

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Pengertian Darah

Darah berasal dari kata "*haima*", yang berasal dari akar kata hemo atau hemato. Merupakan suatu cairan yang berada di dalam tubuh yang berfungsi mengalirkan oksigen ke seluruh jaringan tubuh, mengirimkan nutrisi yang dibutuhkan sel-sel, dan menjadi benteng pertahanan terhadap virus dan infeksi. Darah adalah suatu jaringan tubuh yang ada di dalam pembuluh darah yang berwarna merah. Darah selamanya beredar di dalam tubuh karena adanya kerja atau pompa jantung selama darah berada dalam pembuluh darah, maka bisa menjadi beku (Syaifudin, 2006).

Darah pada tubuh manusia mengandung 55% plasma darah (cairan darah) dan 45% sel-sel darah (darah padat). Pasien dalam keadaan sehat maka volume darah konstan dan sampai batas tertentu diatur oleh tekanan osmotik dalam pembuluh darah dan jaringan. Keadaan jumlah tersebut pada tiap-tiap orang tidak sama, tergantung kepada umur, pekerjaan, keadaan jantung atau pembuluh darah (Pearce, 2008). Darah merupakan alat transportasi atau alat pengangkutan yang paling utama didalam tubuh kita. Nilai normal volume plasma dan volume eritrosit pada pria lebih tinggi daripada wanita. Nilai normal rata-rata volume eritrosit adalah sekitar 30 ml/kg pada pria dan sekitar 24 ml/kg pada wanita (Siti Boedina Kresno, 2008)

Ada beberapa fungsi penting yang harus dilakukan oleh darah di dalam tubuh manusia antara lain :

1. Mengangkut sari-sari makanan dari usus halus dan mengedarkannya keseluruh tubuh.
2. Mengangkut oksigen dari paru-paru serta mengedarkannya ke seluruh tubuh dan juga mengambil karbondioksida untuk dibawa ke paru-paru.
3. Mengangkut hormon dari pusat reproduksi hormon ke tempat tujuannya di dalam tubuh.

2.1.2 Definisi Laju Endap Darah (LED)

Laju Endap Darah adalah kecepatan mengendapnya sel darah merah yang diperiksa dalam suatu alat tertentu yang dinyatakan dalam mm / jam. Laju Endap Darah (LED) atau dalam bahasa Inggrisnya Erythrocyte Sedimentation Rate (ESR) merupakan salah satu pemeriksaan rutin untuk mengetahui ada atau tidaknya peradangan dalam tubuh seseorang. Proses pemeriksaan sedimentasi (pengendapan) darah diukur dengan memasukkan darah ke dalam tabung khusus selama satu jam. Makin banyak sel darah merah yang mengendap maka makin tinggi Laju Endap Darah (LED)-nya. Proses pengendapan darah terjadi dalam 3 tahap yaitu tahap pembentukan rouleaux, tahap pengendapan dan tahap pepadatan. Di laboratorium cara untuk memeriksa Laju Endap Darah (LED) yang sering dipakai adalah cara Wintrobe dan cara Westergreen. Nilai rujukan metode wintrobe pada wanita 0-20 mm/jam dan pria 0-10 mm/jam. Nilai rujukan metode Westergreen wanita 0-15 mm/jam dan pria 0-10 mm/jam. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi Laju Endap Darah (LED) adalah faktor eritrosit, faktor

plasma dan faktor teknik. Jumlah eritrosit/ul darah yang kurang dari normal, ukuran eritrosit yang lebih besar dari normal dan eritrosit yang mudah beraglutinasi akan menyebabkan Laju Endap Darah (LED) cepat. Pembentukan rouleaux tergantung dari komposisi protein plasma. Peningkatan kadar fibrinogen dan globulin mempermudah pembentukan rouleaux sehingga Laju Endap Darah (LED) cepat sedangkan kadar 6 albumin yang tinggi menyebabkan Laju Endap Darah (LED) lambat.

Tinggi rendahnya nilai pada Laju Endap Darah (LED) sangat dipengaruhi oleh keadaan tubuh kita, terutama saat terjadi radang. Beberapa kondisi tertentu seperti lansia, orang hamil, anemia, kanker, penyakit Thyroid, diabetes, kecanduan obat narkotika maupun orang yang sedang mengalami haid ditemukan nilai LED yang tinggi. Jadi orang normal pun bisa memiliki Laju Endap Darah yang tinggi dan sebaliknya bila Laju Endap Darah normal pun belum tentu tidak ada masalah. Pemeriksaan Laju Endap Darah masih termasuk pemeriksaan penunjang yang mendukung pemeriksaan fisik dan anamnesis dari dokter. Dokter akan melakukan pemeriksaan tambahan lain, bila nilai Laju Endap Darah di atas normal. Laju Endap Darah bisa digunakan untuk melihat perkembangan dari suatu penyakit. Penurunan Laju Endap Darah dapat dikatakan proses penyembuhan atas suatu penyakit berjalan dengan baik (Depkes, 1992).

Laju Endap Darah terutama mencerminkan perubahan protein plasma yang terjadi pada infeksi akut maupun kronik, proses degenerasi dan penyakit limfoproliferatif. Peningkatan Laju Endap Darah merupakan respon yang tidak spesifik terhadap kerusakan jaringan dan merupakan petunjuk adanya penyakit,

bila dilakukan secara berulang Laju Endap Darah dapat dipakai untuk menilai perjalanan penyakit seperti tuberkulosis, demam rematik, artritis dan nefritis. Laju Endap Darah yang cepat menunjukkan suatu lesi yang aktif, peningkatan Laju Endap Darah dibandingkan sebelumnya menunjukkan proses yang meluas, sedangkan Laju Endap Darah yang menurun dibandingkan sebelumnya menunjukkan suatu perbaikan. Pemeriksaan Laju Endap Darah harus dikerjakan dalam waktu 2 jam setelah pengambilan darah, karena darah yang di biarkan terlalu lama akan berbentuk sferik sehingga sulit membentuk rouleaux dan hasil pemeriksaan Laju Endap Darah menjadi lebih lambat.

2.1.3 Fase – Fase Laju Endap Darah

a. Fase pertama (fase pembentukan rouleaux)

Fase pembentukan rouleaux terjadi rouleaux formasi yaitu eritrosit mulai saling menyatukan diri. Waktu yang dibutuhkan adalah dari beberapa menit hingga 30 menit. Adanya makromolekul dengan konsentrasi tinggi di dalam plasma, dapat mengurangi sifat saling menolak di antara sel eritrosit, dan mengakibatkan eritrosit lebih mudah melekat satu dengan yang lain, sehingga memudahkan terbentuknya rouleaux. Rouleaux adalah gumpalan eritrosit yang terjadi bukan karena antibodi atau ikatan konvalen, tetapi karena saling tarik-menarik di antara permukaan sel. Bila perbandingan globulin terhadap albumin meningkat atau kadar fibrinogen sangat tinggi, pembentukan rouleaux dipermudah hingga LED meningkat.

b. Fase kedua (fase pengendapan cepat)

Fase pengendapan cepat disebut juga fase pengendapan maksimal, karena telah terjadi agregasi atau pembentukan rouleaux atau dengan kata lain partikel partikel eritrosit menjadi lebih besar dengan permukaan yang lebih kecil sehingga menjadi lebih cepat pula pengendapannya. Kecepatan pengendapan pada fase ini adalah konstan. Waktunya 30 menit sampai 120 menit.

c. Fase ketiga (fase pengendapan lambat/ pematatan)

Fase pengendapan lambat terjadi pengendapan eritrosit yang sangat lambat. Dalam keadaan normal dibutuhkan waktu setengah jam hingga satu jam untuk mencapai fase ketiga tersebut. Pengendapan eritrosit disebut sebagai laju endap darah dan dinyatakan dalam mm/ljam.

2.1.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Nilai LED

Kadar fibrinogen, rasio sel darah merah terhadap plasma darah, keadaan sel darah merah yang abnormal, dan faktor teknis. Kadar fibrinogen dalam darah akan meningkat saat terjadi radang atau infeksi dan menyebabkan sel-sel darah merah lebih mudah membentuk rouleaux atau menggumpal sehingga sel darah merah lebih cepat mengendap.

a. Kadar fibrinogen

Fibrinogen merupakan protein yang diproduksi oleh hati dan berfungsi untuk membantu proses pembekuan darah. Jumlah fibrinogen akan meningkat saat terjadi luka atau infeksi di dalam tubuh, dapat menyebabkan sel-sel darah merah saling mengikat satu sama lain dan membentuk gumpalan yang disebut rouleaux sehingga sel-sel darah merah akan menjadi lebih berat.

b. Rasio sel darah merah terhadap plasma

Saat rasio sel darah merah terhadap plasma darah cukup tinggi, maka dapat dikatakan bahwa jumlah komponen sel lebih banyak dibandingkan dengan komponen cair atau plasma sehingga komponen sel lebih berat dan lebih cepat mengendap. Beberapa protein plasma mempunyai muatan positif dan mengakibatkan muatan permukaan eritrosit menjadi netral. Protein plasma menyebabkan gaya menolak eritrosit menurun dan mempercepat terjadinya agregasi atau endapan eritrosit. Beberapa protein fase akut memberikan kontribusi terjadinya agregasi.

c. Keadaan sel darah merah yang abnormal

Keadaan sel darah merah yang tidak normal seperti pada penderita anemia sel sabit dapat menurunkan nilai Laju Endap Darah secara signifikan. Hal ini disebabkan oleh bentuk sel darah merah yang lebih kecil dan kurang beraturan sehingga sel darah merah menjadi lebih lambat saat mengendap. Masa hidup eritrosit hanya 120 hari atau 4 bulan kemudian eritrosit akan memecah dalam peralannya melalui pembuluh darah yang sempit. Sebagian besar eritrosit pecah didalam limpa karena terjepit sewaktu melewati pulpa merah limpa.

d. Faktor Teknis

Faktor teknis yang dapat mempengaruhi nilai Laju Endap Darah mencakup posisi dan tinggi tabung pengujian, proses pencampuran sampel darah dengan antikoagulan, serta pengaruh lingkungan terhadap tabung pengujian dalam proses pengamatan. Perhatian yang kurang terhadap hal-hal teknis tersebut dapat memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap nilai Laju Endap Darah. Tabung

harus betul-betul tegak lurus, perubahan dan menyebabkan kesalahan sebesar 30%. Selama pemeriksaan, rak tabung tidak boleh bergetar atau bergerak. Panjang diameter bagian dalam tabung Laju Endap Darah juga mempengaruhi hasil pemeriksaan. (Herdiman T. Pohan,2004).

2.1.5 Pemeriksaan LED dengan Metode Westergren

a. Antikoagulan dalam penetapan Laju Endap Darah, diperlukan darah yang tidak membeku, sehingga biasanya digunakan antikoagulan. Antikoagulan yang digunakan yaitu dengan menggunakan Natrium Sitrat 3,8%.

b. Prinsip Pemeriksaan Laju Endap Darah apabila darah yang dicampur dengan antikoagulan dimasukkan ke dalam tabung westergren dan di diamkan dalam suhu kamar dan posisi tegak lurus selama satu menit, maka eritrosit akan mengendap di dasar tabung dan bagian atas tertinggal plasma.

c. Pengukuran Laju Endap Darah metode yang dipakai dalam pengukuran Laju Endap Darah ada dua cara yaitu secara makro dan mikro. Secara makro yaitu metode crista (Hellige volmer) dan metode landau. Kedua metode ini sangat kurang populer di Indonesia. Metode westergren didapat nilai yang lebih tinggi, hal itu disebabkan karena pipet westergren yang hampir dua kali panjang pipet wintrobe. Pembacaan metode westergren dilihat dengan panjangnya kolom plasma di atas tiang eritrosit dengan memperhatikan beberapa hal yaitu warna plasma di atas eritrosit, kejernihan plasma misalnya menjadi keruh oleh karena hiperlipemia, lapisan leukosit pada kolom eritrosit akan meningkat oleh leukositosa dan leukimia, tajamnya batas antara darah dan plasma yang menjadi tidak tajam oleh anisositosa (Wagener, 2002). Penting sekali untuk menaruh pipet

atau tabung LED dalam sikap tegak lurus, selisih kecil dari garis vertikal sudah dapat berpengaruh banyak terhadap hasil LED (R. Gandasoebrata, 2007).

2.1.6 Kesalahan Pemeriksaan LED

- a. Adanya gumpalan dalam darah sehingga menyebabkan hasil LED tidak betul.
- b. Gelembung-gelembung udara pada tabung sehingga menyebabkan adanya kesalahan.
- c. Kemiringan tabung LED.
- d. Temperatur ruang tinggi menyebabkan nilai LED meningkat dan penurunan temperatur ruangan yang besar menyebabkan nilai LED semakin turun.

2.1.7 Penyebab LED tinggi

Ada beberapa penyebab kenapa laju endap darah tinggi. Beberapa kondisi umum yang terkait dengan tingginya LED termasuk anemia, penyakit ginjal, limfoma, multiple myeloma, penuaan, kehamilan, arteries temporalis, penyakit tiroid dan jumlah eritrosit kurang dari normal.

2.1.8 Penyebab LED rendah

Ada beberapa penyebab kenapa laju endap darah rendah yaitu, gagal jantung kongestif, hipofibrinogemia, lekositosis berat, protein plasma rendah, polisitemia dan anemia sel sabits.

2.1.9 Polutan

Polutan adalah masuknya atau tercampurnya unsur-unsur berbahaya ke dalam atmosfer yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan, gangguan pada kesehatan manusia secara umum serta menurunkan kualitas lingkungan. Pencemaran udara juga berdampak bagi kesehatan, karena dapat mengganggu

sistem pernapasan, menimbulkan iritasi pada saluran nafas dan peradangan pada paru. Selain itu polutan juga dapat mengganggu sirkulasi dalam darah karena polutan mengandung zat-zat yang beracun yang dapat menyebabkan mengendapnya darah merah dan mempengaruhi kadar LED.

Secara sifat, polutan dapat dibedakan menjadi 4 yaitu :

- a. Polutan fisik yaitu polutan yang fisiknya mencemarkan lingkungan.

Contohnya: pecahan botol, pecahan keramik, besi tua.

- b. Polutan kimiawi yaitu polutan yang berbentuk senyawa kimia baik senyawa sintesis maupun yang alami, yang karena konsentrasinya cukup tinggi sehingga dapat menimbulkan pencemaran.

Contohnya: gas CO, CO₂, SO₄, timbal (Pb), merkuri

- c. Polutan biologis yaitu polutan yang berbentuk makhluk hidup yang dapat menimbulkan pencemaran.

Contohnya: bakteri *E. Coli*, tumbuhan gulma.

- d. Polutan sosial budaya yaitu polutan yang dapat berbentuk perilaku atau hasil budaya yang tidak sesuai dengan norma sosial budaya setempat, sehingga mengganggu kehidupan sosial budaya masyarakat.

Contohnya : anak-anak yang tawuran di daerah sekitar masyarakat.

2.1.10 Jenis-Jenis Bahan Pencemar

- a. Ozon merupakan oksidan fotokimia penting dalam troposfer. Terbentuk akibat reaksi fotokimia dengan bantuan polutan lain seperti NO_x, dan Volatile organic compounds. Pengaruhnya pada manusia dalam jangka pendek/akut dapat menginduksi inflamasi/peradangan pada paru dan mengganggu fungsi pertahanan

paru dan kardiovaskular. Dalam jangka panjang dapat menginduksi terjadinya asma, bahkan fibrosis paru.

b. Sulfur Dioksida (SO_2) Sulfur dioksida adalah gas yang tak berwarna pada suhu ruangan yang mudah dikenal dengan bau yang khas. Sulfur Dioksida dapat menimbulkan efek iritasi pada saluran nafas sehingga menimbulkan gejala batuk dan sesak nafas.

c. Nitrogen Oksida (N_2O) Nitrogen oksida sering disebut dengan NO_x , karena oksida nitrogen mempunyai 2 macam bentuk yang sifatnya berbeda, yaitu gas NO_2 dan gas NO . Sifat gas NO_2 adalah berwarna dan berbau, sedangkan gas NO tidak berwarna dan tidak berbau. Warna gas NO_2 adalah merah kecoklatan dan berbau tajam menyengat hidung. Dampak dari nitrogen oksida adalah dapat mengganggu sistem pernapasan (Ryadi, A.S, 2002).

2.1.11 Penyebab Pencemaran Udara

Penyebab pencemaran udara di Indonesia lebih dari 70% merupakan hasil emisi kendaraan bermotor. Kendaraan bermotor mengeluarkan zat-zat berbahaya yang dapat menimbulkan dampak negatif, baik terhadap kesehatan manusia maupun terhadap lingkungan. Zat berbahaya pada kendaraan bermotor antara lain timbal/timah hitam (Pb), oksida nitrogen (NO_x), hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO). Pencemaran lingkungan oleh timbal (Pb) banyak berasal dari aktifitas manusia yang mengekstraksi dan mengeksploitasi logam.

2.1.12 Dampak Pencemaran Udara

- a. Penipisan Ozon
- b. Pemanasan Global (Global Warming)
- c. Penyakit pernapasan, misalnya : jantung, paru-paru dan tenggorokan
- d. Terganggunya fungsi reproduksi
- e. Stres dan penurunan tingkat produktivitas
- f. Kesehatan dan penurunan kemampuan mental anak-anak
- g. Penurunan tingkat kecerdasan (IQ) anak-anak.

2.2 Kerangka Teori

