

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Darah

2.1.1 Pengertian Darah

Darah merupakan suatu jaringan tubuh yang terletak pada pembuluh darah yang warnanya merah. warna merah itu keadaannya tidak tetap tergantung pada banyaknya oksigen dan karbondioksida yang ada didalamnya. Darah juga disebut sebagai cairan jaringan tubuh. Fungsi utamanya adalah mengukur oksigen yang diperlukan oleh sel-sel diseluruh tubuh. Darah juga menyerupai jaringan tubuh dengan nutrisi, mengangkut zat-zat sisa metabolisme, dan mengandung berbagai bahan penyusun sistem imiu yang bertujuan mempertahankan tubuh dari berbagai penyakit.

Hormon-hormon dari sistem endokrin juga diedarkan melalui darah. Manusia memiliki sistem peredaran darah tertutup yang berarti darah mengalir dalam pembuluh darah dan disirkulasi oleh jantung. Darah dipompa oleh jantung menuju paru-paru untuk melepaskan sisa metabolisme berupa karbondioksida dan menyerap oksigen melalui pembuluh arteri pulmonalis, lalu dibawa kembali ke jantung melalui vena pulmonalis. Setelah itu darah dikirimkan keseluruh tubuh oleh saluran halus darah aorta. Darah juga mengangkut bahan-bahan sisa metabolisme, obat-obatan dan bahan kimia asing kehati untuk diuraikan dan keginjal untuk dibuang sebagai air seni atau urine (Jamaluddin, 2007).

Darah merupakan bagian penting dari sistem transport. Darah termasuk cairan ekstraseluler yang terletak didalam saluran – saluran tersendiri yaitu

pembuluh - pembuluh darah, sistem pembuluh darah arteri membawa darah ke organ-organ atau jaringan-jaringan tubuh, sedangkan pembuluh darah balik membawa darah ke organ-organ atau jaringan-jaringan tubuh sedangkan pembuluh darah balik membawa darah ke organ-organ atau jaringan tubuh kembali ke jantung.

Darah bersifat isotonik, mempunyai tekanan osmotik koloid dan viskositas serta memiliki aliran khas yang dipengaruhi oleh susunan eritrosit dan bentuk eritrosit. Fungsi darah secara umum adalah sebagai media pengirim bahan makanan atau media transportasi, memelihara suhu tubuh dan keseimbangan asam basa dalam tubuh (Ganong, 1998).

2.2 Eritrosit

2.2.1 Pengertian eritrosit

Sel darah merah atau eritrosit adalah merupakan bentuk cakram bikonkaf yang tidak berinti, cekung pada kedua sisinya dan berdiameter kira-kira 7,8 mikrometer dan dengan ketebalan pada bagian yang paling tebal 2,5 mikrometer dan pada bagian tengah 1 mikrometer atau kurang. Fungsi utama dari sel-sel darah merah adalah mengangkut hemoglobin, dan mengangkut oksigen dari paru-paru ke jaringan (Guyton and Hall, 1997).

Jumlah sel darah merah kira-kira 5 juta per milimeter kubik darah pada rata-rata orang dewasa dan berumur 120 hari. Keseimbangan tetap dipertahankan antara kehilangan dan penggantian sel darah tiap hari. Pembentukan sel darah merah dirangsang oleh hormon glikoprotein, eritropoetin, yang dianggap berasal dari ginjal. Pembentukan eritropoetin dipengaruhi oleh hipoksia jaringan yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti perubahan O_2 , berkurangnya kadar O_2 darah

arteri, dan berkurangnya konsentrasi hemoglobin. Eritropoetin merangsang sel induk untuk memulai proliferasi dan pematangan sel-sel darah merah. Selanjutnya, pematangan tergantung pada jumlah zat-zat makanan yang cukup.

Pigmen merah yang membawa oksigen dalam sel darah adalah hemoglobin yang terdapat sekitar 300 molekul hemoglobin dalam darah merah. Hemoglobin memiliki daya gabung terhadap oksigen dan membentuk oxihemoglobin didalam sel darah merah selanjutnya dibawa dari paru-paru ke jaringan (Evelyn, 2000).

Pembentukan hemoglobin terjadi pada sumsum tulang melalui semua stadium pematangan. Sel darah merah memasuki sirkulasi sebagai retikulosit dari sumsum tulang. Retikulosit adalah stadium terakhir dari perkembangan sel darah merah yang belum matang dan mengandung jala yang terdiri dari serat-serat retikular. Sejumlah kecil hemoglobin masih dihasilkan selama 24 sampai 48 jam pematangan, retikulum kemudian larut dan menjadi sel darah merah yang matang (Price and Wilson, 1995).

Menurut Gayton (1997), waktu sel darah merah menua, sel ini menjadi lebih kaku dan lebih rapuh yang akhirnya pecah. Hemoglobin difagositosis terutama dilimfa, hati dan sumsum tulang, kemudian direduksi menjadi globin dan hem, globin masuk kembali kedalam sumber asam amino. Besi dibebaskan dari hem dan sebagian besar diangkut oleh protein plasma transferin ke sumsum tulang untuk pembentukan sel darah merah baru. Sisa besi disimpan didalam hati dan jaringan tubuh lain dalam bentuk feritin dan hemosiderin, simpanan ini akan digunakan lagi dikemudian hari (Ganong, 1999).

Perubahan sel darah merah menimbulkan dua keadaan yang berbeda. Jika jumlah sel darah merah kurang maka akan timbul anemi. Sebaliknya keadaan dimana sel darah merah terlalu banyak disebut polisitemia.

2.2.2 Struktur eritrosit

Eritrosit normal berbentuk cakram bikonkaf yang tidak berinti, cekung pada kedua sisinya dan berdiameter kira – kira 7,8 mikrometer dan dengan ketebalan pada bagian tengah 1 mikrometer atau kurang. Volume rata –rata eritrosit adalah 90-95 mikroliter kubik.

Warnanya kuning kemerah-merahan, karena didalamnya mengandung suatu zat yang disebut hemoglobin, warna ini akan bertambah merah jika didalamnya banyak mengandung oksigen. Fungsinya mengikat oksigen dari paru – paru untuk diedarkan ke seluruh jaringan tubuh dan mengikat karbondioksida dari jaringan tubuh untuk dikeluarkan melalui paru – paru.

Bentuk eritrosit dapat berubah - ubah sel berjalan melewati kapiler. sel normal mempunyai membran yang sangat kuat untuk menampung banyak bahan material didalamnya maka perubahan bentuk tadi tidak akan merenggangkan membran secara hebat berbagai tahap yaitu mula-mula besar dan berisi nukleus tetapi tidak ada Hb dan akhirnya kehilangan dan sebagai akibatnya tidak akan memecah sel seperti yang akan terjadi pada sel lainnya (Guyton and Hall, 1997).



Gambar 2.1 Eritrosit (Guyton and Hall, 1997).

2.2.3 Pembentukan eritrosit

Eritrosit berasal dari sel yang dikenal sebagai hemositoblast. Hemositoblast yang baru secara kontinyu dibentuk dari sel induk. Hemositoblast mula-mula membentuk eritoblast basofil yang mulai mensintesis hemoglobin. Eritoblast kemudian menjadi eritoblast polikromatofilik karena mengandung zat basofilik dan hemoglobin merah. Hemoglobin dibentuk dalam jumlah yang lebih banyak dan menjadi normoblast. Setelah sitoplasma normoblast telah terisi dengan hemoglobin, inti menjadi kecil dan dibuang. Pada waktu yang sama retikulum endoplasma diabsorpsi. Sel dalam stadium ini dinamakan retikulosit, setelah dari retikulosit lalu sel akan menjadi eritrosit matang (Guyton, 1990).

Menurut Price (1995) sel darah merah dibentuk didalam sumsum tulang, terutama dari tulang pendek, pipih dan tidak beraturan. Sel darah merah (eritrosit) didalam tubuh juga dibuat didalam limpa dan hati yang kemudian akan beredar didalam tubuh selama 14 – 15 hari setelah itu akan mati. Hemoglobin yang keluar dari eritrosit yang mati akan terurai menjadi 2 zat yaitu hematic yang mengandung Fe yang berguna untuk pembuatan eritrosit baru dan hemoglobin yaitu suatu zat yang terdapat didalam eritrosit yang berguna untuk mengikat oksigen dan karbondioksida.

Komponen utama sel darah merah adalah protein Hb. Pembentukan Hb terjadi dalam sumsum tulang melalui semua pematangan. Perkembangan sel darah merah didarkan kedalam sirkulasi darah yang sebagian kecil dari sumsum tulang. Hemoglobin masih dihasilkan selama ½ hari. Retikulum kemudian larut dan menjadi sel darah merah yang matang (Price, SA. 1995).

2.2.4 Fungsi eritrosit

Fungsi eritrosit adalah:

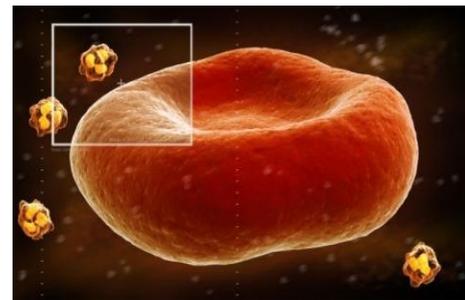
1. Untuk mentransport hemoglobin, yang selanjutnya membawa oksigen dari paru-paru ke jaringan (Guyton, 1990).
2. Mengangkut O₂ ke jaringan dan mengembalikan karbondioksida dari jaringan ke paru-paru (Hoffbrand dkk, 1980).

2.2.5 Konsentrasi sel – sel darah merah (eritrosit) dalam darah

Pada pria normal, jumlah rata-rata sel darah merah per milimeter kubik adalah 5.200.000, dan pada wanita normal 4.700.000 (Guyton dan Hall, 1997).



Gambar 2.2 Eritrosit normal (Guyton dan Hall, 1997).



Gambar 2.3 Abnormal Eritrosit (Guyton dan Hall, 1997).

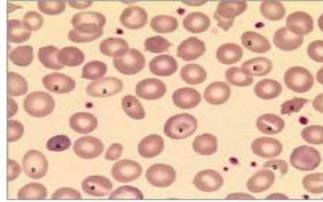
2.2.6 Morfologi Abnormal Eritrosit

Adapun macam – macam dari abnormal dari eritrosit yaitu dilihat dari bentuk (morfologi), ukuran serta warna eritrosit.

2.2.6.1 Variasi kelainan morfologi eritrosit

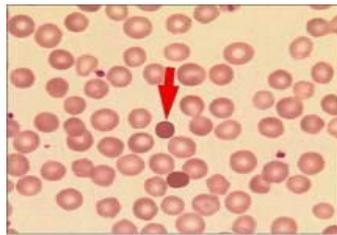
Kelainan morfologi eritrosit terbagi menjadi beberapa macam yaitu poikilositosis, sferosit, target cell, ovalosit, tear drop cell

1. Poikilositosis : bentuk eritrosit bervariasi atau tidak sama atau bermacam-macam, terdapat pada defisiensi besi yang berat, anemia megaloblastik (keadaan jumlah eritrosit menurun)



Gambar 2.4 Poikilositosis (Jamaluddin N.H, 2007).

2. Sferosit : bentuk eritrosit bulat seperti kelereng (tidak bikonkaf dan tidak mempunyai central pallor atau tidak tampak pucat ditengah, sehingga warna lebih gelap), ukuran lebih kecil dari normal.



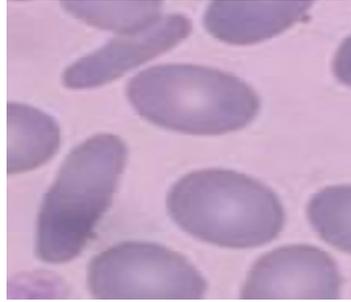
Gambar 2.5 Sferosit (Jamaluddin N.H, 2007).

3. Target cell : pada bagian pucat ditengah eritrosit terdapat bagian yang berwarna merah atau area ini tampak gelap ditengah (seperti kopi).



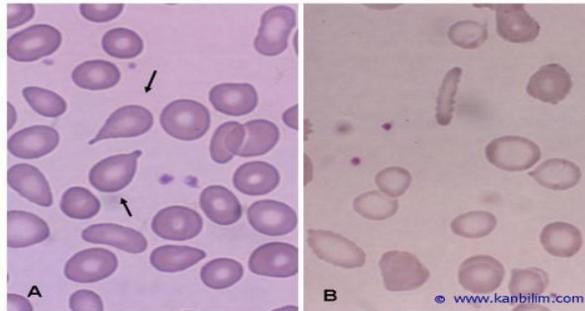
Gambar 2.6 Target cell (Jamaluddin N.H, 2007).

4. Ovalosit : eritrosit berbentuk lonjong dengan ukuran normal.



Gambar 2.7 Ovalosit (Jamaluddin N.H, 2007).

5. Tear drop cell : eritrosit yang berbentuk seperti tetesan air mata terdapat pada anemia megaloblastik.

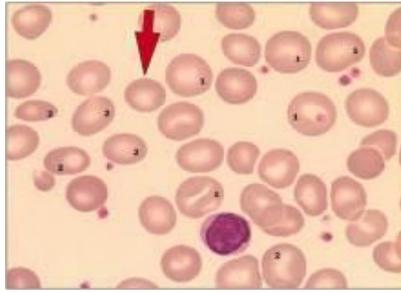


Gambar 2.8 Tear drop cell (Jamaluddin N.H, 2007).

2.2.6.2 Variasi kelainan menurut ukuran eritrosit

Kelainan menurut ukuran eritrosit yaitu : makrositosis, mikrositosis, anisositosis

1. Makrositosis : rata-rata eritrosit $> 8,5$ unit, tebal $2,3$ unit (terdapat pada anemia megaloblastik, anemia kehamilan).



Gambar 2.9 Makrositosis (Jamaluddin N.H, 2007).

2. Mikrositosis : rata –rata eritrosit <7 unit, tebal 1,5 -1,6 unit (pada anemia kurang besi).
3. Anisositosis : ukuran eritrosit bervariasi tetapi bentuknya sama (pada anemia kronik yang berat).

2.2.6.3 Variasi kelainan menurut warna eritrosit

Kelainan menurut warna eritrosit yaitu : normokrom, hipokrom, polikrom, hiperkrom, polichromasi.

1. Normokrom : keadaan eritrosit dengan konsentrasi Hb normal.
2. Hipokrom : keadaan eritrosit dengan konsentrasi Hb kurang dari normal, tampak pada central pallor yang makin melebar misalnya Anulosit (daerah pucat central cell melebar, seperti cincin).
3. Polikrom : terdapat beberapa warna pada eritrosit yaitu basofil terdapat pada retikoulositosis.
4. Hiperkrom : keadaan eritrosit karena penebalan membran sel tidak karena kejenuhan Hb.
5. Polichromasia : eritrosit dengan sitoplasma kebiru-biruan yang meningkat diantara eritrosit yang normal, menandakan terjadi peningkatan retikulosit dalam sirkulasi sebagai respon

sumsum tulang terhadap eritrosit disirkulasi yang meningkat (perdarahan atau hemolitik) (Pestariati, 2004).

2.2.7 Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah eritrosit dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal.

Faktor internal meliputi : faktor usia, asupan gizi, status gizi, jenis kelamin, sedangkan faktor eksternal meliputi : kualitas alat, proses homogen, perbandingan darah dengan antikoagulan.

2.2.7.1 Faktor internal :

1. Faktor usia (semakin bertambah usia maka semakin rendah jumlah eritrosit yang ada dalam darah).
2. Asupan gizi (bila jumlah asupan gizi kurang otomatis jumlah zat besi ataupun zat – zat yang lain akan berkurang juga dalam darah termasuk jumlah sel yang ada didalam seperti eritrosit, leukosit).
3. Status gizi (apabila seseorang dirwayatkan kekurangan zat besi secara tidak langsung berarti orang tersebut tidak menutup kemungkinan terjadi gejala anemi dimana anemi inilah seseorang kekurangan darah serta sel sel yang ada dalam darah).
4. Jenis kelamin (pada jenis kelamin pria dan wanita memiliki jumlah darah yang berbeda sehingga secara otomatis jumlah sel darahpun juga beda bisa kurang maupun lebih tergantung dari jumlah berapa banyak jumlah yang dikonsumsi tiap harinya seperti konsumsi zat besi dimana bila kekurangan zat besi maka jumlah darah serta sel akan menurun).

2.2.7.2 Faktor eksternal

1. Kualitas alat (jika kualitas alat jelek maka tidak menutup kemungkinan hasil yang dikeluarkan tidak valid sehingga akan mempengaruhi hasil).
2. Proses homogen(bila darah terlalu lama dihomogenkan maka akan terjadi lisis yang dapat mengurangi jumlah sel yang ada dalam darah).
3. Perbandingan darah dengan antikoagulan (apabila darah terlalu encer akan menimbulkan koagulasi sebaliknya bila darah kelebihan antikoagulan eritrosit akan berbentuk krenasi serta trombosit membengkak).

2.3 Antikoagulan

2.3.1 Definisi Antikoagulan

Antikoagulan adalah bahan yang digunakan untuk mencegah pembekuan darah (Gandasoebrata, 2001). Tidak semua macam antikoagulan dapat dipakai karena ada yang terlalu banyak berpengaruh terhadap bentuk eritrosit atau leukosit yang akan diperiksa morfologinya (Gandasoebrata, 2001). Antikoagulan yang digunakan untuk pemeriksaan hematologi harus cocok dengan pemeriksaan yang akan dilakukan dan tidak mempengaruhi hasil pemeriksaan (Pestariati, 2004; 8).

2.3.2 Macam – macam Antikoagulan

1. EDTA
2. Heparin
3. Double Oxalate
4. Sodium Oxalate
5. Natrium Citrat

2.3.2.1 EDTA (Ethylene Diamine Tetra Acetic acid)

Sebagai garam Na atau K EDTA. Garam – garam itu mengubah ion kalsium dari darah menjadi bentuk yang bukan ion. Antikoagulan EDTA digunakan untuk memelihara darah agar tidak membeku (Gandasoebrata, 2001).

Antikoagulan EDTA tidak mempengaruhi bentuk eritrosit, leukosit, dan mencegah trombosit bergerombol. Antikoagulan EDTA dapat digunakan untuk sebagian besar pemeriksaan hematologi seperti: penentuan kadar Hb, PCV,LED, Resistensi osmotik dari eritrosit, golongan darah, penghitungan sel darah termasuk retikulosit, pembuatan hapusan darah (Pestariati, 2004).

Umumnya antikoagulan EDTA ini tersedia dalam bentuk garam sodium (natrium) atau potassium (kalium) dimana garam – garam ini berguna untuk mencegah koagulasi dengan cara mengikat kalsium sehingga darah akan sulit terjadi pengumpalan darah. Antikoagulan EDTA memiliki keunggulan dibanding dengan antikoagulan yang lain, yaitu tidak mempengaruhi sel-sel darah, sehingga ideal untuk pengujian hematologi, seperti pemeriksaan hemoglobin, hematokrit, LED, hitung lekosit, hitung trombosit, retikulosit, apusan darah (Pestariati , 2004).

Antikoagulan ini biasanya digunakan dengan konsentrasi 1 - 1,5 mg/ml darah. Penggunaannya harus tepat. Bila jumlah EDTA kurang, darah dapat mengalami koagulasi. Sebaliknya, bila EDTA kelebihan, eritrosit mengalami krenasi, trombosit membesar dan mengalami disintegrasi. Setelah darah dimasukkan ke dalam tabung, segera lakukan pencampuran/homogenisasi dengan cara membolak-balikkan tabung dengan lembut sebanyak 6 kali untuk menghindari pengumpalan trombosit dan pembentukan bekuan darah (Anonim, 2009)

1. Batas waktu pemeriksaan darah dengan antikoagulan EDTA

Pemeriksaan darah dengan menggunakan antikoagulan EDTA mempunyai batas waktu untuk pemeriksaan paling lama 2 jam pada suhu kamar atau dapat disimpan pada lemari es dengan suhu 4°C selama 24 jam (Pestariati, 2002).

Antikoagulan EDTA tidak mempengaruhi bentuk eritrosit, leukosit, dan mencegah trombosit bergerombol. Antikoagulan EDTA dapat digunakan untuk sebagian besar pemeriksaan hematologi seperti penentuan kadar hemoglobin, PCV, golongan darah, perhitungan sel termasuk retikulosit, hapusan darah.

EDTA sering dipakai dalam bentuk larutan 10% dimana bentuk larutan 10% itu adalah reagent Na atau K dikeringkan dulu dalam botol pada oven sampai mengkristal untuk 2 ml darah (pembuatan EDTA 10% : 10 gr K atau Na EDTA dalam 100 ml aquadest) jika ingin menghindarkan terjadinya pengenceran darah maka botol atau tabung yang berisi antikoagulan dimasukan kedalam oven guna mempercepat pengeringan antikoagulan yang ada dalam botol serta dapat mengurangi volume antikoagulan tersebut, akan tetapi antikoagulan EDTA lambat larut maka dalam hal ini perlu sekali menggonyangkan wadah berisi darah dan EDTA (homogenkan) selama 1-2 menit (Gandasoebrata, 2004).

2. Adapun cara membuat darah EDTA yaitu :
 - a) Sediakan botol atau tabung yang telah berisi 2 mg antikoagulan EDTA
 - b) Alirkan 2 ml darah vena kedalam botol tersebut dari semprit tanpa jarum
 - c) Tutup botol dan homogenkan antara darah dengan antikoagulan EDTA selama 60 detik atau lebih

- d) Ambillah darah untuk pemeriksaan langsung dari botol tersebut. Tutuplah botol segera. Bila pemeriksaan tidak dapat dilakukan segera simpanlah botol itu dalam lemari es. Biarkan mendapat suhu kamar lebih dahulu sebelum darah diperiksa (Gandasoebrata, 1995).

3. Kerugian dan keuntungan antikoagulan EDTA

Kerugian dari EDTA adalah :

1. Harga mahal
2. Merupakan bahan yang fisiologis
3. Tidak lebih baik dibandingkan dengan citrat
4. Lambat larut karena sering digunakan dalam bentuk kering (bubuk) sehingga harus menggonyangkan wadah (homogenkan) yang berisi darah EDTA selama 1-2 menit.

(Gunadi, 2005)

Keuntungan :

1. Mencegah trombosit tidak menggumpal
2. Tidak berpengaruh terhadap besar dan bentuknya eritrosit maupun lekosit
3. Dapat digunakan berbagai macam pemeriksaan hematologi

2.3.2.2 Heparin

Antikoagulan yang secara fisiologis ada dalam tubuh dalam jumlah kecil, tidak berpengaruh osmotik terhadap sel- sel darah, sehingga dapat digunakan untuk penentuan resistensi dari eritrosit dan PCV sehingga jarang digunakan pada pemeriksaan hematologi (Soebroto, 2001).

Antikoagulan heparin bekerja sebagai antitrombin, tidak berpengaruh terhadap bentuk eritrosit dan lekosit. Dalam praktek sehari – hari antikoagulan

heparin jarang kurang banyak dipakai karena harganya mahal. Tiap 1 mg antikoagulan heparin menjaga membekunya 10ml darah (Gandasoebrata,1984).

Antikoagulan heparin tidak dapat digunakan untuk hapusan darah karena menyebabkan dasar biru kehitaman pada preparat yang dicat wright stain.

Dosis:

- Dalam bentuk kering 1-2 mg dalam 1 ml darah
- Dalam bentuk larutan 0,1 – 0,2 ml dalam 1 ml darah (Pestariati, 2004).

2.3.2.3 Double Oxalate (antikoagulan dari Heller dan Paul atau Balance oxalate mixture)

Campuran antara 6 bagian Ammonium Oxalate dan 4 bagian Kalium Oxalate. Ammonium Oxalate menyebabkan eritrosit mengembang dan kalium Oxalate menyebabkan eritrosit mengkerut, untuk menghindari perubahan volume eritrosit ini dibuat campuran kedua gram oxalate tersebut (Subroto, 2001).

Campuran ammonium oxalate dan kalium oxalate menurut Heller dan Paul merupakan campuran oxalate yang seimbang, dipakai dalam keadaan kering agar tidak mengencerkan darah yang diperiksa (Gandasoebrata, 1984;9).

Dosis:

- Dalam bentuk kering 2 mg double oxalate untuk 1ml darah
- Dalam bentuk larutan 0,2 ml larutan (Ammonium oxalate 1,2 gr, kalium oxalate 0,8 gr, Formalin 40% 1ml, aquadest 100ml, tiap ml larutan mengandung 20 mg antikoagulan untuk 2 ml darah).

Antikoagulan double oxalate tidak dianjurkan untuk pemeriksaan hapusan darah karena menyebabkan perubahan sel darah seperti pada eritrosit akan membentuk krenasi, serta trombosit akan menggumpal (Pestariati, 2004).

2.3.2.4 Sodium oxalate 0,1M

Sodium oxalate bekerja mengikat Ca^{2+} → Ca oxalate yang mengendap sehingga mencegah pembekuan. Digunakan pemeriksaan PPT, Faal Hemostasis. Dosisnya, 9 bagian volume darah : 1 bagian volume antikoagulan. Keuntungan dari antikoagulan ini yaitu tidak mudah mempengaruhi sel – sel darah sedangkan kerugian dari antikoagulan ini yaitu harganya mahal sehingga jarang dipakai.

2.3.2.5 Natrium Citrat 3,8%

Antikoagulan ini tidak toksis atau larutan isotonik dengan darah, oleh karena itu biasanya digunakan untuk transfusi darah. Bekerja dengan mengikat ion kalsium sehingga terbentuk calcium oxalate yang mengendap. Antikoagulan ini pemakaiannya terbatas, sehingga jarang digunakan dalam pemeriksaan hematologi, akan tetapi antikoagulan ini dapat digunakan dalam bentuk larutan dari 0,1 N untuk pemeriksaan Plasma Protombin Time (PPT) dengan perbandingan 9 bagian darah ditambah 1 bagian natrium oxalate.

2.4 Pemeriksaan Hematologi

Pemeriksaan hematologi meliputi parameter kadar Hb, hitung leukosit, hematokrit, LED, dan pemeriksaan darah khusus lainnya, untuk menunjang hasil pemeriksaan hematologi yang maksimal perlu dilakukan persiapan – persiapan diantaranya yaitu dimulai dari pasiennya hingga alatnya. Pemeriksaan laboratorium ditentukan oleh beberapa tahap yang terkait antara lain : tahap pra analitik, analitik, dan pasca analitik. Kesalahan sering terjadi pada tahap pra analitik, hal itu perlu mendapat perhatian untuk menghindari kesalahan. Tahap pra analitik meliputi persiapan pasien, mengisi identitas pasien, pengambilan sampel, penampungan

sampel pada tempat yang telah diberi identitas sampel, pengiriman sampel. Tahap analitik meliputi cara mengerjakan sampel (pemeriksaan sampel) sedangkan tahap pasca analitik meliputi pengeluaran hasil pemeriksaan (Anonim, 2000).

Faktor – faktor yang mempengaruhi hasil pemeriksaan hematologi adalah:

- a. Keadaan 2 jam setelah makan sebanyak 800 kalori akan meningkatkan volume plasma sehingga pemeriksaan parameter hematologi hasilnya dapat lebih rendah dari sebelumnya.
- b. Merokok dapat menyebabkan peningkatan jumlah eritrosit, leukosit, penurunan jumlah eosinofil, dan peningkatan kadar Hb.
- c. Setelah olahraga terjadi penurunan volume plasma sehingga parameter hematologi dapat lebih tinggi dari sebenarnya.

2.5 Teknik pemeriksaan eritrosit dengan alat analyzer

Sebelum melakukan pemeriksaan, terlebih dahulu kita melakukan 3 level *Quality Control (QC)* yang merupakan suatu sistem yang dirancang untuk memasukan semua hasil analisis atau data yang dilaporkan adalah valid, dimana *Quality Control (QC)* ini dilakukan guna untuk mengetahui apakah alat ini layak pakai atau tidak dengan kata lain alat sudah terkalibrasi dan layak pakai.

Tujuan melakukan *Quality Control (QC)* adalah mengukur akurasi dan presisi, mendeteksi masalah analitik, mencegah hasil pelaporan yang salah dan membantu dalam hal troubleshooting. *Quality Control (QC)* dapat dilakukan tiap hari dengan menekan tombol shut down transuder chamber dan saluran sampel akan dibersihkan secara otomatis.

Cara pengambilan bahan yang akan diperiksa pun harus tepat sesuai prosedur karena akan mempengaruhi hasil pemeriksaan, hal – hal yang harus diperhatikan pada saat pengambilan sampel darah untuk pemeriksaan hematologi diantaranya:

- Penggunaan pembendungan / tourniquet, menggenggam jari terlalu lama dan kuat menyebabkan bendungan pada pembuluh darah vena (hemokonsentrasi) yang akan meningkatkan hasil pemeriksaan parameter hematologi serta kerusakan dari dinding vena / jaringan akibat hipoksia.



Gambar 2.10 Alat Sysmex Analyzer (Gunadi, 2005).

2.6 Waktu lamanya Penangguhan

Darah dengan antikoagulan EDTA yang ditunda pemeriksaannya lebih dari 2 jam pada suhu kamar / lebih dari 24 jam pada suhu 4°C menyebabkan sel eritrosit membengkak yang menyebabkan terjadinya perubahan morfologi dari sel eritrosit tersebut serta dapat menyebabkan nilai hematokrit meningkat, Cara penyimpanan sampel yang baik antara lain :

- a. Disimpan pada suhu kamar.
- b. Disimpan dalam lemari es.
- c. Dibekukan dengan suhu -20°C, -70°C, -120°C.
- d. Dapat diberikan bahan pengawet (Anonim, 1999).

2.7 Pengaruh lama penangguhan terhadap jumlah eritrosit

Faktor yang mempengaruhi dari antikoagulan yang digunakan dalam pemeriksaan yang akan dilakukan harus cocok agar tidak mempengaruhi hasil pemeriksaan. Pada penambahan antikoagulan EDTA pada darah harus dilakukan secara seimbang yaitu 1 mg EDTA untuk 1 ml darah sehingga dapat mencegah pembekuan darah. Pada pemeriksaan eritrosit ini terjadi perubahan morfologi serta jumlah pada sel darah merah (eritrosit) yang menurun apabila terlalu lama ditangguhkan waktu pengerjaanya, hal ini terjadi karena pengaruh yang disebabkan dari antikoagulan dan beberapa sumber kesalahan lainnya seperti alat yang digunakan, faktor homogenisasi (Subroto, 2002) .

Penangguhan darah dengan antikoagulan mempunyai batas maksimal masing - masing. Salah satunya antikoagulan yang sering digunakan dalam pemeriksaan adalah antikoagulan EDTA.

Menurut Gandasoebrata (1992) Antikoagulan EDTA, mempunyai batas maksimal yaitu boleh disimpan dalam lemari es (4°C). Darah EDTA yang disimpan dalam lemari es selama 24 jam memberikan nilai hematokrit yang lebih tinggi.

Menurut Guyton (1997) eritrosit mempunyai membran kapiler. Membran ini sangat permeabel terhadap air dan terhadap semua zat yang larut dalam plasma serta cairan jaringan kecuali protein plasma. Tidak berhasilnya protein plasma menembus pori – pori kapiler memungkinkan protein menimbulkan tekanan osmotik pada membran tersebut. Makin besar tekanan osmotik pada sel makin besar pula kecenderungan tekanan osmotik bagi cairan untuk bergerak. Karena banyak cairan yang masuk kedalam sel mengakibatkan eritrosit membengkak sehingga

bentuk (morfologi) eritrosit tidak lagi bikonkaf melainkan bentuk yang tidak beraturan.

2.8 Hipotesis

Ada pengaruh lama penanguhan darah EDTA terhadap jumlah eritrosit.

