

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tuberkulosis

1. Pengertian Tuberkulosis Paru

Tuberkulosis (TBC) paru merupakan penyakit infeksi menular yang disebabkan oleh kuman *Mycobacterium tuberculosis* yang menyerang paru-paru dan bronkus. Penyakit tuberkulosis (TB) paru dapat menyerang semua kalangan usia dengan kondisi klinis yang berbeda-beda atau tanpa gejala sama sekali hingga manifestasi berat. Tuberkulosis (TB) adalah penyakit menular yang masih menjadi perhatian di seluruh dunia. *Mycobacterium tuberculosis* merupakan agen infeksius utama yang menyerang parenkim paru atau bagian lain dari tubuh manusia. *Mycobacterium tuberculosis* yaitu suatu bakteri yang tahan asam dan merupakan organisme patogen maupun saprofit. Kuman *Mycobacterium tuberculosis* masuk melalui saluran pernapasan (Pu'u, 2019).

Pada saat bersin, batuk, atau berbicara, seorang penderita TB paru secara tidak sengaja telah menyebarkan droplet dan terjatuh ke lantai, tanah, atau tempat lainnya. Apabila seseorang terhirup droplet tersebut maka orang itu berpotensi terinfeksi tuberkulosis. Penularan bakteri lewat udara disebut dengan istilah *air-born infection*. Bakteri TB paru merupakan salah satu patogen intraseluler yang dapat bertahan hidup serta berkembang biak di dalam makrofag. Saat masuk ke dalam tubuh manusia melalui pernapasan, bakteri TB paru yang berada di dalam makrofag dapat menyebar dari paru ke bagian tubuh lain melalui sistem

peredaran darah, sistem saluran limfe, saluran napas, atau langsung menyebar ke bagian tubuh lainnya.

2. Karakteristik Tuberkulosis Paru

Mycobacterium tuberculosis merupakan salah satu jenis kuman berbentuk batang berukuran sangat kecil dengan panjang 1 – 4 μm dan tebal 0,3 – 0,6 μm . Sebagian besar komponen *Mycobacterium tuberculosis* adalah berupa lemak atau lipid yang menyebabkan kuman mampu bertahan terhadap asam serta zat kimia dan faktor fisik. Kuman TBC bersifat aerob yang membutuhkan oksigen untuk kelangsungan hidupnya. *Mycobacterium tuberculosis* banyak di temukan di daerah apeks paru yang memiliki kandungan oksigen tinggi. Daerah tersebut menjadi tempat yang kondusif untuk penyakit tuberkulosis.

Kuman *Mycobacterium tuberculosis* mempunyai kemampuan tumbuh yang lambat, koloni akan tampak setelah kurang dari dua minggu atau terkadang setelah 6 – 8 minggu. Lingkungan hidup optimal pada suhu 37°C dan kelembaban 70 %. Kuman tidak dapat tumbuh pada suhu 25°C atau lebih dari 40°C. Kuman ini dapat mati oleh sinar matahari (ultra violet) langsung selama 5-10 menit. Periode inkubasi umum *Mycobacterium tuberculosis* adalah 4-12 minggu untuk pembentukan lesi primer (Damanik, 2019).

3. Klasifikasi Tuberkulosis Paru

Terdapat dua bentuk penyakit tuberkulosis, yaitu tuberkulosis paru dan tuberkulosis ekstra paru.

a. Tuberkulosis paru

Penyakit ini adalah salah satu bentuk penyakit TB yang paling sering dijumpai yaitu sekitar 80% dari semua penderita. Tuberkulosis yang menyerang jaringan paru-paru ini merupakan satu-satunya bentuk dari tuberkulosis yang mudah tertular ke orang lain, selama kuman tersebut dapat keluar dari si penderita.

b. Tuberkulosis ekstra paru

Penyakit ini adalah salah satu bentuk penyakit TB yang menyerang organ tubuh lain, selain paru-paru, seperti pleura, kelenjer limfe, persendian tulang belakang, saluran kencing dan susunan saraf pusat. Dengan demikian, penyakit tuberkulosis ini dinamakan penyakit yang tidak terpisahkan karena dapat menyerang seluruh organ dalam tubuh manusia secara bertahap (Damanik, 2019).

4. Gejala Tuberkulosis

Terdapat 2 gejala dalam infeksi aktif tuberkulosis paru, yaitu sebagai berikut :

a. Gejala Klinis (Gejala Respiratorik)

Batuk, batuk berdarah, sesak napas dan nyeri dada merupakan gejala klinis tuberkulosis paru. Batuk baru muncul apabila proses penyakit sudah melibatkan bronkus. Batuk mula-mula terjadi oleh karena iritasi bronkus, selanjutnya akibat adanya peradangan pada bronkus,

batuk akan menjadi produktif. Batuk produktif ini berguna untuk membuang produk-produk ekskresi peradangan. Dahak dapat bersifat mukoid atau purulen. Batuk berdarah dapat terjadi akibat dari pecahnya pembuluh darah. Berat maupun ringannya batuk darah yang timbul, tergantung dari besar kecilnya pembuluh darah yang pecah. Batuk darah tidak selalu muncul akibat pecahnya aneurisme pada dinding kavitas, juga dapat terjadi karena ulserasi pada mukosa bronkus. Gejala sesak napas ditemukan pada penyakit yang lanjut dengan kerusakan paru yang cukup luas. Pada awal gejala ini tidak pernah ditemukan. Gejala nyeri dada timbul apabila sistem persyarafan yang terdapat di pleura terkena, gejala ini dapat bersifat lokal atau pleuritik.

b. Gejala Umum

Gejala umum yang sering ditemukan pada penderita tuberkulosis paru, antara lain demam dan malaise. Demam merupakan gejala pertama dari tuberkulosis paru, biasanya muncul pada sore dan malam hari disertai dengan keringat mirip demam influenza yang segera mereda tergantung dari daya tahan tubuh dan virulensi kuman, serangan demam yang berikut dapat terjadi setelah 3 bulan, 6 bulan dan 9 bulan. Tuberkulosis dapat menyebabkan radang, maka dapat terjadi rasa tidak enak badan, pegal-pegal, nafsu makan berkurang, badan makin kurus, sakit kepala, mudah lelah pada

wanita kadang-kadang dapat terjadi gangguan siklus haid (Damanik, 2019).

5. Cara Penularan

Tuberkulosis (TB) ditularkan melalui udara (melalui dahak penderita TB). Ketika penderita TB batuk, bersin, berbicara atau meludah, mereka memercikkan kuman TB ke udara. Pada umumnya droplet yang infeksius dapat bertahan dalam beberapa jam sampai hari dan akhirnya ditiup oleh angin. Infeksi terjadi jika seseorang menghirup droplet yang mengandung kuman TB dan akhirnya masuk ke dalam alveoli. Respon imun terbentuk 2-10 minggu setelah terinfeksi. Sejumlah kuman akan tetap berkembang selama bertahun-tahun yang biasa disebut infeksi laten. Ketika penderita tuberkulosis paru batuk, bersin, atau berbicara saat berhadapan dan terhirup pada paru orang yang sehat masa inkubasinya selama 3-6 bulan. Setelah kuman TB masuk ke dalam tubuh manusia melalui pernafasan, kuman TB tersebut dapat menyebar dari paru ke bagian tubuh lainnya melalui sistem peredaran darah, sistem saluran limfe, saluran pernafasan, atau penyebaran langsung ke bagian-bagian tubuh lainnya.

6. Pencegahan

Untuk mencegah penularan *Mycobacterium tuberculosis* dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu dengan cara :

- a. Pencegahan primer

Pencegahan primer dilakukan untuk mencegah suatu penyebaran ataupun mencegah terjadinya suatu penyakit. Mencakup beberapa hal yaitu host (individu yang diinfeksi), lingkungan dan agent (*Mycobacterium Tuberculosis*).

1.) Host

Hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah penularan penyakit tuberkulosis ialah dengan vaksinasi BCG sejak awal kelahiran dan daya tahan tubuh dari individu yang masih sehat. Diperlukan juga status gizi yang baik untuk menghasilkan imunitas yang baik pula. Pencegahan penularan penyakit TB Paru juga dapat dipengaruhi oleh jenis kelamin, umur dan pendidikan. Perempuan biasanya cenderung menggunakan emosionalnya. Aspek emosional ini berkaitan dengan penilaian terhadap apa yang diketahuinya dan apa yang dilakukannya. Umur mempengaruhi tindakan pencegahan penularan TB Paru yang berhubungan dengan kedewasaan mental dalam melakukan tindakan pencegahan penularan tersebut. Pendidikan mempengaruhi pengetahuan seseorang. Lebih tinggi pendidikan, maka biasanya lebih banyak pengetahuan yang didapat, termasuk pengetahuan mengenai pola suatu penyakit. Dapat disimpulkan jenis kelamin, usia dan pendidikan berhubungan dengan pengetahuan dan selanjutnya diolah menjadi suatu penilaian akan sikap yang baik terhadap tindakan pencegahan

penularan TB Paru. Oleh karena itu, perlu diberikan edukasi pada semua golongan jenis kelamin, usia dan pendidikan, untuk meningkatkan pengetahuan akan penyakit TB Paru ini, termasuk penyebab, cara penularan, sikap individu mengenai penyakit TB Paru dan tindakan pencegahan penularan oleh penderita TB Paru sendiri seperti kebiasaan untuk menutup mulut saat batuk dan bersin, memakai masker, membuang sputum di bawah air yang mengalir atau membuang sputum pada wadah yang tertutup dan mencuci kembali wadah dengan deterjen. Deterjen/sabun yang digunakan untuk mencuci tangan dan mencuci wadah yang mengandung *Mycobacterium tuberculosis* ini dapat merusak lapisan lipid pada membran sel tersebut sehingga virulensi bakteri berkurang dan resiko penularannya lebih rendah.

2.) Lingkungan

Pencegahan primer dari lingkungan adalah dengan cara meningkatkan kualitas rumah tinggal dengan penyediaan ventilasi untuk sirkulasi udara, mendapatkan paparan sinar matahari yang cukup di rumah, menjaga agar keadaan rumah tidak lembab dan lain sebagainya. Hal ini juga harus diikuti dengan tindakan membuka jendela rumah baik untuk sirkulasi udara ataupun tempat masuknya sinar matahari.

3.) Agent (*Mycobacterium tuberculosis*)

Seseorang dapat terinfeksi TB Paru, tergantung pada jumlah droplet nuklei yang terhirup dan masuk ke saluran nafas serta tinggi/rendahnya virulensi dari bakteri. Pada etiologi, sudah dijelaskan bahwa *Mycobacterium tuberculosis* adalah bakteri yang bersifat aerob (membutuhkan oksigen untuk hidup), sehingga menular melalui udara dan masuk ke dalam paru-paru. Pencegahan dapat dilakukan dengan memberi edukasi pada penderita TB Paru untuk menutup mulut saat batuk dan bersin, memakai masker dan tidak membuang dahak di sembarang tempat, sehingga tidak terjadi penyebaran agent (*Mycobacterium tuberculosis*) melalui udara.

b. Pencegahan sekunder

Pencegahan sekunder dilakukan dengan menemukan kasus TB Paru melalui anamnesis, pemeriksaan fisik, pemeriksaan sputum dan foto thorax. Kasus TB Paru yang ditemukan kemudian selanjutnya diberikan obat anti tuberkulosis agar memperoleh kesembuhan sehingga tidak menularkan penyakit TB Paru tersebut. Beberapa macam kasus TB Paru yang dapat ditemukan untuk dilakukan adalah sebagai berikut:

1.) TB Paru kasus baru

TB paru kasus baru ditangani dengan pemberian obat anti tuberkulosis yaitu Rifampisin, Isoniazid, Pirazinamid dan Etambutol selama 6 bulan.

2.) TB Paru kasus kambuh

Kasus ini adalah penderita TB Paru yang sebelumnya pernah mendapat pengobatan TB dan dinyatakan sudah sembuh namun kembali berobat dengan pemeriksaan TB Paru yang positif. Pengobatan pada kasus ini, dengan pemberian 4 macam obat anti tuberkulosis pada fase intensif 3 bulan dan pengobatan lanjutan selama 6 bulan. Obat anti tuberkulosis yang digunakan adalah Rifampisin, Isoniazid, Pirazinamid dan Etambutol.

3.) TB Paru kasus gagal pengobatan

Kasus ini adalah penderita TB Paru yang masih tetap positif atau kembali menjadi positif pada akhir bulan ke 5 pengobatan. Pengobatan diberikan berdasarkan hasil uji resistensi dengan minimal menggunakan 4 – 5 obat anti tuberkulosis dan minimal 2 obat anti tuberkulosis yang masih sensitif. Obat anti tuberkulosis yang diberikan berupa Rifampisin, Isoniazid, Pirazinamid, Etambutol dan Streptomisin selama 8 bulan dengan kombinasi obat dan waktu yang berbeda.

4.) Pencegahan tersier (rehabilitasi)

Hal ini dilakukan untuk mengatasi/mencegah kematian yang dapat disebabkan oleh penyakit TB Paru, sasaran dari pencegahan tersier dilakukan pada penderita TB Paru yang sudah parah atau yang sudah mengalami komplikasi agar tetap diberikan terapi pengobatan dan pengawasan.

B. Obat Anti Tuberkulosis (OAT)

1. Jenis-jenis obat anti tuberkulosis

Antibiotik sintetik dan anti infeksi digunakan dalam pengobatan tuberkulosis untuk membunuh bakteri *Mycobacterium*. Aktivitas membunuh bakteri, aktivitas mensterilkan, dan aktivitas mencegah resistensi merupakan tiga mekanisme yang mendasari aktivitas obat TB. Isoniazid, Ethambutol, Rifampicin, Pyrazinamide, dan Streptomisin adalah obat yang umum digunakan. Obat primer adalah nama yang diberikan untuk golongan obat ini. Isoniazid merupakan obat TBC yang paling kuat dalam membunuh mikroba dibandingkan dengan Rifampisin dan Streptomisin. Agen sterilisasi yang paling ampuh adalah Pirazinamid dan Rifampisin.

Sementara itu, obat lain seperti Natrium Para Amino Salisilat, Kapreomisin, Sikoserin, Etionamid, Kanamisin, Rifapentin, dan Rifabutin juga sudah digunakan. Ketika obat utama resisten, maka biasanya digunakan Natrium Para Amino Salisilat, Kapreomisin, Sikloserin, Etionamid, dan Kanamisin karena umumnya obat-obat tersebut lebih beracun dan kurang efektif. Sementara itu, Rifabutin dan

Rifapentin digunakan dalam kombinasi dengan Rifamisin untuk mengobati TB (Marfunga, 2015).

2. Pengobatan Tuberkulosis

Pengobatan tuberkulosis paru menggunakan Obat Anti Tuberkulosis (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 :
 - 1.) 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.
 - 2.) 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.

3.) Tahap pemulaan diberikan setiap hari selama 2 bulan :

- a) INH : 300 mg – 1 tablet
- b) Rifampisin : 450 mg – 1 kaplet
- c) Pirazinamid : 1500 mg- 3 kaplet
- d) Etambutol : 750 mg – 3 kaplet

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

- a) INH : 600 mg -2 tablet
- b) Rifampisin : 450 mg – 1 kaplet.

3. Tujuan Pengobatan

Tujuan pengobatan pasien TBC adalah :

- a. Menyembuhkan pasien dan meningkatkan produktivitas dan kualitas hidup.
- b. Mencegah kematian terkait TB atau dampak buruk selanjutnya
- c. Mencegah kekambuhan TB .
- d. Mengurangi penularan TB.
- e. Mencegah terjadinya dan penularan TB resisten obat.

C. Hemoglobin

1. Pengertian Hemoglobin

Hemoglobin merupakan protein utama tubuh manusia yang berfungsi sebagai pengangkut oksigen ke jaringan dan media transport karbondioksida dari jaringan tubuh ke paru - paru, pengangkutan oksigen berdasarkan atas interaksi kimia antara molekul oksigen hem terkemas rapi didalam selubung suatu protein yang disebut globin dengan demikian, struktur eritrosit yang halus tersebut dimaksudkan untuk mengangkut oksigen dan mempertahankan hemoglobin. Sintesis heme dan globin juga diatur, pada bagian hem pada hemoglobin terdiri dari sebuah struktur cincin porfirin yang mengandung besi (ferro), kandungan zat besi yang terdapat dalam hemoglobin membuat darah berwarna merah dan Bagian globin adalah suatu protein yang terdiri dari dua pasang rantai asam amino yang disebut alfa dan beta.

Didalam menjalankan fungsinya membawa oksigen keseluruhan tubuh, hemoglobin di dalam sel darah merah mengikat oksigen melalui suatu ikatan kimia khusus. Reaksi tersebut $Hb + O_2 \leftrightarrow HbO_2$ yang dapat berlangsung dalam 2 arah, reaksi yang berlangsung dalam arah ke kanan merupakan reaksi penggabungan atau asosiasi terjadi dalam alveolus paru-paru, tempat berlangsungnya pertukaran udara antara tubuh dengan lingkungan sebaliknya, reaksi yang berjalan dari kiri ke kanan merupakan reaksi penguraian atau disosiasi, terutama terjadi di dalam berbagai jaringan. Hemoglobin yang tidak atau belum mengikat oksigen disebut deoksihemoglobin (deoksi Hb atau Hb saja), sedangkan hemoglobin yang mengikat oksigen disebut oksihemoglobin (HbO_2).

2. Kadar Hemoglobin dan Faktor Yang Mempengaruhinya

Nilai batas normal kadar hemoglobin untuk pria dewasa adalah 13,2 – 17,3 g/dL dan untuk wanita dewasa adalah 11,7 – 15,5 g/dL.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhinya :

a. Perdarahan

Ketika tubuh kehilangan darah dalam waktu lama tubuh tidak dapat menyerap cukup zat besi. Saat mengalami perdarahan yang cepat, tubuh akan berusaha mengganti cairan plasma dalam waktu satu sampai tiga hari yang akan membuat konvergensi sel eritrosit menjadi rendah. Konsentrasi sel darah merah akan kembali normal jika perdarahan tidak berlanjut dalam tiga sampai enam minggu. Sel-sel tersebut kemudian membentuk eritrosit, yang lebih kecil dari biasanya dan hanya mengandung sedikit hemoglobin. Anemia dapat terjadi akibat situasi ini.

b. Kelainan pada sel eritrosit

Gangguan eritrosit sering diwariskan. Karena kerapuhannya, sel eritrosit mudah pecah ketika melewati kapiler, terutama limpa. Sel eritrosit abnormal dengan ukuran sangat kecil dan berbentuk bola. Jika memiliki kondisi ini, anemia berat dapat terjadi.

c. Usia

Seiring bertambahnya usia manusia, kemampuan organ manusia juga akan mengalami penurunan fisiologis, mengingat penurunan sumsum tulang yang memproduksi sel eritrosit. Selain itu, kapasitas sistem pencernaan untuk menyerap nutrisi penting, terutama zat besi, menurun. sehingga lansia lebih cenderung mengalami penurunan kadar Hb saat terjadi perdarahan atau saat melakukan aktivitas berat. Karena efek kekurangan oksigen pada organ jika kompensasi kardiovaskular normal terganggu, orang lanjut usia memiliki toleransi yang buruk terhadap penurunan kadar Hb.

d. Aktivitas fisik

Olahraga dan aktivitas fisik berat lainnya dapat meningkatkan kemungkinan kadar hemoglobin rendah. Hal ini karena saat berolahraga membangun kebutuhan metabolisme sel otot. Di mana sistem metabolisme tubuh membutuhkan oksigen yang cukup, hemoglobin mengangkutnya.

3. Pemeriksaan Hemoglobin

Metode pemeriksaan kadar hemoglobin :

a. Metode Cyanmethemoglobin.

1.) Prinsip

Dalam larutan yang mengandung kalium sianida dan kalium ferisianida, hemoglobin diubah menjadi cyanmethemoglobin, juga dikenal sebagai hemoglobin sianida. Pada panjang

gelombang 540 nm, larutan diukur dengan membandingkan intensitas cahaya yang diserap dengan intensitas cahaya datang.

- 2.) Alat dan Bahan : spuit, torniquet, spektrofotometer, kapas alkohol 70%, rak tabung, plester.
- 3.) Reagen : Larutan Drabkin
- 4.) Prosedur :
 - a) Dimasukkan 5 ml larutan drapkin kedalam tabung kuvet,
 - b) Dipipet 20 ul darah menggunakan pipet hemoglobin,
 - c) Dibersihkan bagian luar pipet menggunakan tisu kemudian dimasukkan darah kedalam kuvet dengan membilasnya,
 - d) Dicampur isi tabung dengan cara membalikkannya beberapa kali, baca dalam spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm. Sebagai blanko gunakan larutan drabkin.

b. Metode Sahli

Metode paling sederhana, metode Sahli, sering digunakan di laboratorium.

1.) Prinsip

Dengan HCl, hemoglobin dihidrolisis untuk menghasilkan globin ferroheme. O₂ di udara mengoksidasi ferroheme menjadi ferriheme, yang segera bereaksi dengan ion Cl⁻ membentuk ferrihemechlorid, juga dikenal sebagai hematin atau hemin, zat berwarna coklat. Variasi yang dibingkai dikontraskan dan nada standar (hanya dengan mata telanjang). Perubahan ragam Hemin

dilakukan dengan cara melemah menjadi ragam yang serupa sebagai nada standar.

- 2.) Alat dan Bahan : Tabung sahli, standard sahli, pipet sahli, dan batang pengaduk.
- 3.) Reagen : Larutan HCl dan Aquadest
- 4.) Prosedur :
 - a) Dimasukkan HCl 0,1 N kedalam tabung pengencer haemometer sampai tanda 2,
 - b) Dihisap darah pipet hemoglobin hingga garis 0,5 ul,
 - c) Dihapus kelebihan darah bagian luar pipet,
 - d) Darah dialirkan kedalam tabung, dibilas dengan larutan Hcl 0,1N dihomogenkan, lalu ditambahkan aquadest sedikit demi sedikit sampai warna terlihat sama.

c. Hematologi Analyzer

Metode ini merupakan standar emas untuk menentukan konsentrasi hemoglobin.

Penganalisis hematologi memudahkan untuk mengukur kadar hemoglobin, dan hasilnya lebih akurat daripada metode pengukuran hemoglobin lainnya .

1.) Prinsip

Alat ini bekerja dengan mengukur sel darah secara otomatis berdasarkan impedansi arus listrik atau berkas cahaya yang

melewati sel, serta interaksi panjang gelombang cahaya tertentu dengan larutan atau sampel yang dilaluinya. Mirip dengan flow cytometer, instrumen ini beroperasi. Jumlah dan sifat sel (cyto) yang diselubungi oleh aliran cairan (flow) melalui celah sempit dapat diukur dengan menggunakan flow cytometry. Alat ini juga dapat memberikan informasi di dalam sel, termasuk nukleus (Ernawati, 2019).

2.) Alat : Hematologi analyzer

3.) Prosedur :

- a) Darah vena diambil menggunakan spuit, lalu dimasukkan kedalam tabung EDTA lalu dihomogenkan,
- b) Dihidupkan alat dengan menekan tombol ON dan ditunggu alat nya ready,
- c) Dilengkapi data pasien dengan menekan menu work list seperti nama, umur, jenis kelamin,
- d) Dipilih jenis pemeriksaan CBC, CBC/DIFF, atau CBC/DIF/REF, ditekan tombol start switch sampai tube holder keluar,
- e) Sampel yang akan diperiksa di homogenisasikan dengan baik, dibuka tutupnya dan letakkan di atas sampel tube holder,

- f) Ditekan tombol start switch, kemudian sampel tube holder masuk kedalam alat, terdengar bunyi beep 1x dan lampu indikator menjadi hijau,
- g) Akan terdengar bunyi beep 2x setelah sampel diaspirasikan dan lampu indikator mati,
- h) Dari alat sample tube holder akan keluar dan dikeluarkan sampel dari sample tube holder, secara otomatis alat akan mencetak hasil pemeriksaan.

d. *Metode Point Care Of Testing (POCT)*

POCT adalah pemeriksaan medis langsung yang hanya membutuhkan sedikit sampel darah.

- 1.) Prinsip Sampel darah diaplikasikan pada area aplikasi menggunakan mikropipet. Intensitas warna (*colorimetric*) diukur pada sampel (surfaktan bereaksi dengan sel darah merah, reaksi non enzim). Intensitas warna merah meningkat sesuai konsentrasi substansi yang dianalisa.
- 2.) Alat dan Bahan : POCT dan Strip test Hb
- 3.) Prosedur :
 - a) Dipersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan,
 - b) Memastikan untuk mencocokkan nomor chip kode dengan nomor kode yang ditulis pada strip tes,
 - c) Memasukkan chip kode,

- d) Memasukkan strip tes sampai ada suara 'bip' dan diperiksa nomor kode pada botol strip tes,
- e) Dengan menggunakan mikropipet, sampel darah dipipet sebanyak (7 uL). Tabung transfer darah ditekan untuk memasukkan darah pada strip tes sehingga darah terserap kedalam strip tes. Hasil pengukuran akan ditampilkan dalam 5 detik.

Meskipun pengambilan sampel darah dari kapiler dan vena memiliki dampak, metode pemeriksaan hemoglobin POCT biasanya memberikan hasil yang lebih tinggi daripada metode cyanmethemoglobin. Misalnya, ketika darah kapiler diambil, cairan sel dipijat terlebih dahulu, sehingga menghasilkan darah yang lebih tipis dari pembuluh darah.

D. Hematokrit

1. Pengertian Hematokrit

Kata *heam* yang berarti darah dan *krinein* yang berarti memisahkan merupakan akar kata dari hematokrit. Hematokrit juga merupakan salah satu metode yang paling teliti dan simple dalam deteksi dan mengukur derajat anemia dan polisitemia. Nilai hematokrit adalah persentase volume total eritrosit dalam 100 mililiter darah. Biasanya, nilainya ditentukan oleh darah vena atau kapiler (Ernawati, 2019).

Nilai hematokrit dapat digunakan sebagai tes skrining sederhana untuk anemia, sebagai referensi kalibrasi untuk metode otomatis hitung

sel darah, dan secara kasar untuk membimbing kecuratan pengukuran hemoglobin. Pemeriksaan hematokrit menggambarkan komposisi eritrosit dan plasma di dalam tubuh (Permana, 2022).

2. Kadar Hematokrit Faktor Yang Mempengaruhinya

Nilai batas normal kadar hematokrit untuk pria dewasa adalah 40 – 52% dan untuk wanita dewasa adalah 35 – 47%.

Berikut ini adalah beberapa faktor yang mempengaruhi pemeriksaan hematokrit :

a. Faktor Invivo

a. Eritrosit

Komponen ini sangat penting dalam penilaian hematokrit karena eritrosit adalah sel yang diperkirakan dalam penilaian ini. Polisitemia dapat menyebabkan peningkatan hematokrit, atau jumlah sel darah merah dalam darah, sedangkan anemia dapat menyebabkan penurunan hematokrit, atau jumlah sel darah merah dalam darah.

b. Viskositas Darah

Hubungan antara hematokrit dan kekentalan darah adalah bahwa hematokrit yang lebih tinggi dan lebih banyak pergeseran antar lapisan darah tercermin dalam persentase sel darah yang lebih tinggi. Viskositas ditentukan oleh pergeseran ini. Akibatnya, ketika hematokrit naik, kekentalan darah naik drastis.

c. Plasma

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

b. Faktor Invitro

1.) Pemusingan / sentrifugasi

Posisi silinder halus yang salah pada jari-jari rotator dan segel yang kurang dapat menyebabkan pembacaan hematokrit yang sangat tinggi. Tujuan dari kecepatan dan waktu putaran centrifuge adalah untuk memaksimalkan pepadatan eritrosit. Akibatnya, itu harus diatur dengan benar. Penggunaan microcentrifuge jangka panjang menyebabkannya memanaskan, yang dapat menyebabkan hemolisis dan nilai hematokrit yang salah.

2.) Antikoagulan

Konsentrasi antikoagulan kurang dari 1,5 mg/ml Na₂ EDTA, atau K₂ EDTA menyebabkan eritrosit, mengakibatkan penurunan hemoglobin.

3.) Pembacaan yang tidak akurat

4.) Sebelum dilakukan pemeriksaan, bahan pemeriksaan tidak dicampur sampai homogen

5.) Tidak ada tabung hematokrit yang kering dan bersih

6.) Suhu dan lama penyimpanan sampel

Bahan pemeriksaan harus segera diperiksa, dalam hal pemeriksaan ditunda, sampel harus disimpan selama 24 jam pada suhu 4 derajat Celcius untuk memberikan nilai hematokrit yang lebih tinggi (Ernawati, 2019).

3. Pemeriksaan Hematokrit

Berbagai jenis tes hematokrit

a. Pemeriksaan Hematokrit Metode Makrohematokrit (Wintrobe)

Spesimen : Darah vena (EDTA atau Heparin)

Alat : Tabung wintrobe dan sentrifuge

Prosedur :

- 1.) Darah dimasukkan ke dalam tabung wintrobe sampai batas 0 atau 10
- 2.) Dua tabung wintrobe diletakkan pada sentrifuge secara bersebrangan kemudian di sentrifuge dengan kecepatan 3000 rpm selama 30 menit
- 3.) Setelah selesai sentrifuge, tabung diangkat
- 4.) Dibaca hasil ketinggian eritrosit pada skala tabung.
- 5.) Pemeriksaan Hematokrit dengan Metode Mikrohematokrit

Spesimen : Darah vena (EDTA) atau darah kapiler

Alat : Tabung mikrohematokrit, Dempul, Sentrifuge dan alat pembaca.

Prosedur :

- 1.) Darah dimasukkan ke dalam tabung mikrohematokrit sampai 2 per tiga atau tiga per empat bagian tabung.
 - 2.) Salah satu ujung dengan dempul ditutup
 - 3.) Tabung tersebut diletakkan pada sentrifuge dengan semimbang dan diputar dengan kecepatan 1.500 rpm selama 5 menit.
 - 4.) Setelah disentrifuge, tabung diangkat
 - 5.) Hasil diperoleh dengan cara mengukur ketinggian eritrosit pada alat ukur.
- b. Pemeriksaan Hematokrit Metode Hematology Analyzer
- Spesimen : Darah vena (antikoagulan EDTA)
- Alat dan bahan : Sduit, tabung vakum, kapas alkohol 70%
- Prosedur :
- 1.) Alat dan bahan disiapkan
 - 2.) Dihubungkan kabel dengan stabilisator
 - 3.) Alat dihidupkan dengan menekan tombol on/off
 - 4.) Pada alat akan muncul self check, pesan “please wait”
 - 5.) Secara otomatis alat akan melakukan self check lalu background check
 - 6.) Alat dipastikan dalam posisi siap
 - 7.) Dihomogenkan sampel darah dengan antikoagulan
 - 8.) Pada layar, ditekan “whole blood atau WB
 - 9.) Ditekan tombol ID dan memasukkan nomor sampel lalu ditekan enter

- 10.) Penutup tabung vakum dibuka kemudian diletakkan pada adaptor
- 11.) Ditekan tombol “RUN” dan tabung vakum ditutup kembali
- 12.) Secara otomatis hasil akan muncul pada layar
- 13.) Mencatat atau mencetak hasil pemeriksaan.

E. Hubungan Pemeriksaan Dengan Lama Pengobatan Tuberkulosis

1. Hubungan Hemoglobin Dengan Lama Pengobatan Tuberkulosis

Kadar hemoglobin merupakan indikator untuk menentukan seseorang menderita anemia atau tidak. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Kalma, dkk (2019), diungkapkan bahwa penderita TB lebih banyak memiliki kadar hemoglobin normal dibandingkan anemia. Namun dalam penelitian ini kadar hemoglobin berdasarkan jenis kelamin menjadi nilai rujukan, sehingga diperoleh hasil bahwa laki-laki memiliki kadar hemoglobin lebih banyak normal dibandingkan perempuan banyak mengalami anemia. Hal ini terlihat pada pengobatan 2 bulan diantaranya semua lelaki normal kadar hemoglobin, dibandingkan perempuan. Sedangkan pengobatan 4 bulan dan 6 bulan hampir semua kadar hemoglobin normal (Kalma, dkk, 2019).

Anemia adalah kondisi hematologi yang sering menyerang penderita tuberkulosis paru. Secara umum, ada tiga kelainan utama yang berperan dalam patogenesis anemia kronis: lisis eritrosit dini, gangguan atau penurunan respons eritropoietin di sumsum tulang, dan gangguan metabolisme yang disebabkan oleh gangguan reutilisasi besi.

Anemia dapat terjadi akibat infeksi kronis apa pun, termasuk TB. Kondisi ini diduga akibat respon imun, di mana sel-sel tubuh melepaskan sitokin untuk membantu pemulihan atau pertahanan tubuh melawan infeksi. Namun, fungsi normal tubuh juga dapat dipengaruhi oleh produksi sitokin tersebut (Sogen, 2019).

2. Hubungan Hematokrit Dengan Lama Pengobatan Tuberkulosis

Menurunnya nilai hematokrit pasien penderita tuberkulosis yang mendapatkan pengobatan hingga bulan ke 2 dan bulan ke 6, dominan terjadi pada laki-laki dengan usia 50 tahun keatas. Hal ini dipengaruhi oleh kebiasaan merokok yang buruk yang sering dilakukan oleh laki-laki dan juga dipengaruhi oleh turunnya daya respon imunitas tubuh. Kebiasaan merokok dapat mengakibatkan turunnya nilai hematokrit dalam sel darah. Turunnya daya tahan tubuh mengakibatkan bakteri *Mycobacterium tuberculosis* semakin merajalela. Kepatuhan dan lamanya penderita tuberkulosis mengkonsumsi obat juga mempengaruhi nilai hematokrit tersebut. Pasien yang masih termasuk dalam usia muda dan masih memiliki sistem imun yang tinggi perilaku mengonsumsi OAT yang tidak terlalu lama tidak akan mempengaruhi jumlah sel-sel darah.

Lamanya minum obat musuh tuberkulosis dapat mempengaruhi penurunan trombosit, khususnya hemoglobin darah dan trombositopenia, yang akan menyebabkan penurunan nilai hematokrit. Nilai hematokrit akan bernilai normal apabila tidak terdapat kelainan pada trombosit dalam tubuh pasien karena trombosit tersebut erat hubungannya dengan

hematokrit. Akibatnya, dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai hematokrit yang normal menunjukkan nilai sel darah yang normal (Hutauruk, 2021).