yang paling luas digunakan karena reagen dan instrument dapat dengan mudah dikontrol terhadap standar yang stabil dan handal (Riswanto, 2013).

d. *Hematology Analyzer*

Hematology analyzer adalah perangkat yang digunakan untuk melakukan pengukuran komponen-komponen yang ada didalam darah. Alat ini merupakan instrumen utama yang digunakan dilaboratorium klinik. Alat ini digunakan di laboratorium pratama (setingkat puskesmas) hingga laboratorium utama atau laboratorium rujukan.

2.3.7. Kesalahan dalam pemeriksaan Hb, diantaranya:

- a. Hemolisis darah.
- b. Obat dapat meningkatkan dan menurunkan kadar hemoglobin.
- c. Mengambil darah dari lengan yang terpasang cairan invus dapat mengencerkan sampel darah.
- d. Membiarkan tourniket terpasang terlebih dahulu lebih dari satu menit akan menyebabkan hemokonsentrasi.
- e. Tinggal di daratan tinggi dapat menyebabkan peningkatan kadar hemoglobin.
- f. Penurunan asupan cairan atau kehilangan cairan akan meningkatkan kadar Hb dan kelebihan asupan cairan akan mengurangi kadar Hb (Kee, 2007).

2.3.8. Hal-hal yang dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan hemoglobin, antara lain :

- a. Reagen

Reagen adalah bahan pereaksi yang harus selalu baik kualitasnya mulai dari saat penerimaan, semua reagen yang dibeli harus diperhatikan nomor lisensi kadaluarsanya, keutuhan wadah atau botol atau cara transportasinya.

- b. Metode

Laboratorium yang baik adalah laboratorium yang mengikuti perkembangan metode pemeriksaan dengan pertimbangan kemampuan laboratorium tersebut dan biaya pemeriksaannya. Petugas laboratorium harus senantiasa bekerja dan mengacu pada metode yang digunakan.

c. Bahan pemeriksaan

Bahan pemeriksaan meliputi: cara pengambilan specimen, pengiriman spesimen, penyimpanan spesimen, dan persiapan sampel.

d. Lingkungan

Dalam hal ini dapat berupa keadaan ruang kerja, cahaya, suhu kamar, kebisingan, luas dan tata ruang.

e. Tenaga laboratorium

Dalam hal ini yang diharapkan adalah petugas laboratorium harus menguasai alat dan teknik dibidang laboratorium.

f. Sampel

Kekeruhan dalam suatu sampel darah dapat mengganggu dalam fotokolorimeter dan menghasilkan absorbansi dan kadar Hb yang lebih tinggi dari yang sebenarnya. Kekeruhan semacam ini dapat disebabkan antara lain oleh leukositosis, lipemia, dan adanya globulin abnormal seperti pada macro iobulinemia.

Sebelum melakukan suatu pemeriksaan maka perlu memperhatikan kesalahan-kesalahan yang mungkin biasa terjadi seperti dibawah ini :

- a. Mengambil darah dari tempat yang menyatakan adanya gangguan peredaran seperti pucat.
- b. Tusukan kurang dalam sehingga darah harus diperas-peras keluar.
- c. Kulit yang ditusuk masih basah dengan alkohol.
- d. Tetesan darah pertama dipakai untuk pemeriksaan.

- e. Terjadi bekuan dalam tetesan darah karena terlalu lambat bekerja.
- f. Sumber kesalahan dalam memperoleh darah.
- g. Menggunakan jarum yang basah.
- h. Mengenakan ikatan pembendung terlalu lama atau terlalu keras.
- i. Terjadi bekuan dalam semprit karena lambatnya bekerja. Terjadi bekuan dalam botol oxalate karena tidak dicampur semestinya dengan oxalate kering atau antikoagulan (Gandasoebrata, 2010).

2.4. Laju Endap Darah (LED)

2.4.1. Pengertian Laju Endap Darah

Pada eritrosit menurun disebabkan anemi sideroblastik sekunder karena gangguan metabolisme B6, dan disebabkan defisiensi karena anoreksia atau peningkatan pemakaian folat sehingga hemoglobin menurun. Trombosit menurun disebabkan karena mekanisme imunologis, dan koagulasi intravaskuler diseminata. Nilai Laju Endap Darah (LED) meningkat karena pengaruh dari kondisi ketidaknormalan sel darah merah, anemiadan pengaruh usia tua. (Amaliya, 2003 ; Widoyono, 2008)

Laju Endap Darah (LED), dalam bahasa Inggris disebut *Erythrocyte Sedimentation Rate (ESR) atau Blood Sedimentation Rate (BSR)* adalah pemeriksaan untuk menentukan kecepatan eritrosit mengendap dalam darah yang tidak membeku (darah berisi antikoagulan) pada suatu tabung vertikal dalam waktu tertentu. LED pada umumnya digunakan untuk mendeteksi atau memantau adanya kerusakan jaringan, inflamasi dan menunjukkan adanya

penyakit (bukan tingkat keparahan) baik akut maupun kronis, sehingga pemeriksaan LED bersifat tidak spesifik tetapi beberapa dokter masih menggunakan pemeriksaan LED untuk membuat perhitungan kasar mengenai proses penyakit sebagai pemeriksaan *skinning* (penyaring) dan memantau berbagai macam penyakit infeksi, autoimun, keganasan dan berbagai penyakit yang berdampak pada protein plasma (Nugraha, 2015).

LED atau juga biasa disebut *Erythrocyte Sedimentation Rate* (ESR) adalah ukuran kecepatan endap eritrosit, menggambarkan komposisi plasma serta perbandingan eritrosit dan plasma. LED dipengaruhi oleh berat sel darah dan luas permukaan sel serta gravitasi bumi (Kemenkes, 2011).

2.4.2. Faktor-faktor yang mempengaruhi Laju Endap Darah

- a. Faktor Eritrosit
 - a) Jumlah eritrosit kurang dari normal.
 - b) Ukuran eritrosit yang lebih besar dari ukuran normal, sehingga lebih mudah atau cepat membentuk *rouleaux*.
- b. Faktor Plasma
 - a) Peningkatan kadar fibrinogen dalam darah akan mempercepat pembentukan *rouleaux*.
 - b) Peningkatan jumlah leukosit (sel darah putih) biasanya terjadi pada proses infeksi akut maupun kronis.
- c. Faktor Teknik Pemeriksaan
 - a) Tabung pemeriksaan digoyang atau bergetar akan mempercepat pengendapan.

- b) Suhu saat pemeriksaan lebih tinggi dari suhu ideal ($>20^{\circ}\text{C}$) akan mempercepat pengendapan.

Pemeriksaan LED sering dilakukan untuk membantu menetapkan adanya TB dan mengevaluasi hasil pengobatan atau proses penyembuhan selama dan setelah pengobatan. Pemeriksaan LED dilakukan dengan mengukur kecepatan mengendap sel darah dalam pipet khusus (pipet westergren), pada orang normal nilai LED dibawah 20 mm/jam. Pada penderita TB nilai LED biasanya meningkat, pada proses penyembuhan nilai LED akan turun. Penilaian hasil LED harus hati-hati, karena hasil LED juga dapat meningkat pada penyakit infeksi bukan TBC (*Labbiomed-Tuberculosis*, 2015).

2.4.3. Proses pengendapan darah

Darah dengan antikoagulan dalam tabung LED yang dibiarkan tegak lurus dalam waktu tertentu akan mengalami pemisahan sehingga menjadi dua lapisan, lapisan atas berupa plasma dan lapisan bawah berupa eritrosit. Pemisahan tersebut ditentukan oleh masa jenis eritrosit yang dipengaruhi oleh komposisi plasma. Proses pengendapan darah tersebut terjadi dalam tiga tahap:

- a. Tahap pertama pembentukan rouleaux, sel-sel eritrosit mengalami agregasi dan membentuk tumpukan dengan kecepatan pengendapan darah lambat yang berlangsung dalam waktu 10 menit.
- b. Tahap kedua proses sedimentasi, eritrosit akan mengalami pengendapan lebih cepat dan konstan yang berlangsung selama 40 menit, kecepatan sedimentasi tergantung pada tahap agregasi, semakin besar pembentukan rouleaux maka semakin tinggi kecepatan sedimentasi.

- c. Tahap ketiga adalah tahap pemadatan, eritrosit yang mengendap akan mengisi celah-celah atau ruang kosong pada tumpukan eritrosit lain di bawah tabung hingga eritrosit benar-benar memadat dan terakumulasi, tahap ini berlangsung selama 10 menit dengan kecepatan lambat.

2.4.4. Nilai normal LED

Nilai normal untuk Bayi baru lahir, anak-anak, dan dewasa berbeda-beda, diantaranya:

- a. Bayi Baru Lahir : 0 – 2 mm/jam
- b. Anak : 0 – 10 mm/jam
- c. Orang dewasa Metode Westergreen :
 - a) Pria dewasa <50 thn : 0 – 15 mm/jam
 - b) Pria dewasa >50 thn : 0 – 20 mm/jam
 - c) Wanita dewasa <50 thn : 0 – 20 mm/jam
 - d) Wanita dewasa >50 thn : 0 – 30 mm/jam
- d. Orang dewasa Metode Wintrobe :
 - a) Pria dewasa <50 thn : 0 – 9 mm/jam
 - b) Pria dewasa >50 thn : 0 – 9 mm/jam
 - c) Wanita dewasa <50 thn : 0 – 15 mm/jam
 - d) Wanita dewasa >50 thn : 0 – 15 mm/jam

(Nugraha, 2015)

2.4.5. Metode pemeriksaan LED

a. Metode Westergreen

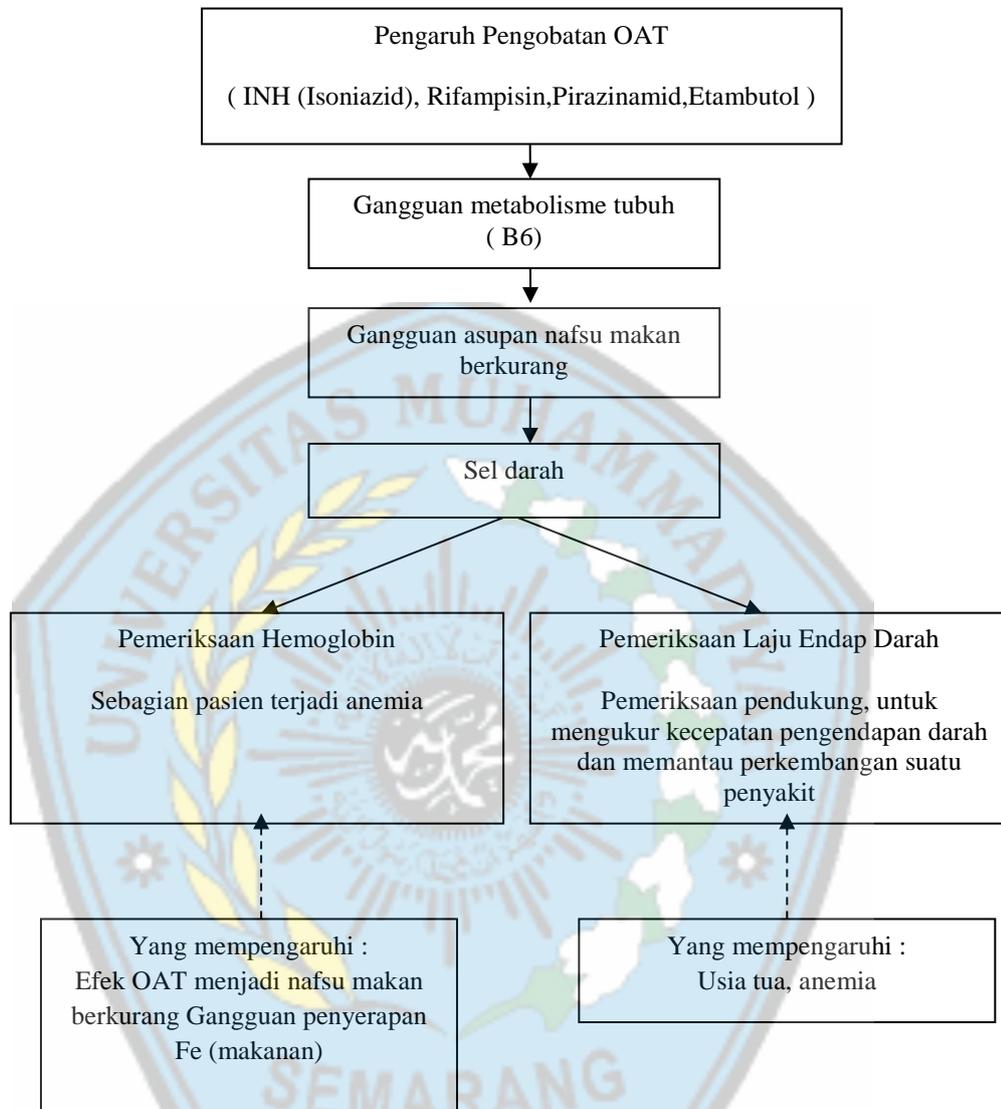
Tabung Westergreen memiliki panjang kurang lebih 300 mm dengan diameter dalam tabung kurang lebih 2,6 mm dengan kedua ujung tabung berlubang dan memiliki skala 0-200 mm dengan interval skala 0,2 mm.

b. Metode Wintrobe

Tabung wintrobe memiliki bentuk hampir sama dengan tabung sahli dengan panjang kurang lebih 110 mm dan diameter 2,5 mm dan berskala 0-10 mm dengan Ninterval skala 1 mm (Nugraha, 2015).



KERANGKA TEORI

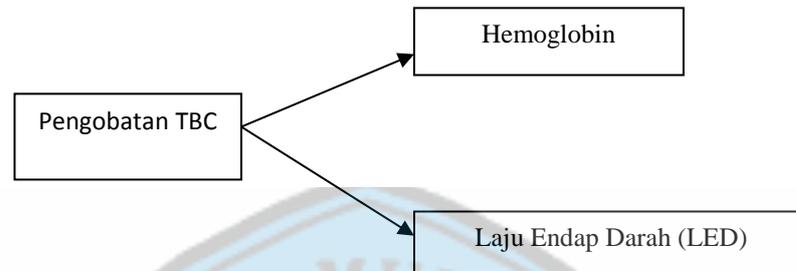


Gambar 2.4. Kerangka Teori

Keterangan:

—————> = Yang akan diteliti

- - - - -> = Tidak akan diteliti

KERANGKA KONSEP**Gambar 2.5. Kerangka Konsep**

Keterangan:

→ = yang akan diteliti

Hipotesis : Ada hubungan antara kadar hemoglobin dengan Laju Endap Darah pada penderita TBC yang menjalani pengobatan pada bulan ke 2 dan bulan ke 5 di Puskesmas Bogorejo, Blora.