

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tuberkulosis Paru**

##### **2.1.1 Definisi**

Tuberkulosis (TB) paru adalah penyakit menular yang disebabkan oleh infeksi bakteri dari kelompok *Mycobacterium* yaitu *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri ini berbentuk batang dan bersifat tahan asam sehingga sering dikenal dengan Basil Tahan Asam (BTA). Sebagian besar kuman tuberkulosis sering ditemukan menginfeksi parenkim paru dan menyebabkan tuberkulosis paru. Namun, bakteri ini juga memiliki kemampuan menginfeksi organ tubuh lainnya (tuberkulosis ekstra paru) seperti pleura, kelenjar limfe, tulang, dan organ ekstra paru lainnya (Kemenkes RI, 2019).

Tuberkulosis paru adalah penyakit infeksi yang berasal dari bakteri *mycobacterium tuberculosis*. Ada beberapa jenis dari *mycobacterium*, antara lain : *M.tuberculosis*, *M.africanum*, *M.Bovis*, *M.Leprae*, yang dikenal juga sebagai bakteri yang tahan terhadap asam (BTA). Sekelompok bakteri selain *mycobacterium tuberculosis* yang dapat menyebabkan gangguan pernafasan dikenal sebagai MOTT (*Mycobacterium Other Than Tuberculosis*) dan terkadang dapat mengganggu pengobatan tuberkulosis (MUAFIAH, 2019)

Masa pengobatan OAT TB paru adalah jangka waktu yang diperlukan untuk mengonsumsi obat anti tuberkulosis secara teratur, biasanya selama 6 bulan, guna membunuh kuman TB dan mencegah kekambuhan atau resistensi obat. Masa pengobatan OAT TB paru adalah periode waktu di mana pasien penderita tuberkulosis paru harus menjalani terapi dengan obat anti tuberkulosis (OAT) secara teratur, terkontrol, dan berkelanjutan, sesuai dengan protokol medis yang telah ditetapkan. Tujuan utamanya adalah untuk membunuh seluruh bakteri *Mycobacterium tuberculosis* dalam tubuh, mencegah kekambuhan, menghentikan penularan, serta menghindari resistensi obat (kuman kebal).

TB paru merupakan penyakit menular yang serius, namun dapat disembuhkan sepenuhnya jika pengobatan dilakukan dengan benar dan konsisten. Pengobatan TB bersifat jangka panjang, karena bakteri penyebab TB berkembang lambat dan membutuhkan waktu lama untuk dimatikan sepenuhnya. Bakteri penyebab TB memiliki sifat unik: mereka berkembang biak sangat lambat dan bisa “bersembunyi” di dalam tubuh dalam kondisi dorman (tidak aktif). Karena itu, pengobatan jangka pendek tidak cukup untuk membasmi seluruh populasi bakteri tersebut. Jika pengobatan dihentikan sebelum waktunya, bakteri yang tersisa dapat kembali aktif dan menjadi kebal terhadap obat, sehingga menimbulkan TB resisten obat (MDR-TB) yang jauh lebih sulit diobati.

Masa pengobatan OAT TB paru bertujuan untuk:

- 1.Membasmi bakteri TB secara menyeluruh dari dalam tubuh.
- 2.Menghentikan penularan TB kepada orang lain.
- 3.Mencegah kekambuhan penyakit di kemudian hari.
- 4.Mencegah resistensi obat, terutama jika pasien sebelumnya tidak patuh terhadap pengobatan.
- 5.Meningkatkan kualitas hidup dan mempercepat pemulihan pasien.

Selama masa pengobatan, pasien harus disiplin dan tidak boleh melewatkan satu dosis pun. Penghentian pengobatan sebelum waktunya atau ketidakteraturan konsumsi obat dapat menyebabkan Kegagalan pengobatan,Kekambuhan TB,Munculnya TB resisten obat (MDR-TB),Penularan terus-menerus kepada orang lain.Oleh karena itu, di Indonesia dikenal sistem PMO (Pengawas Menelan Obat), yaitu seseorang yang dipercaya untuk mengawasi pasien agar minum obat secara teratur.

Untuk memastikan efektivitas pengobatan, pasien akan menjalani pemeriksaan lanjutan seperti:

- Uji dahak setelah 2 bulan (akhir fase intensif)
- Uji dahak ulang setelah 6 bulan (akhir fase lanjutan)
- Pemeriksaan laboratorium lainnya sesuai kondisi klinis

### 2.1.2 Etiologi

Penyakit Tuberkulosis disebabkan oleh bakteri *mycobacterium tuberculosis*. Jenis bakteri ini berbentuk basil tidak berspora dan tidak berkapsul dengan ukuran panjang 1-4 mm dan lebar 0,3-0,6 mm. bakteri ini bersifat aerob, hidup berpasang atau berkelompok, tahan asam, dapat bertahan hidup selama berbulan – bulan bahkan sampai bertahun – tahun. Dapat bertahan hidup lama pada udara kering, dingin dan lembab. Mikroorganisme ini tidak tahan terhadap sinar UV, oleh karena itu penularannya paling banyak pada malam hari. Penularan tuberkulosis terjadi karena kuman dibatukan atau dibersinkan kemudian keluar menjadi droplet nuclei dalam udara. Yang apabila bakteri tersebut terhirup oleh orang sehat maka orang itu akan berpotensi terinfeksi bakteri penyebab tuberkulosis (Mar'iyah. K & Zulkarnain 2021).

### 2.1.3 Patofisiologi

Setelah seseorang menghirup *Mycobacterium tuberculosis*, kemudian masuk melalui mukosiliar saluran pernafasan, akhirnya basil tuberkulosis sampai ke alveoli (paru), kuman mengalami multiplikasi di dalam paru-paru disebut dengan Focus Ghon, melalui kelenjar limfe basil mencapai kelenjar limfe hilus. Focus Ghon dan limfe denopatihilus membentuk kompleks primer. Melalui kompleks primer inilah basil dapat menyebar melalui pembuluh darah sampai keseluruh tubuh. *Mycobacterium tuberculosis* yang mencapai permukaan alveoli biasanya diinhalasi sebagai suatu unit yang terdiri dari satu sampai tiga basil karena gumpalan yang lebih besar cenderung tertahan di

rongga hidung dan tidak menyebabkan penyakit. Setelah berada di ruang alveolus di bagian bawah lobus atau bagian atas lobus bakteri *Mycobacterium tuberculosis* ini membangkitkan reaksi peradangan. Leukosit polimorfonuklear tampak pada alveolus bagian bawah atau atas lobus dan memfagosit bakteri tetapi tidak membunuh organisme tersebut. Sesudah hari pertama maka leukosit diganti oleh makrofag. Alveoli yang terserang akan mengalami konsolidasi dan timbul gejalagejala pneumonia akut. Pneumonia seluler ini dapat sembuh dengan sendirinya tanpa menimbulkan kerusakan jaringan paru atau biasa dikatakan proses dapat berjalan terus dan bakteri terus difagosit atau berkembang biak di dalam sel. Bakteri juga menyebar melalui kelenjar limfe regional. Makrofag yang mengalami infiltrasi menjadi lebih panjang dan sebagian bersatu sehingga membentuk sel tuberkel epiteloid yang dikelilingi oleh limfosit. Reaksi ini biasanya berlangsung 10 – 20 hari. Nekrosis bagian sentral lesi memberikan gambaran yang relative padat seperti keju, lesi nekrosis ini disebut nekrosis kaseosa. Daerah yang mengalami nekrosis kaseosa dan jaringan granulasi di sekitarnya yang terdiri dari epiteloid dan fibroblast menimbulkan respon yang berbeda. Jaringan granulasi menjadi lebih fibrosa, membentuk jaringan parut yang akhirnya membentuk suatu kapsul yang mengelilingi tuberkel. Lesi primer paru-paru disebut Focus Ghon dan gabungan terserang kelenjar limfe regional dan lesi primer dinamakan kompleks ghon. Komplek Ghon yang mengalami perkapuran ini dapat dilihat pada orang sehat yang mengalami pemeriksaan radiogram rutin. Respon lain yang terjadi pada

daerah nekrosis adalah pencairan di mana bahan cair lepas ke dalam bronkus dan menimbulkan kavitas. Materi tuberkular yang dilepaskan dari dinding kavitas akan masuk ke percabangan treakeobronkial. Proses ini dapat terulang kembali pada bagian lain dari paru atau bakteri *Mycobakterium tuberculosis* dapat terbawa ke laring, telinga tengah atau usus. Kavitas kecil dapat menutup sekalipun tanpa pengobatan dan meninggalkan jaringan parut fibrosa. Bila peradangan mereda lumen bronkus dapat menyempit dan tertutup oleh jaringan parut yang terdapat dekat dengan perbatasan bronkus. Bahan perkejuan dapat mengental sehingga tidak mengalir melalui saluran yang ada dan lesi mirip dengan lesi berkapsul yang tidak terlepas. Keadaan ini tidak dapat menimbulkan gejala dalam waktu lama atau membentuk lagi hubungan dengan bronkus dan menjadi tempat peradangan aktif. Penyakit dapat menyebar melalui saluran limfe atau pembuluh darah (limfohematogen) (Dewi., Et al, 2020).

Organisme yang lolos dari kelenjar limfe akan mencapai aliran darah dalam jumlah lebih kecil yang kadang–kadang dapat menimbulkan lesi pada berbagai organ lain (ekstrapulmoner). Penyebaran hematogen merupakan suatu fenomena akut yang biasanya menyebabkan tuberkulosis milier. Hal ini terjadi bila focus nekrotik merusak pembuluh darah sehingga banyak organisme masuk ke dalam sistem vaskuler dan tersebar ke dalam sistem vaskuler ke organ-organ tubuh (Wijaya & Putri, 2013 dalam Dewi 2020).

Perjalanan penyakit selanjutnya ditentukan oleh banyaknya basil tuberkulosis dan kemampuan daya tahan tubuh seseorang, kebanyakan respon imun tubuh dapat menghentikan multiplikasi kuman, namun sebagian kecil basil tuberkulosis menjadi kuman dorman. Kemudian kuman tersebut menyebar ke jaringan sekitar, penyebaran secara Bronchogen ke paru-paru sebelah lainnya, penyebaran secara hematogen dan limfogen ke organ lain seperti tulang, ginjal, otak. Terjadi setelah periode beberapa bulan atau tahun setelah infeksi primer, reaktivasi kuman Dorman pada jaringan setelah mengalami multiplikasi terjadi akibat daya tahan tubuh yang menurun/lemah. Reinfeksi dapat terjadi apabila ada sumber infeksi, jumlah basil cukup, virulensi kuman tinggi dan daya tahan tubuh menurun (Dewi, et al., 2020).

#### **2.1.4 Gejala**

Tanda dan gejala umum penderita tuberkulosis adalah demam meriang lebih dari satu bulan, batuk lebih dari tiga minggu, terkadang batuk disertai dengan dahak yang bercampur darah, sesak nafas, dada terasa nyeri, nafsu makan tidak ada atau berkurang, berat badan turun tiga bulan berturut – turut tanpa sebab yang jelas, mudah lesu atau malaise, berkeringat pada malam hari walaupun tidak melakukan aktivitas fisik (Mar'iyah. K & Zulkarnain 2021).

#### **2.1.5 Cara Penularan**

Bakteri TB menyebar melalui udara saat penderita batuk, bersin atau berbicara. Orang dengan TB paru sekali batuk dapat memproduksi hingga 3.000 percik renik dan satu kali bersin dapat memproduksi hingga 1 juta percik

renik. Dosis yang diperlukan terjadinya suatu infeksi TB adalah 1 sampai 10 basil. Sumber penularan adalah pasien tuberkulosis paru BTA positif. Penderita BTA positif akan menularkan kepada 10-15 orang. Kasus yang paling infeksius adalah penularan dari pasien dengan hasil pemeriksaan sputum positif, dengan hasil 3+. Pasien dengan hasil pemeriksaan sputum negatif bersifat tidak terlalu infeksius. Kasus TB ekstra paru hampir selalu tidak infeksius, kecuali bila penderita juga memiliki TB paru. Individu dengan TB laten tidak bersifat infeksius, karena bakteri yang menginfeksi mereka tidak bereplikasi dan tidak dapat melakukan transmisi ke organisme lain (Kemenkes RI, 2019).

#### **2.1.6 Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya TB**

Tabrani (2010: 157) menyebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya TB antara lain anak dibawah umur 5 tahun atau orang tua, pecandu alkohol atau narkotik, infeksi HIV, Diabetes Mellitus, penghuni rumah yang beramai-ramai, immunosupresi, berhubungan dekat dengan penderita sputum positif, kemiskinan dan malnutrisi.

#### **2.1.7 Faktor Risiko Tuberkulosis Paru**

Menurut (Kemenkes, 2022) terdapat beberapa kelompok individu yang dapat dengan mudah tertular penyakit TB Paru, diantaranya yaitu :

- a. Individu dengan HIV positif dan penyakit imunokompromais lain
- b. Individu yang mengonsumsi obat immunosupresan dalam jangka waktu panjang
- c. Perokok

- d. Konsumsi alkohol tinggi
- e. Memiliki kontak erat dengan orang dengan penyakit TB aktif yang infeksius
- f. Berada di tempat dengan resiko tinggi tirinfeksi TB
- g. Petugas kesehatan

Ada beberapa faktor kemungkinan yang menjadi risiko terjadinya penyakit tuberkulosis, diantaranya yaitu faktor kependudukan (umur, jenis kelamin, status gizi, peran keluarga, tingkat pendapatan, tingkat pendidikan), faktor lingkungan rumah (luas ventilasi, kepadatan hunian, intensitas pencahayaan, jenis lantai, kelembaban rumah, suhu dan jenis dinding), perilaku (kebiasaan membuka jendela setiap pagi dan kebiasaan merokok) dan riwayat kontak. (Sesar Dayu, 2021)

### **2.1.8 Pemeriksaan Laboratorium**

#### **1) Darah**

Pada saat TBC baru mulai aktif akan didapatkan jumlah leukosit yang sedikit meninggi dengan diferensiasi pergeseran ke kiri. Jumlah limfosit masih dibawah normal. Laju endap darah mulai meningkat. Bila penyakit mulai sembuh jumlah leukosit kembali normal dan jumlah limfosit masih tetap tinggi. Laju endap darah menurun kearah normal lagi. Pemeriksaan ini kurang mendapat perhatian karena angka-angka positif palsu dan negatif palsunya masih besar (Wahid & Suprpto, 2013).

## 2) Sputum

Pemeriksaan sputum adalah penting karena dengan ditemukannya kuman BTA diagnosis tuberkulosis sudah dapat dipastikan. Disamping itu pemeriksaan sputum juga dapat memberikan evaluasi terhadap pengobatan yang sudah diberikan.

Kriteria sputum BTA positif adalah bila sekurang-kurangnya ditemukan 3 batang kuman BTA pada satu sediaan. Dengan kata lain diperlukan 5000 kuman dalam 1 ml sputum. Hasil pemeriksaan dikatakan positif jika sedikitnya 2 dari 3 spesimen BTA hasilnya positif. Bila hanya 1 spesimen yang positif perlu dilakukan pemeriksaan SPS (pemeriksaan sputum tiga kali yaitu sewaktu, pagi, sewaktu) ulang. Apabila fasilitas memungkinkan, maka dilakukan 12 pemeriksaan lain misalnya biakan. Bila ketiga spesimen hasilnya negatif diberikan antibiotik spectrum luas (misal kotrimoksazol atau amoksisilin) selama 1-2 minggu. Bila tidak ada perbaikan gejala klinis tetap mencurigakan TBC, ulangi pemeriksaan SPS (Wahid & Suprpto, 2013).

### 2.1.9 Pengobatan Tuberkulosis Paru

Menurut (Kemenkes, 2022) Pengobatan TB paru menggunakan metode regimen atau panduan OAT yang sudah ditetapkan oleh kementerian kesehatan.

## 2.2 Eritrosit

### 2.2.1 Defenisi

Eritrosit adalah sel terbanyak di dalam darah dan mengandung senyawa berwarna merah yang disebut dengan hemoglobin. Sel ini mudah dilihat dengan menggunakan mikroskop pada sediaan apus darah, dengan ciri berbentuk cakram bikonkaf tidak berinti. Diameter eritrosit sekitar 7.5 mikron, tebal bagian tepi 2 mikron dan bagian tengahnya sekitar 1 mikron. Eritrosit tersusun atas membran yang sangat tipis sehingga sangat mudah untuk aktivitas difusi oksigen serta karbon dioksida. Eritrosit dapat mencapai umur 120 hari, sel darah merah yang matang mengandung 200-300 juta hemoglobin, terdiri dari heme (gabungan protoporfirin dengan besi) dan globin yang merupakan bagian dari protein yang tersusun dari 2 rantai alfa dan 2 rantai beta serta enzim seperti Glucosa 6-Phosphate Dehydrogenase (G6PD). Hemoglobin mengandung kira-kira 95% besi dan berfungsi membawa oksigen dengan cara mengikat oksigen menjadi oksihemoglobin dan diedarkan keseluruh tubuh untuk kebutuhan metabolisme (Hupitoyo, 2019)

Penyakit infeksi menular yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* dapat menimbulkan kelainan hematologi, yang dapat mempengaruhi sistem fungsional tubuh manusia eritrosit, pada eritropoiesis mengakibatkan rendahnya umur eritrosit di sumsum tulang sebelum masuk ke jaringan tubuh. Anemia salah satu kelainan hematologi yang dapat terjadi pada penderita tuberkulosis paru. dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah

satunya adalah penggunaan obat anti tuberkulosis (Istiantoro YH & Setiabudy R, 2012). Obat anti tuberkulosis obat yang digunakan untuk mengobati infeksi tuberkulosis antara lain isoniazid, rifampisin, etambutol, streptomisin, dan pirazinamid. yang dapat menyebabkan reaksi hematologi seperti demam, anemia, agranulositosis, eosinofilia, dan trombositopenia. Meskipun sebagian besar obat anti tuberkulosis dapat diterima dalam terapi, obat tersebut berpotensi menimbulkan efek toksik, termasuk efek samping hematologi seperti agranulositosis, eosinofilia, trombositopenia, dan anemia (Istiantoro YH & Setiabudy R, 2012).

Anemia merupakan abnormalitas hematologi yang biasa terjadi pada pasien tuberkulosis paru. Sistem tubuh bereaksi ketika tubuh terkena infeksi. Sel-sel dalam tubuh melepaskan sitokin inflamasi sebagai mekanisme pertahanan terhadap infeksi. namun produksi sitokin tersebut dapat mengganggu kemampuan tubuh dalam menyerap dan menggunakan zat besi. Selain itu, produksi sitokin yang berlebihan juga dapat mengganggu produksi dan aktivitas eritropoietin sehingga menyebabkan konsentrasi hemoglobin lebih rendah dari nilai normal dan darah tidak dapat menjalankan fungsinya menyediakan oksigen ke jaringan tubuh sehingga menyebabkan anemia (Vinantika & Solikha, 2018) Untuk mengetahui jenis anemia dapat dilakukan melalui pemeriksaan penunjang diagnosis laboratorium seperti indeks eritrosit. Indeks eritrosit adalah pengukuran yang menunjukkan ukuran, bentuk, dan warna dari sel darah merah. Pemeriksaan indeks eritrosit

diantaranya yaitu Nilai MCV (Mean Corpuscular Volume)menggambarkan anemia mikrositik, normositik, dan makrositik. Nilai MCH (Mean Corpuscular Hemoglobin)menggambarkan anemia hipokromik, normokromik, dan hiperkromik. MCHC (*Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration*) konsentrasi hemoglobin yang didapat per-eritrosit yang dengan satuan gram per desiliterJenis anemia yang ditemukan tergantung pada kondisi pasien dan dari hasil pemeriksaan indeks eritrositdapat mengetahui perubahan hematologis yang terjadi pada pasien tuberkulosis paru, dapat mengambil tindakan yang tepat untuk mencegah terjadinya komplikasi penyakit (Paraswati, R., & Arif, M. S. 2022)

### **2.2.2 Pembentukan Eritrosit atau Eritropoiesis**

Eritropoiesis merupakan proses pembentukan sel darah merah. Mekanisme eritropoiesis membutuhkan faktor pendukung yaitu stem cells hematopoietic, sitokin spesifik, growth factor, hormonal regulator dll. Proliferasi dan maturasi diatur oleh sitokin, termasuk eritropoietin. Produksi eritrosit merupakan proses dinamis yang berasal dari sel induk pluripotensial, dimana strukturnya dapat menghasilkan banyak jaringan, termasuk sel kulit, tulang dan saraf. Sel ini berasal dari sel induk pluripoten, berada di bawah pengaruh sitokin yang mengatur diferensiasi dan pematangan sel. Sel-sel eritrosit berada di bawah kontrol hormon erythropoietin (EPO). Hormon EPO diproduksi oleh ginjal dan berfungsi untuk regenerasi eritrosit. EPO membuat jalur melalui sirkulasi dan mengunci ke reseptor pada pronormoblast, prekursor

eritrosit termuda, menstimulasi produksi 16 eritrosit matur dari setiap sel prekursor pronormoblast (sel induk pluripoten). . Eritrosit matur adalah salah satu dari beberapa struktur seluler di tubuh manusia yang dimulai sebagai sel berinti dan menjadi sel tidak berinti. Perkembangan ini terjadi di sumsum tulang selama 5 hari karena setiap sel prekursor melewati tiga divisi berturut-turut, menghasilkan sel darah merah yang lebih kecil dan lebih padat (Alviameita dan Puspitasari, 2019).

Eritropoiesis pada dewasa terjadi di sumsum tulang yang terletak di sternum dan krista iliaka, sedangkan eritropoiesis pada anak - anak terjadi pada tulang panjang dan sternum. Terdapat 6 tahapan dalam proses maturasi eritrosit, yaitu pronormoblast, normoblast basofilik, polikromatofilik normoblast, ortokromik normoblast, retikulosit, dan eritrosit matur. Eritrosit matur berfungsi sebagai alat untuk menyalurkan hemoglobin ke seluruh tubuh. Eritrosit berjalan lebih dari 300 mil pada sirkulasi perifer, masuk ke dalam sistem peredaran darah. Faktor seluler dan lingkungan berkontribusi terhadap kelangsungan hidup eritrosit. Siklus hidup eritrosit dapat bertahan selama 120 hari. Kemudian sel menjadi tua dan dihancurkan. Globin dari hemoglobin dipecah menjadi asam amino yang digunakan sebagai protein dalam berbagai jaringan. Zat besi dalam haem dikeluarkan untuk digunakan dalam pembentukan eritrosit lagi, sisanya diubah menjadi bilirubin (pigmen kuning) dan biliverdin (kehijauan) (Alviameita dan Puspitasari, 2019)

### **2.2.3 Penurunan dan Peningkatan Jumlah Eritrosit**

#### **1. Penurunan Jumlah Eritrosit**

Penurunan Jumlah Eritrosit dapat dijumpai pada anemia, peningkatan hemolisis, kehilangan darah (pendarahan), trauma, leukimia, infeksi kronis, myeloma multiple, cairan per intra vena berlebih, gagal ginjal kronis, kehamilan, dehidrasi berlebihan, defisiensi vitamin, malnutrisi, infeksi parasit, penyakit sistem endokrin, intoksikasi (Riswanto, 2013).

#### **2. Peningkatan Jumlah Eritrosit**

Peningkatan eritrosit dapat terjadi dari kondisi yang tidak berhubungan dengan meningkatnya produksi eritropoietin. Kondisi ini termasuk polisitemia relatif. Polisitemia relatif terjadi saat peningkatan hematokrit yang disebabkan oleh menurunnya volume plasma, dimana jumlah eritrosit total tidak bertambah. Selain itu, kehilangan cairan tubuh dan volume plasma karena kondisi dehidrasi, seperti diare atau luka bakar, dapat meningkatkan hematokrit (Kiswari, 2014).

### **2.2.4 Morfologi Abnormal Eritrosit**

#### **1. Variasi Ukuran Eritrosit**

Istilah umum yang digunakan dalam bidang hematologi untuk menunjukkan suatu variasi dalam hal ukuran sel disebut anisositosis. Eritrosit normal memiliki diameter rata – rata 7,2 mm dengan variasi 6,8 – 7,5 mm. Batas ukuran ekstrem umumnya 6,2 – 8,2 mm. Ukuran eritrosit normal disebut normositik. Eritrosit dapat menjadi lebih besar dibandingkan normal

(makrositik) atau lebih kecil (mikrositik) berdiameter lebih kecil dari 6,2  $\mu$ . Makrositosis adalah hasil dari cacat pematangan inti sel pada eritropiesis, terkait dengan defisiensi vitamin B12 atau folat, yaitu gangguan pembelahan mitosis di sumsum tulang. Karena cacat ini, sel – sel eritrosit matang yang beredar dalam sirkulasi darah berukuran lebih besar. Mikrositosis adalah ukuran eritrosit yang lebih kecil dari normal dikaitkan dengan penurunan sintesis hemoglobin. Penurunan hemoglobin dapat disebabkan oleh defisiensi besi, gangguan sintesis globulin, atau kelainan mitokondria yang mempengaruhi sintesis heme pada molekul hemoglobin. Gangguan yang dapat menyebabkan mikrositosis meliputi sindrom malabsorpsi, anemia defisiensi besi, dan varian jenis hemoglobin, yaitu pada hemoglobinopati (Kiswari, 2014).

## 2. Variasi Warna Eritrosit

Pada pewarnaan konvensional eritrosit normal berwarna merah dan bagian tengahnya berwarna pucat atau lebih terang. Terbentuknya warna merah terbentuk dari banyaknya hemoglobin dalam sel. Sedangkan warna pucat pada tengah sel eritrosit normal memiliki diameter tidak lebih dari sepertiga diameter keseluruhan sel eritrosit. Istilah variasi warna yang digunakan pada eritrosit normal yaitu normokromik. Pada kondisi tertentu sel eritrosit memiliki penampilan bagian tengah sel berwarna pucat melebihi sepertiga maupun pucat secara keseluruhan dari diameter sel, hal ini lebih

disebut juga hipokromik. Pada Hapusan Darat Tepi (HDT) hipokromia terjadi akibat cadangan besi (Fe) tidak mencukupi sehingga terjadinya penurunan sintes hemoglobin yang menyebabkan sel eritrosit Nampak pucat pada tengah sel melebihi sepertiga bagian (Kiswari, 2014).

### **2.2.5 Tinjauan Indeks Eritrosit**

Indeks Eritrosit sering disebut juga dengan istilah Mean Corpuscular Values merupakan suatu nilai rata – rata ukuran eritrosit dan banyaknya hemoglobin per eritrosit. Pemeriksaan indeks eritrosit dapat digunakan sebagai pemeriksaan penyaring untuk mendiagnosis suatu penyakit anemia (Gandasoebrata, 2011).

### **2.2.6 Metode Pemeriksaan Eritrosit**

#### **a) Metode Manual**

Prinsip metode manual adalah darah diencerkan dengan larutan formal sitrat dalam pipet eritrosit, kemudian dimasukkan ke dalam kamar hitung. Jumlah sel eritrosit yang telah diencerkan dihitung memakai kamar hitung dalam volume tertentu dengan menggunakan faktor konversi, maka jumlah sel eritrosit setiap mL darah dapat dihitung (Kiswari, R., 2014 dan Wirawan, R., 2011). Menghitung sel eritrosit dalam volume darah dengan terlebih dahulu membuat pengencer dari darah yang diperiksa tidaklah akurat dan jarang digunakan. Pemeriksaan dapat dilakukan dengan metode langsung (menggunakan pipet dan kamar hitung) dan metode tabung.

Departemen Kesehatan RI., (1989) dan Wirawan, R., (2011) menyatakan kesalahan yang dapat terjadi dalam pemeriksaan hitung jumlah sel eritrosit secara manual karena tidak sempurna pencampuran darah dengan antikoagulan, darah kurang atau lebih dihisap dengan pipet thoma, pipet thoma masih basah, gelembung udara terdapat dalam pipet, tidak mengocok pipet setelah menghisap cairan pengencer, kamar hitung kaca masih kotor, terlalu banyak cairan yang masuk sehingga mengisi parit kamar hitung atau kamar hitung tidak terisi sepenuhnya, terdapat gelembung udara di dalam kamar hitung, sel-sel tidak merata di dalam pembagian skala, dan salah menghitung sel-sel yang menyinggung batas dan jumlah bidang yang dihitung kurang dari jumlah sebenarnya

(b) Metode Otomatis

Pemeriksaan eritrosit menggunakan Hematologi Analyzer ini menggunakan mesin/alat otomatis. Pemeriksaan Hematologi Analyzer termasuk sebagai gold standar dalam membantu menegakkan diagnosis dalam berbagai pemeriksaan hematologi termasuk penetapan jumlah eritrosit. Instrumen menggunakan metode pengukuran sel yang disebut volumetrik independence, pada metode otomatis larutan diluent (elektrolit) yang telah tercampur dengan sel-sel darah dihisap melalui operture, hambatan antara kedua elektrode tersebut akan naik sesaat dengan terjadi tahapannya. Kemudian sinyal tegangan dikuatkan atau diperbesar lalu dikirim kerangkaian penghilang, yang berfungsi untuk menghilangkan sinyal yang diakibatkan

oleh gangguan listrik, gelombang elektrolit, debu dan partikel sisa (Sacher, R. A., dan McPherson, R. A., 2004).

### **2.2.7 Faktor Yang Mempengaruhi Pemeriksaan Hitung Jumlah Eritrosit**

Hasil pemeriksaan laboratorium sangat dipengaruhi oleh banyak faktor terdiri atas faktor terkait pasien atau laboratorium. Faktor yang terkait pasien antara lain: umur, jenis kelamin, ras, genetik, berat badan, kondisi klinik, status nutrisi dan penggunaan obat. Sedangkan yang terkait laboratorium antara lain: cara pengambilan spesimen, penanganan spesimen, waktu pengambilan, metode analisis, kualitas spesimen, jenis alat dan teknik pengukuran (Pedoman Interpretasi Data Klinik Kementrian RI., 2011).

Persiapan pasien untuk koleksi pengambilan darah vena harus meminimalkan faktor- faktor yang mempengaruhi hasil uji laboratorium (Kiswari, R., 2014). Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan diantaranya:

- (a) Umur, nilai untuk komponen darah bervariasi tergantung pada umur pasien. Sebagai contoh, eritrosit dan leukosit biasanya lebih tinggi pada bayi baru lahir dibandingkan pada orang dewasa, faktor tersebut harus diperhitungkan pada hasil tes.
- (b) Ketinggian, hasil pengujian untuk beberapa analit darah menunjukkan variasi hasil yang signifikan pada orang yang tinggal pada ketinggian yang lebih tinggi dibandingkan dengan permukaan laut. Jumlah eritrosit adalah contoh utamanya. Salah satu fungsi eritrosit membawa oksigen. Kadar oksigen

yang lebih rendah di tempat yang lebih tinggi menyebabkan tubuh memproduksi sel darah merah lebih banyak untuk memenuhi kebutuhan oksigen tubuh; semakin tinggi, maka semakin besar pula peningkatan jumlah eritrosit, dengan demikian jumlah eritrosit juga terkait dengan penentuan kadar hemoglobin (Hb) dan hematokrit (Ht).

- (c) Dehidrasi (penurunan total cairan tubuh) yang terjadi, misalnya akibat muntah terus-menerus atau diare, menyebabkan hemokonsentrasi, suatu kondisi di mana komponen-komponen darah yang tidak dapat dengan mudah meninggalkan aliran darah, menjadi terkonsentrasi pada volume plasma yang lebih kecil. Akibatnya hasil spesimen menjadi tidak akurat dan sering terjadi mengempisnya vena yang akan menjadi tidak akurat untuk mendapatkan darah.
- (d) Jenis kelamin, Jenis kelamin seseorang pasien mempengaruhi konsentrasi sejumlah komponen darah. Sebagian besar perbedaan yang jelas hanya setelah kematangan seksual dan ditunjukkan dalam nilai normal yang berbeda untuk laki-laki dan perempuan. Misalnya, eritrosit, hemoglobin, dan nilai normal hematokrit lebih tinggi untuk laki-laki daripada perempuan.
- (e) Posisi, posisi tubuh sebelum dan selama pengumpulan darah dapat mempengaruhi komposisi spesimen. Posisi berbaring ke posisi duduk atau berdiri tegak menyebabkan pengaliran cairan darah ke jaringan, dan penurunan volume plasma pada orang dewasa hingga 100%. Akibatnya jumlah eritrosit pada pasien yang telah berdiri sekitar 15 menit akan lebih tinggi dari jumlah eritrosit biasa pada pasien tersebut

- (f) Kehamilan, menyebabkan perubahan fisiologis dalam banyak sistem tubuh.

Akibatnya, hasil tes laboratorium harus dibandingkan dengan rentang referensi untuk populasi kehamilan. Sebagai contoh, peningkatan cairan tubuh yang normal selama kehamilan, menyebabkan penurunan relatif pada jumlah eritrosit.

- (g) Suhu dan kelembapan, faktor lingkungan seperti suhu dan kelembapan dapat mempengaruhi nilai uji yang berhubungan dengan cairan tubuh. Paparan panas akut menyebabkan cairan interstisial pindah ke pembuluh darah, meningkatkan volume plasma, dan mempengaruhi komposisinya. Banyak berkeringat tanpa penggantian cairan juga dapat menyebabkan hemokonsentrasi (Kiswari, R., 2014).

### **2.2.8 Pencegahan Penularan TB Paru**

1. Tutup mulut saat bersin, batuk dan tertawa atau kenakan tisu untuk menutupi mulut, buanglah segera setelah digunakan.
2. Tidak membuang dahak atau meludah sembarangan, buang dahak pada wadah tertutup yang diberi lisol.
3. Meningkatkan asupan nutrisi, terutama tinggi kalori dan tinggi protein.
4. Pencegahan infeksi yaitu dengan selalu mencuci tangan dan pastikan rumah memiliki sirkulasi udara yang baik, misalnya dengan sering membuka pintu dan jendela agar udara segar serta sinar matahari dapat masuk.
5. Vaksin BCG untuk bayi sebelum usia 2 bulan.
6. Bagi petugas kesehatan dengan memberikan penyuluhan tentang penyakit TB antara lain meliputi gejala, bahaya, dan akibat yang ditimbulkan dari TB Paru. (Kemenkes RI, 2019)

