

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Tuberkulosis Paru

Tuberkulosis (TB, TBC) paru adalah penyakit menular yang disebabkan *Mycobacterium tuberculosis* (Fajar Bakti, 2018). MTB terkadang disebut sebagai *tubercle bacillus*. MTB merupakan organisme *obligate aerobe* yang berarti membutuhkan oksigen untuk tumbuh. Oleh karena itu, kompleks MTB banyak ditemukan di lobus paru-paru bagian atas yang dialiri udara dengan baik (Irianti; et all, 2016).

Berdasarkan *Global Tuberculosis Report 2018* Indonesia merupakan salah satu Negara yang mempunyai beban TB yang terbesar diantara 8 negara yaitu India (27%), China (9%), Indonesia (8%), Philipina (6%), Pakistan (5%), Nigeria (4%), Bangleadesh (4%), Afrika Selatan (3%) (WHO, 2019). TB tetap menjadi 10 penyebab kematian tertinggi di dunia dan kematian TB secara global diperkirakan 11,3 juta pasien (Pedoman Penanggulangan TB, 2018).

TB dapat menyerang siapa saja, terutama pada usia produktif/masih aktif bekerja (15-50 tahun) dan anak-anak. TB dapat menyebabkan kematian apabila tidak diobati (Depkes RI, 2009).

Tuberkulosis adalah penyakit menahun atau kronis yang bersifat menular melalui beberapa cara. Penyakit ini dapat menyerang siapa saja, pria dan wanita dari segala umur, namun umumnya kisaran 15-35 tahun. Orang yang mudah terserang penyakit ini ialah orang-orang yang bertubuh lemah. Selain itu, orang yang kurang gizi atau yang tinggal satu rumah dan berdesak-desakan bersama penderita TBC juga berpotensi besar terserang penyakit ini (Ayzizah, 2016).

a. Klasifikasi TB

Tuberkulosis terdiri dari tuberkulosis paru dan ekstra paru :

1) Tuberkulosis Paru

TB Paru merupakan tuberkulosis yang menyerang jaringan paru, klasifikasi TB paru berdasarkan hasil pemeriksaan dahak :

a) TB BTA Positif (+)

BTA (+) adalah jika salah satu atau kedua contoh uji dahak menunjukkan hasil pemeriksaan BTA positif. Pasien yang menunjukkan hasil BTA (+) pada pemeriksaan dahak pertama, pasien dapat segera ditegakkan sebagai pasien dengan BTA (+) (Permenkes, 2016).

b) TB BTA Negatif (-)

BTA (-) adalah jika kedua contoh uji dahak menunjukkan hasil BTA negatif. Apabila pemeriksaan secara mikroskopis hasilnya negatif, maka penegakan diagnosis TB dapat dilakukan secara klinis menggunakan hasil pemeriksaan klinis dan penunjang (setidak-tidaknya pemeriksaan foto toraks) yang sesuai dan ditetapkan oleh dokter (Permenkes, 2016).

b. Kepositifan BTA

Pelaporan hasil pemeriksaan mikroskopis tuberkulosis mengacu pada skala *International Union Against Tuberculosis and Lung Disease* (IUATLD) yang memiliki kriteria; pertama adalah negatif, yaitu tidak ditemukan BTA dalam 100 lapang pandang; kedua adalah *scanty*, yaitu ditemukan 1-9 BTA dalam 100 lapang pandang; ketiga adalah 1+, yaitu ditemukan 10-99 BTA dalam 100 lapang pandang; keempat 2+, yaitu ditemukan 1-10 BTA setiap 1 lapang pandang (pemeriksaan minimal 50 lapang pandang); dan kelima adalah 3+, yaitu ditemukan lebih dari atau sama dengan 10 BTA dalam setiap lapang pandang dengan pemeriksaan minimal 20 lapang pandang (Kurniawan; Sahli, 2018).

Seorang penderita TB dengan BTA (+) yang derajat positifnya tinggi berpotensi menularkan penyakit ini. Sebaliknya, penderita dengan BTA (-) dianggap tidak menularkan (Widoyono, 2011). Tingginya tingkat kepositifan BTA yang ditemukan dalam sputum penderita merupakan

salah satu indikator terhadap berat penyakit tuberkulosis paru yang diderita (Umaeriyah, 2018).

c. Etiologi

MTB mempunyai ukuran dengan panjang 0,5-4 μ dan lebar 0,3-0,6 μ dengan bentuk batang tipis, lurus atau agak bengkok, bergranular atau tidak mempunyai selubung tetapi mempunyai lapisan luar tebal yang terdiri dari lipid (terutama asam mikolat) (Widoyono, 2011).

Bakteri ini mempunyai sifat istimewa, yaitu dapat bertahan terhadap pencucian warna dengan asam dan alkohol, sehingga sering disebut basil tahan asam (BTA), serta tahan terhadap bahan kimia dan fisik. Bakteri TB juga tahan dalam keadaan kering dan dingin, bersifat dorman dan aerob (Widoyono, 2011).

Bakteri TB mati pada pemanasan 100⁰C selama 5-10 menit atau pada pemanasan 60⁰C selama 30 menit dan dengan alkohol 70-95% selama 15-30 detik. Bakteri ini tahan selama 1-2 jam di udara terutama di tempat yang lembab dan gelap (bisa berbulan-bulan), namun tidak tahan terhadap sinar atau aliran udara (Widoyono, 2011).

d. Epidemiologi

1) Epidemiologi Global

MTB disebarkan melalui *droplet* pernapasan. Transmisi muncul akibat kontak erat dengan individu yang terinfeksi. Kontak dengan pasien yang telah terbukti memiliki MTB dalam sputumnya memiliki resiko 25% untuk menjadi terinfeksi. Penyakit muncul pada 5-15% dari mereka yang terinfeksi dan resiko ini meningkat pada HIV (Davey, 2015).

Walaupun pengobatan TB yang efektif sudah tersedia tapi sampai saat ini TB masih tetap menjadi problem kesehatan dunia yang utama. Pada bulan maret 1993 WHO mendeklarasikan TB sebagai *global health emergency*. TB dianggap sebagai masalah kesehatan dunia yang penting karena lebih kurang 1/3 penduduk dunia terinfeksi oleh MTB. (Global Health Science, 2017).

2) Epidemiologi TB di Indonesia

Indonesia adalah Negara dengan prevalensi TB ke-3 tertinggi di dunia setelah China dan India. Angka insiden tuberkulosis Indonesia pada tahun 2018 ditemukan sebanyak 566.623 kasus, meningkat bila dibandingkan semua kasus TB yang ditemukan pada 2017 sebesar 446.732 kasus (Kemenkes RI, 2018).

e. Patofisiologi

Setelah organisme terinhalasi, multiplikasi terjadi pada ruang udara terminal pada daerah subpleura dan pertengahan. Bakteri difagosit oleh makrofag alveolus, bertahan hidup dan menyebar ke nodus limfatikus lokal. Penyebaran melalui aliran darah menuju ke apeks paru dan organ-organ lain. Dimana infeksi laten dapat bertahan sampai bertahun-tahun. Perkembangan respon imun seluler yang lambat dapat menyebabkan terjadinya granuloma tuberkulosa pada jaringan dan menimbulkan hipersensitivitas kulit terhadap antigen mikobakterium (Davey, 2015).

f. Manifestasi Klinis

Keluhan yang dirasakan oleh penderita dapat bermacam-macam, tetapi dapat pula tanpa keluhan sama sekali (Radji, 2011). Beberapa gejala infeksi yang sering dirasakan adalah :

- 1) Demam biasanya menyerupai influenza, tetapi panas badan kadang kala dapat mencapai 40°C-41°C. Serangan demam pertama dapat sembuh sebentar, tetapi kemudian dapat timbul kembali. Keadaan ini sangat dipengaruhi oleh daya tahan tubuh penderita dan keparahan infeksi bakteri tuberkulosis.
- 2) Batuk/batuk berdarah, gejala ini disebabkan karena terjadi iritasi pada bronkus. Batuk diperlukan untuk membuang produk radang dari saluran nafas. Sifat batuk mulai dari batu kering dan kemudian menjadi batuk produktif (menghasilkan sputum) setelah timbul peradangan. Keadaan lanjut adalah batuk yang tercampur dengan darah karena adanya pembuluh darah yang pecah.

- 3) Sesak napas, belum dirasakan pada penyakit paru sesak napas akan dirasakan oleh penderita apabila infeksi sudah berlanjut, yaitu infiltrasi sudah meliputi setengah bagian paru-paru.
- 4) Nyeri dada, gejala ini jarang ditemukan, tetapi nyeri dada dapat timbul jika infiltrasi radang sudah sampai ke pleura sehingga menimbulkan pleuritis. Kedua pleura bergesekan ketika penderita menarik atau melepaskan nafas.
- 5) Malaise, gejala malaise sering ditemukan berupa anoreksia, tidak ada nafsu makan, badan makin kurus, sakit kepala, meriang, nyeri otot, dan berkeringat pada malam hari. Gejala malaise makin lama makin berat dan hilang timbul secara tidak teratur (Radji, 2011).

g. Diagnosa TB paru

Salah satu penyebab lambannya keberhasilan pengobatan penderita TB adalah rendahnya kualitas diagnosis, selain itu dipengaruhi oleh tingginya angka resistensi terhadap berbagai obat anti tuberkulosis (OAT), dibawah ini uji laboratorium untuk mendiagnosa TB. Secara rinci akan diuraikan dibawah ini (Muhamad, 2017).

1) Hematologi

Pemeriksaan dengan metode hematologi adalah melakukan pemeriksaan laju endap darah (LED) dan leukosit merupakan diagnostik penunjang untuk menegakan diagnosis TB. Dalam keadaan infeksi atau virulensi akan terjadi peningkatan LED dan jumlah leukosit dan sedikit limfosit. Namun dalam keadaan penyembuhan jumlah leukosit dan LED akan menurun (Muhamad, 2017).

2) Bakteriologi

1) Pemeriksaan dahak mikroskopis langsung

Pemeriksaan dahak selain berfungsi untuk menegakan diagnosis, juga untuk menentukan potensi penularan dan menilai keberhasilan pengobatan. Pemeriksaan dahak untuk penegakan diagnosis dilakukan dengan mengumpulkan 2 contoh uji dahak yang dikumpulkan berupa dahak Sewaktu-Pagi (SP):

a) S (Sewaktu): dahak ditampung di fasyankes.

- b) P (Pagi): dahak ditampung pada pagi hari setelah bangun tidur.
- 2) Pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (TCM) TB
Pemeriksaan tes cepat molekuler dengan metode Xpert MTB/RIF. TCM merupakan sarana untuk penegakan diagnosis, namun tidak dapat dimanfaatkan untuk evaluasi hasil pengobatan.
- 3) Teknik *polymerase chain reaction* (PCR)
Teknik ini menggabungkan DNA sampel dan primer/oligonucleotide spesifik fragmen DNA yang diinginkan, *deoksinucleosida trifosfat* (Dntp) dan enzim dna *polymerase termostabil* (tag polymerase) dalam larutan penyangga yang sesuai. Teknik ini terdiri dari 3 tahap yakni *denaturasi*, *annealing* dan *extention*.
- 4) Teknik kultur atau biakan
Untuk mendapatkan hasil dengan metode ini diperlukan waktu yang lama. Walaupun metode ini mendapatkan hasil yang lebih baik namun biayanya sangat mahal. Jenis biakannya TB ada yang menggunakan biakan Lowenstein Jensen yang memerlukan waktu 6-8 minggu dan biakan kudoh yang memerlukan 1-2 minggu (Muhamad, 2017).
- 3) Pemeriksaan Penunjang Lainnya
- 1) Pemeriksaan foto toraks.
 - 2) Pemeriksaan histopatologi, kasus yang dicurigai TB ekstra paru.
- 4) Pemeriksaan Uji Kepekaan Obat
Uji kepekaan obat bertujuan untuk menentukan ada tidaknya resistensi MTB terhadap OAT. Uji kepekaan obat harus dilakukan di laboratorium yang telah lulus uji pemantapan mutu/*Quality Assurance* (QA), dan mendapatkan sertifikat nasional maupun internasional.
- 5) Pemeriksaan Serologis
Sampai saat ini belum direkomendasikan.
- h. Kesalahan dan kesulitan pemeriksaan BTA secara mikroskopis
- 1) Saat mengambil sputum untuk pemeriksaan, tidak tahu bagian tepat mana yang harus diambil.

- 2) Cara melakukan smear (olesan) pada slide, tidak melakukannya dengan *circle* pada permukaan slide.
- 3) Sputum yang diambil untuk pemeriksaan tidak cukup, terlalu sedikit sehingga tidak cukup, sehingga tidak dapat terbaca oleh mikroskop.
- 4) Kaca slide tidak diberi nomor identitas (nomor identitas hilang saat dilakukan pewarnaan).
- 5) Ose yang digunakan tidak steril.
- 6) Waktu pemberian pewarnaan terlalu cepat atau terlalu lama.
- 7) Waktu pemanasan yang terlalu lama akan menyebabkan hangus dan hasil tidak dapat dibaca.
- 8) Terlalu banyak partikel-partikel/serat makanan yang terbawa sehingga dapat menyebabkan *false positif* atau *false negatif* (Girsang, 1999).

2. Laju Endap Darah (LED)

Darah adalah jaringan cair yang terdiri atas dua bagian. Bahan interseluler adalah cairan yang disebut plasma dan di dalamnya terdapat unsur-unsur padat, yaitu sel darah. Volume darah secara keseluruhan kira-kira merupakan satu perdua belas berat badan atau kira-kira 5 liter. Sekitar 55 persennya adalah cairan, sedangkan 45 persennya terdiri atas sel darah. Angka ini dinyatakan dalam nilai hematokrit atau volume sel darah yang didapatkan yang berkisaran antara 40 sampai 47 (Pearce, 2010). Darah terdiri dari 2 komponen utama:

- 1) Plasma darah: bagian cair darah yang berisi gas oksigen dan karbon dioksida, hormon-hormon, enzim, dan antigen.
- 2) Sel darah, yang terdiri atas:
 - a) Eritrosit: sel darah merah
 - b) Leukosit: sel darah putih
 - c) Trombosit: butir pembeku (Pearce, 2010).

Bentuk sel darah merah bulat, cakram bikonkaf – cekung pada kedua sisinya-, dan berdiameter 6,7 – 8,0 milimikron (rata-rata 7,2 milimikron). Sel darah merah tidak memiliki inti sel. Dalam setiap 1 mm³ darah, terdapat kira-kira 5 juta butir sel darah merah (D'hiru, 2013).

Sel-sel darah merah dibuat di dalam sumsum tulang, terutama dari tulang pendek yang pipih dan tidak beraturan, dari jaringan konselus pada ujung tulang pipa, dari sumsum dalam batang iga-iga dan dari sternum. Perkembangan sel darah merah dalam sumsum tulang melalui berbagai tahap mula-mula besar dan berisi inti (nukleus), tidak mengandung hemoglobin, kemudian dimuati haemoglobin dan akhirnya kehilangan intinya, barulah diedarkan kedalam sirkulasi darah (Pearce, 2010).

Fungsi utama eritrosit adalah untuk pertukaran gas. Eritrosit membawa oksigen dari paru-paru menuju ke jaringan tubuh dan membawa karbon dioksida (CO_2) dari jaringan tubuh ke paru (Kiswari, 2014).

Rata-rata masa hidup sel darah merah adalah 120 hari. Sel-sel darah merah menjadi rusak dan dihancurkan dalam *system retikulum endotelium* terutama dalam limfa dan hati. Globin dan haemoglobin dipecah menjadi asam amino untuk digunakan sebagai protein dalam jaringan-jaringan dan zat besi (Fe) dalam hem (dari haemoglobin) dikeluarkan untuk di *recycle* dalam pembentukan sel darah merah kembali. Sisa hem direduksi menjadi biliverdin dan karbonmonoksida (CO) (D'hiru, 2013).

Laju Endap Darah (LED) adalah jenis pemeriksaan yang biasa meningkat pada semua penyakit atau dalam keadaan patologi bila terjadi peradangan, degenerasi, atau nekrosis jaringan (Kiswari, 2014). Pemeriksaan ini mengukur kecepatan pengendapan eritrosit dalam plasma dalam waktu 1 jam. Kecepatannya terutama bergantung pada konsentrasi protein-protein besar misalnya fibrinogen dan immunoglobulin dalam plasma. Kisaran normal LED meningkat seiring pertambahan usia. Peningkatan LED merupakan indikator yang tidak spesifik terhadap respon fase akut dan berguna dalam memonitor aktivitas penyakit seperti arthritis rheumatoid. Peningkatan LED disertai oleh pembentukan Rouleaux eritrosit yang terlihat pada sediaan apus darah tepi. Perubahan LED dapat digunakan untuk memantau respon terhadap terapi (Hofbrand, 2005).

LED menggambarkan komposisi plasma dan perbandingan antara eritrosit dengan plasma. Darah dengan antikoagulan yang dimasukkan ke dalam tabung berlumen kecil ditegakkan tegak lurus, akan menunjukkan

pengendapan eritrosit dengan kecepatan yang ditentukan oleh rasio permukaan : volume eritrosit. Pengendapan sel ini yang disebut LED bertambah cepat bila berat sel meningkat, tetapi kecepatan berkurang apabila permukaan sel lebih luas. Sel-sel kecil mengendap lebih lambat dari pada sel-sel yang menggumpal, karena bila sel-sel menggumpal dalam darah normal nilai LED relatif kecil karena pengendapan eritrosit akibat tarikan gravitasi diimbangi oleh tekanan keatas akibat perpindahan plasma (Kiswari, 2014).

LED yang normal dapat memberikan petunjuk kemungkinan tidak adanya penyakit organ yang serius. Sebaliknya, pada LED yang tidak normal, perlu dilakukan pemeriksaan penunjang lain untuk untuk menentukan diagnosa pasti (Kiswari, 2014).

Mekanisme dalam pemeriksaan LED adalah fase I, tahap pengendapan (agregasi) dimana eritrosit saling menyatu atau membentuk Rouleaux. Fase II, tahap sedimentasi dimana pengendapan eritrosit terjadi secara konstan dan berlangsung selama 30 menit dengan kecepatan maksimal. Fase III, tahap pemadatan dimana kumpulan agregat mulai melambat karena terjadi pemadatan dari eritrosit yang mengendap. Nilai rujukan normal LED laki-laki 0-10 mm/jam, wanita 0-15 mm/jam, anak-anak 0-15 mm/jam dan orang lanjut usia >60 tahun 0-20 mm/jam (Kiswari, 2014).

1) Faktor-faktor yang mempengaruhi LED

a) Faktor Eritrosit

Anemia meningkatkan LED karena perubahan rasio eritrosit : plasma akan memudahkan pembentukan Rouleaux, terlepas dari perubahan konsentrasi protein plasma. Tingkat sedimentasi berbanding lurus dengan berat sel agregat dan berbanding terbalik dengan luas permukaan. Rouleaux juga menyebabkan penurunan permukaan rasio volume sehingga mempercepat LED (Kiswari, 2014).

b) Faktor Plasma

LED dipercepat oleh peningkatan kadar fibrinogen dan globulin. Molekul-molekul protein asimetris memiliki efek yang lebih besar dari protein lain dalam menurunkan muatan

negatif eritrosit (potensial zeta) yang cenderung memisahkannya. Penurunan potensial zeta memudahkan pembentukan Rouleaux, sehingga lebih cepat mengendap dibandingkan sel tunggal (Kiswari, 2014).

c) Faktor Teknik Pemeriksaan

(a) Tabung harus diletakkan pada posisi vertikal, deviasi dari tabung posisi vertikal meningkatkan LED.

(b) Sedimentasi sel darah merah meningkat pada temperatur yang lebih tinggi (Kiswari, 2014).

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-Tuberkulosis, 2014).

2) 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 fase yaitu :

a) fase awal atau disebut juga *phase of aggregation*, karena pada fase ini eritrosit mulai saling menyatukan diri sehingga pengendapan eritrosit dalam fase ini berlangsung lambat sekali.

b) Pada fase kedua, pengendapan eritrosit berlangsung cepat, karena setelah terjadi agregasi (melekatkan diri antara satu dengan yang lainnya), maka rasio antara volume dan luas permukaannya menjadi

mengecil sehingga pengendapan eritrosit berlangsung lebih cepat. Pada fase ini, juga terbentuk formasi Rouleaux (saling menumpuk).

- c) Dan fase ketiga, kecepatan mengendapnya eritrosit mulai berkurang seiring dengan pepadatan pengendapan eritrosit (Kiswari, 2014).

3) Metode Pemeriksaan LED

a) Metode Westergren



Sumber: Natya, 2019. Laju Endap Darah. Available at:<http://farmasi080918192931.blogspot.com> [Accessed Februari 12, 2021]

Gambar 2.1. Pemeriksaan LED Metode Westergren

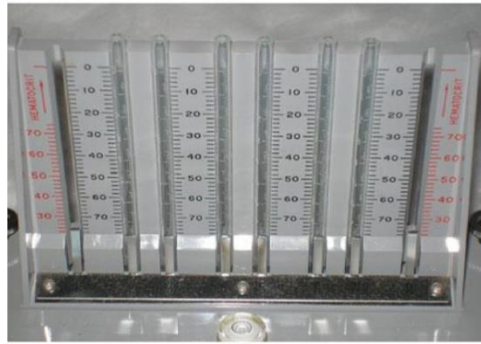
Metode Westergren banyak digunakan, karena metode ini sangat sederhana. ICSH telah merekomendasikan sebagai metode referensi (Kiswari, 2014).

Prinsip pemeriksaan ini adalah sejumlah darah yang telah ditambah dengan Natrium Sitrat 3,8% dalam perbandingan (4:1) apabila didiamkan dalam tabung Westergren dalam posisi tegak lurus, dengan adanya perbedaan berat jenis antara sel darah dengan plasma, maka sel darah akan mengendap. Tabung atau pipet LED dapat menggunakan bahan kaca atau plastik (dengan karakteristik spesifik). Hasil akhirnya adalah sedimen sel darah merah dan ada bagian plasma berwarna bening (Kiswari, 2014).

Untuk mengukur jarak dalam milimeter (mm) untuk sel darah merah mengendap di dalam tabung yang vertikal selama 1 jam dengan mengukur tiga fase sel darah merah mengendap. Pada tahap pertama atau disebut juga *phase of aggregation*, karena pada tahap ini sel darah merah mulai saling menyatukan diri sehingga

pengendapan eritrosit dalam tahap ini berlangsung lambat sekali. Pada tahap kedua, pengendapan eritrosit berlangsung cepat karena agregasi (melekatkan diri antara satu dengan yang lainnya), maka rasio antara volume dan luas permukaannya menjadi mengecil sehingga pengendapannya berlangsung lebih cepat. Pada tahap ini, juga terbentuk formasi Rouleaux (saling menumpuk) dan tahap ketiga, kecepatan mengendapnya sel darah merah mulai berkurang seiring dengan pepadatan pengendapan sel darah merah (Schapkaitz, RabuRabu, & Engelbrecht, 2019, Kiswari, 2014).

b) Metode Wintrobe



Sumber : InfoLabMed, 2019. Pemeriksaan LED Cara Wintrobe. Available at: <https://www.infolabmed.com/2019/07/pemeriksaan-laju-endap-darah-led-cara-wintrobe.html> [Accessed 12 Februari, 2021]

Gambar 2.2. Pemeriksaan LED Cara Wintrobe

Tabung Wintrobe memiliki bentuk hampir sama dengan tabung Sahli dengan panjang kurang dari 110 mm dan diameter 2,5 mm dengan berskala 0-100 mm dengan interval skala 1 mm (Nugraha, 2015).

Prinsip pemeriksaan ini adalah darah EDTA dalam tabung Wintrobe yang didiamkan tegak lurus dalam waktu tertentu, maka sel darah akan mengendap karena perbedaan berat jenis. Jumlah milimeter darah merah yang mengendap selama 1 jam dinyatakan sebagai nilai LED dalam satuan mm/jam (Kiswari, 2014).

c) Metode Automatik

Pemeriksaan LED Metode Automatik sampel yang digunakan dalam pemeriksaan ini adalah darah vena yang dicampur dengan EDTA.

Prinsip : Darah yang dikumpulkan di dalam cuvette khusus secara hati-hati diaduk oleh operator dan kemudian dibiarkan untuk mengendap di dalam alat. Dengan bantuan sensor digital (*optoelectronic unit*) alat secara otomatis menentukan tingkat endapan eritrosit, mengikuti data mana yang diproses dan kemudian secara otomatis dicetak atau ditunjukkan pada layar dalam waktu 20 menit dalam mm/jam. Nilai Normal : Wanita 0-15 mm/jam dan Pria 0-10 mm/jam (Diesse Diagnostic Seneses S.p.a Vesmetic-Easy Automatic Instrument).

3. Keadaan Patologis yang meningkatkan LED

Keadaan patologis yang meningkatkan LED diantaranya yaitu infeksi, penyakit hematologi dan neoplasia, penyakit gastrointestinal, penyakit vaskuler dan kolagen, penyakit ginjal, dll

- 1) Infeksi
 - a) Infeksi bakteri
 - b) Hepatitis
 - c) Post-perfusion syndrome
 - d) Pneumonia
 - e) Tuberkulosis
 - f) Sifilis (sekunder)
 - g) Leptospirosis
 - h) Infeksi jamur (sistemik)
- 2) Penyakit Hematologi dan Neoplasia
 - a) Anemia berat
 - b) Leukemia
 - c) Limfoma
 - d) Metastatis tumor
- 3) Penyakit Gastrointestinal
 - a) Pankreatitis akut
 - b) Hepatitis
 - c) Kolestitis
 - d) Peritonitis

- 4) Penyakit vaskuler dan kolagen
 - a) Demam
 - b) Arthritis rheumatoid
 - c) Systemic lupus erythematosus
 - d) Dermatomiositis
 - e) Scleroderma
 - f) Vaskulitis sistemik
 - g) Purpura Henoch-Schonlein
 - h) Demam mediteran
- 5) Penyakit ginjal
 - a) Glomerulonefritis akut
 - b) Glomerulonefritis kronis disertai kegagalan ginjal
 - c) Nefrosis
 - d) Pielonefritis
 - e) Hemolytic Uremic Syndrome (HUS)
- 6) Lain-lain
 - a) Hipotiroidism
 - b) Tiroiditis
 - c) Sarkoidosis
 - d) Infantile cortical hyperostosis
 - e) Trauma pembedahan dan luka bakar
 - f) Reaksi alergi obat (Kiswari, 2010).

4. Makna LED dalam Klinik

LED adalah jenis pemeriksaan yang bersifat tidak spesifik, artinya LED bisa meningkat pada semua penyakit atau dalam keadaan patologi bila terjadi peradangan, degenerasi, atau nekrosis jaringan. Nilai LED umumnya tetap dalam batas normal pada penyakit-penyakit infeksi lokal kecil atau infeksi akut. Akan tetapi, sebaliknya LED menjadi sangat meninggi pada tuberkulosis, infeksi kronis, demam reumatik, arthritis, dan nefritis (Kiswari, 2010).

LED yang normal dapat memberi petunjuk kemungkinan tidak adanya penyakit organ yang serius. Sebaliknya, pada LED yang tidak

normal, perlu dilakukan pemeriksaan penunjang lain untuk menentukan diagnosis pasti (Kiswari, 2010).

Adapun hubungan kondisi klinis dengan nilai Laju Endap Darah (LED) antara lain:

- a. Nilai LED meningkat pada semua kondisi di mana ada kerusakan jaringan atau masuknya protein asing ke dalam darah, kecuali untuk infeksi ringan lokal.
- b. Penetapan Nilai LED berguna untuk memeriksa kemajuan penyakit. Jika kondisi pasien semakin parah, LED cenderung naik. Jika kondisi pasien semakin membaik, LED cenderung normal, namun tidak ditunjukkan untuk diagnostik penyakit tertentu (Kiswari, 2010).

5. Hubungan BTA Positif dengan Nilai LED

Penyakit TB paru merupakan infeksi kronik. Pada kondisi klinis LED meningkat pada semua kondisi dimana ada kerusakan jaringan atau masuknya protein asing ke dalam darah, kecuali untuk infeksi ringan lokal. Nilai LED cenderung turun jika kondisi pasien membaik dan LED akan cenderung naik ketika kondisi pasien semakin parah. Pada penderita TB Paru dengan BTA Positif pada umumnya mengalami inflamasi (Kiswari, 2010). Pada proses inflamasi ini mengakibatkan terjadinya jumlah leukosit meningkat. Jumlah leukosit berkaitan dengan fungsinya sebagai pertahanan, sehingga ketika terjadi infeksi pada penderita TB paru dengan BTA positif jumlah leukosit akan mengalami pengendapan yang lebih cepat karena bertambahnya jumlah sel darah, apabila jumlah leukosit tinggi maka, darah akan mengendap sehingga Laju Endap Darah akan tinggi. Pengendapan sel darah inilah yang diperiksa untuk mengetahui adanya inflamasi pada penderita TB paru dengan BTA positif (Umaeriyah, 2018).

Jumlah eritrosit yang tinggi, cenderung menurunkan tingkat sedimentasi. Sementara jumlah eritrosit yang rendah akan mempercepat laju sedimentasi. Keadaan anemia akan meningkatkan LED karena perubahan rasio eritrosit : konsentrasi protein plasma sehingga memudahkan pembentukan Rouleaux. Selain itu, perubahan kandungan plasma protein seperti fibrinogen cenderung akan meningkatkan

pembentukan Rouleaux sehingga menyebabkan peningkatan laju endap darah (Kiswari, 2014).

Laju endap darah adalah laju eritrosit yang mengalami sedimentasi atau pengendapan pada suatu kondisi tertentu yang diukur dalam waktu tertentu (Amaliya, 2013 ; Widoyono, 2008).

B. Hipotesis Penelitian

Ho: Tidak ada hubungan antara tingkat kepositifan BTA dengan nilai LED yang dikaji secara studi pustaka.

Hi: Ada hubungan antara tingkat kepositifan BTA dengan nilai LED yang dikaji secara studi pustaka.

C. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian dengan judul “Hubungan Tingkat Kepositifan BTA dengan Nilai LED pada penderita TB Paru” yaitu:

Variabel Bebas : Tingkat Kepositifan BTA Penderita TB Paru

Variabel Terikat : Nilai LED