

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Donor Darah

Donor darah merupakan salah satu pendukung terapi penyembuhan pasien melalui darah. Dengan demikian, donor darah adalah proses pengambilan darah dari seseorang secara sukarela untuk disimpan di bank darah yang digunakan untuk keperluan transfusi darah (Septiana, Astuti, 2021).

2.1.1 Persyaratan Donor Darah

Setiap UTD memiliki tanggung jawab atas ketersediaan, mutu, dan keamanan darah. Selain itu, UTD juga memiliki kewajiban untuk menjamin tidak terjadinya bahaya terhadap pendonor darah, resipien, dan petugas. Kewajiban ini dapat dipenuhi berdasarkan kriteria atau persyaratan yang dinilai melalui kuesioner kesehatan dan pemeriksaan fisik di bagian seleksi donor (Permenkes 91, 2015). Berikut adalah kriteria atau persyaratan untuk donor darah berdasarkan (Permenkes 91, 2015), meliputi:

- 1) Berusia 17 – 60 tahun. Bagi calon pendonor yang berusia di atas 60 tahun dapat menjadi pendonor dengan perhatian khusus berdasarkan pertimbangan medis kondisi kesehatan.
- 2) Berat badan minimal 45 kg.
- 3) Tekanan darah dengan ketentuan sistole 90-160 mmHg dan diastole 60-100 mmHg.
- 4) Memiliki kadar hemoglobin sekitar 12,5-17 g/dl.
- 5) Temperatur tubuh berkisar 36,5 – 37,5 derajat celsius.
- 6) Denyut nadi teratur yaitu sekitar 50 – 100 kali/menit.
- 7) Dalam setahun, maksimal mendonorkan darah sebanyak 5 kali dengan jarak masing-masingnya 3 bulan.
- 8) Untuk perempuan tidak sedang menstruasi, hamil, atau menyusui.
- 9) Tidak sedang menderita penyakit menular lewat transfusi darah, misal : HIV, hepatitis B, hepatitis C, dan sifilis.

10) Tidak baru operasi (termasuk cabut gigi), tidak dalam perawatan medis, dan tidak sedang mengonsumsi obat-obatan.

2.2 Konsep Darah

2.2.1 Pengertian Darah

Darah adalah jaringan cair pada tubuh manusia yang terdiri atas dua bagian yaitu plasma darah (bagian cair darah) sebesar 55% dan korpuskuler/sel darah (bagian padat darah) sebesar 45%. Sel darah terdiri dari tiga jenis yaitu eritrosit, leukosit, dan trombosit. Volume total darah orang dewasa diperkirakan sekitar 5-6 liter atau 7-8% dari berat tubuh seseorang (Maharani, Eva ayu; Noviar, 2018). Darah memiliki warna merah, yang mana keadaan warna merah tersebut tidak tetap karena bergantung pada banyaknya oksigen dan karbondioksida di dalamnya (Sholekah, Santosa, 2018). Darah merupakan jenis jaringan ikat, terdiri atas sel-sel (eritrosit, leukosit, dan trombosit) yang terpendam pada cairan kompleks plasma. Pergerakan konstan darah sewaktu mengalir dalam pembuluh darah menyebabkan unsur-unsur sel tersebar merata di dalam plasma (Saadah, 2018).

2.2.2 Fungsi Darah

Fungsi darah masuk ke dalam tiga kategori, yaitu transportasi, pertahanan, dan regulasi (Saadah, 2018).

1) Darah adalah media transportasi utama yang mengangkut gas, nutrisi, dan produk limbah. Oksigen dari paru-paru diangkut darah dan didistribusikan ke sel-sel. Karbondioksida yang dihasilkan oleh sel-sel diangkut ke paru-paru untuk dibuang setiap saat membuang nafas. Darah juga mengangkut produk-produk limbah lain, seperti kelebihan nitrogen yang dibawa ke ginjal untuk dieliminasi. Selain itu, darah mengambil nutrisi dari saluran pencernaan untuk dikirimkan ke sel-sel. Selain transportasi nutrisi dan limbah, darah mengangkut hormon yang disekresikan berbagai organ ke dalam pembuluh darah untuk disampaikan ke jaringan. Banyak zat yang diproduksi di salah satu bagian tubuh dan diangkut ke bagian yang

lain, untuk dimodifikasi. Sebagai contoh, precursor vitamin D diproduksi di kulit dan diangkut oleh darah ke hati dan kemudian ke ginjal untuk diproses menjadi vitamin D aktif. Vitamin D aktif diangkut darah ke usus kecil, untuk membantu penyerapan kalsium. Selain itu, darah membawa asam laktat ke hati yang akan diubah menjadi glukosa (Saadah, 2018).

- 2) Darah berperan dalam menjaga pertahanan tubuh dari invasi patogen dan menjaga dari kehilangan darah. Sel darah putih tertentu (limfosit T) mampu menghancurkan patogen dengan cara fagositosis. Sel darah putih lainnya (limfosit B) memproduksi dan mengeluarkan antibody. Antibody adalah protein yang akan bergabung dengan patogen tertentu untuk dinonaktifkan. Patogen yang dinonaktifkan kemudian dihancurkan oleh sel-sel darah putih fagosit. Ketika mengalami cedera, terjadi pembekuan darah sehingga menjaga terhadap kehilangan darah. Pembekuan darah melibatkan trombosit dan beberapa protein seperti thrombin dan fibrinogen. Tanpa pembekuan darah, seseorang bisa meninggal karena kehabisan darah sekalipun dari luka yang kecil (Saadah, 2018).
- 3) Darah memiliki fungsi regulasi dan memainkan peran penting dalam homeostasis (kondisi yang relatif stabil dalam tubuh). Darah membantu mengatur suhu tubuh dengan mengambil panas, sebagian besar dari otot yang aktif dan dibawa seluruh tubuh. Jika tubuh terlalu hangat, darah diangkut ke pembuluh darah yang melebar di kulit. Panas akan menyebar ke lingkungan dan tubuh kembali normal. Bagian cair dari darah (plasma), mengandung garam terlarut dan protein. Zat terlarut ini menciptakan tekanan osmotik darah. Dengan cara ini, darah berperan dalam membantu menjaga keseimbangan. Buffer darah (bahan kimia tubuh yang menstabilkan pH darah), mengatur keseimbangan asam basa tubuh dan tetap pada pH yang relative konstan yaitu 7,4 (Saadah, 2018).

2.2.3 Komposisi Darah

Darah adalah jaringan yang mengandung sel dan fragmen sel. Sel-sel dan fragmen sel disebut elemen padat. Sel dan fragmen sel tersuspensi dalam cairan disebut dengan plasma. Oleh karena itu, darah diklasifikasikan sebagai jaringan ikat cair. Elemen padat pada darah adalah sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan keping darah (trombosit) (Saadah, 2018).

a) Plasma darah

Plasma adalah salah satu penyusun darah yang berwujud cair serta mempengaruhi sekitar 5% berat badan manusia. Plasma memiliki warna kekuning-kuningan yang didalamnya terdiri dari 90% air, 8% protein, 0,8% (mineral, oksigen, enzim, antigen) dan sisanya bahan organik (lemak, kolesterol, urea, asam amino, dan glukosa). Plasma berfungsi mengangkut dan mengedarkan sari-sari makanan ke seluruh tubuh serta mengangkut sisa metabolisme dari sel-sel tubuh atau jaringan tubuh untuk dibuang ke organ pengeluaran. Beberapa protein yang terlarut dalam plasma, antara lain albumin (memelihara tekanan osmotik), globulin (pembentukan antibody), dan faktor pembekuan darah untuk proses hemostasis (Maharani, Eva ayu; Noviar, 2018).

b) Sel darah merah (Eritrosit)

Eritrosit adalah bagian darah yang mengandung hemoglobin (Hb). Hb merupakan biomolekul pengikat oksigen, sedangkan darah yang berwarna merah dipengaruhi oleh oksigen yang diserap dari paru-paru. Bentuk dari eritrosit adalah cakram bikonkaf dengan diameter 6-8 μm dan tebalnya sekitar 2 μm . Eritrosit merupakan sel yang paling kecil jika dibandingkan dengan sel di tubuh manusia selain trombosit dan jumlahnya paling banyak dibanding dengan sel darah lainnya. Normalnya, di dalam darah seorang pria terdapat 25 triliun eritrosit atau setara 5 juta eritrosit dalam satu mm^3 . Sedangkan pada perempuan dewasa terdapat 4.5 juta eritrosit dalam satu mm^3 . Masa hidup eritrosit adalah 120 hari. Eritrosit yang sudah

rusak akan pecah atau lisis dan menjadi partikel-partikel kecil dalam hati dan limpa. Sebagian besar eritrosit akan dihancurkan di limpa, sebagian yang lolos akan dihancurkan di hati. Organ hati menyimpan kandungan zat besi dari hemoglobin yang akan kemudian diangkut oleh darah ke sumsum tulang untuk membentuk sel eritrosit baru. Proses dimana pembentukan eritrosit ini disebut juga eritropoiesis (Maharani, Eva ayu; Noviar, 2018).

c) Sel darah putih (Leukosit)

Leukosit memiliki ukuran lebih besar daripada eritrosit. Jumlah normal leukosit pada orang dewasa adalah 4.000-10.000 sel leukosit/mm³. Tidak seperti eritrosit, leukosit memiliki inti (nucleus) dan sebagian besar dapat bergerak seperti amoeba serta dapat menembus dinding kapiler. Leukosit diproduksi di dalam sumsum tulang, kelenjar limfa, dan juga limpa. Ciri-ciri leukosit antara lain tidak berwarna (bening, karena tidak memiliki hemoglobin), bentuk tidak tetap (amoeboid) berinti, dan ukuran lebih besar dari eritrosit (Maharani, Eva ayu; Noviar, 2018). Leukosit berfungsi menahan invasi oleh patogen melalui proses fagositosis, mengidentifikasi dan menghancurkan sel kanker di dalam tubuh, membersihkan sampah tubuh yang berasal dari sel yang mati atau cedera. Terdapat lima tipe leukosit, yaitu granulosit (neutrophil, eosinofil, basophil) yang sifatnya polimorfonuklear (memiliki inti lebih dari satu lobus) dan agranulosit (monosit, limfosit) yang memiliki hanya satu lobus pada intinya (mononuclear). Banyak leukosit hanya hidup beberapa hari, kemungkinan mati karena bertempur melawan patogen. Leukosit lainnya dapat hidup selama berbulan-bulan atau bahkan bertahun-tahun (Saadah, 2018).

d) Keping-keping darah (Trombosit)

Trombosit melekat pada lapisan endotel darah yang robek (luka) dengan membentuk plug atau sumbat trombosit. Trombosit tidak mempunyai inti sel, berukuran 1-4 μm dan sitoplasmanya

berwarna biru dengan granula ungu kemerahan. Normalnya dalam darah jumlah trombosit sekitar 150.000-350.000 sel/ml darah. Granula trombosit mengandung faktor pembekuan darah, adenosin difosfat (ADP), dan adenosin trifosfat (ATP), kalsium, serotonin, serta katekolamin. Sebagian besar diantaranya berperan dalam proses pembekuan darah dan umur trombosit sekitar 10 hari, setelah itu dihancurkan oleh makrofag (Imunohematologi & Bank Darah, 2018). Trombosit diproduksi di dalam sumsum merah. Trombosit tidak keluar pembuluh darah, tetapi sepertiga dari trombosit total selalu tersimpan di rongga-rongga berisi darah di limfa yang akan dikeluarkan oleh limfa jika terjadi perdarahan (Saadah, 2018).

2.3 Darah Kapiler

Darah kapiler adalah darah yang berasal dari pembuluh darah kapiler yang sangat kecil dimana pembuluh kapiler berakhir. Dinding pada pembuluh darah kapiler hanya terdiri dari lapisan endothelium. Lapisan endothelium adalah lapisan yang sangat tipis memungkinkan limfe merembes keluar membentuk cairan jaringan membawa air, mineral, dan zat makanan untuk sel, dan melalui pertukaran gas antara pembuluh kapiler dan jaringan sel, menyediakan oksigen dan menyingkirkan bahan buangan termasuk karbondioksida (Rosidah & Rahmawati, 2016). Kapiler merupakan pembuluh darah yang sangat kecil dan disitu arteri berakhir dan vena memulai. Kapiler membentuk jaringan pembuluh darah dan bercabang-cabang di dalam sebagian besar jaringan tubuh. Oleh sebab itu, darah dalam kapiler terus-menerus berubah susunan dan warnanya karena terjadi pertukaran gas (Penuntun Praktikum Farmasi USU, 2019). Kapiler berfungsi sebagai pertukaran materi antara pembuluh darah dan jaringan. Kapiler melimpah terutama di jaringan aktif, seperti jaringan otot dan saraf, dimana hampir setiap sel dekat dengan kapiler. Kapiler kurang melimpah di jaringan ikat, seperti tulang rawan, epidermis, lensa dan kornea mata (Saadah, 2018).

2.3.1 Pengambilan Sampel Darah Kapiler dan Faktor Kesalahan yang Mempengaruhi Kualitas Sampel Darah Kapiler

Pengambilan darah kapiler atau *skinpuncture* dilakukan dengan mengambil sampel darah dengan tusukan kulit (Marshela, 2015). Namun, ada beberapa faktor kesalahan yang dapat mempengaruhi kualitas sampel darah kapiler, antara lain:

- 1) Cara penusukan jari yang tidak terlalu dalam, sehingga jari harus ditekan-tekan menyebabkan darah bercampur dengan cairan interstitium dan darah akan menjadi encer.
- 2) Saat penusukan masih ada sisa alkohol 70% yang belum kering, sehingga akan memengaruhi kadar hemoglobin.
- 3) Tetesan darah pertama yang digunakan untuk pemeriksaan (Sholekah, Santosa, 2018).

2.4 Darah Vena

Darah vena adalah darah yang berasal dari pembuluh darah vena, membawa darah miskin akan oksigen menuju ke jantung. Dinding pembuluh darah vena memiliki tiga lapisan yakni tunika adventitia (lapisan terluar), media tunika (lapisan tengah), dan intima tunika (lapisan terdalam). Tetapi pada lapisan tengah memiliki otot lebih tipis, kurang kuat, lebih mudah kempes, dan kurang elastis daripada arteri. Pada umumnya semua pembuluh darah vena mempunyai ukuran yang cukup besar dan letaknya yang superficial dapat digunakan pengambilan darah. Tetapi pada praktiknya yang sering digunakan adalah vena mediana di fossa cubiti. Darah vena berwarna lebih tua dan agak ungu karena banyak dari oksigennya sudah diberikan kepada jaringan (Harahap, Urip; Nurhadi et al., 2019). Venula terkecil hanya terdiri dari endothelium dan jaringan ikat, tetapi venula yang lebih besar juga mengandung jaringan otot polos. Vena yang memiliki ukuran besar, terutama di kaki dan tangan, mengandung katup yang mencegah aliran balik darah dan membantuk kembalinya darah ke jantung (Saadah, 2018).

2.4.1 Pengambilan Sampel Darah Vena dan Faktor Kesalahan yang Mempengaruhi Kualitas Sampel Darah Vena

Pengambilan darah vena atau *venipuncture* dilakukan dengan mengambil sampel darah dengan tusukan ke dalam pembuluh vena (Marshela, 2015). Namun, ada beberapa faktor kesalahan yang dapat mempengaruhi kualitas sampel darah vena, antara lain:

- 1) Cara pengambilan darah tidak sesuai dengan standar sehingga terjadi hemolisis.
- 2) Terjadi pembekuan darah atau pencampuran darah dengan antikoagulan yang kurang baik.
- 3) Cara pemipetan yang kurang tepat, dilihat dari kualitas alat maupun kemampuan pemeriksa (Harahap, Urip; Nurhadi et al., 2019)

2.5 Konsep Hemoglobin

2.5.1 Pengertian Hemoglobin

Hemoglobin adalah suatu senyawa protein dengan Fe yang dinamakan conjugated protein. Fe ini adalah senyawa protein yang menyebabkan warna darah merah. Oleh karena itu, hemoglobin disebut juga dengan zat warna darah (Rosidah & Rahmawati, 2016). Pada saat darah mengalir ke seluruh tubuh, hemoglobin melepaskan oksigen ke sel dan mengikat karbondioksida. Jumlah hemoglobin pada orang dewasa kira-kira 11,5 sampai dengan 15,0 gram per cc darah. Normal kadar hemoglobin dalam darah tergantung pada usia, jenis kelamin, ketinggian suatu tempat, dan faktor makanan (Maharani, Eva ayu; Noviar, 2018). Kadar hemoglobin adalah salah satu faktor yang dapat berpengaruh pada kualitas darah (Sholekah, Santosa, 2018). Dalam donor darah untuk menghasilkan produk darah yang berkualitas, ditetapkan persyaratan rentang kadar hemoglobin yakni 12,5 hingga 17 g/dl (Permenkes 91, 2015).

2.5.2 Fungsi Hemoglobin

- 1) Mengatur pertukaran oksigen dengan karbondioksida di dalam jaringan-jaringan tubuh.
- 2) Mengambil oksigen dari paru-paru kemudian dibawa ke seluruh jaringan-jaringan tubuh untuk dipakai sebagai bahan energi.
- 3) Membawa karbondioksida dari jaringan-jaringan tubuh sebagai hasil metabolisme ke paru-paru untuk dibuang (Sholekah, Santosa, 2018).

2.5.3 Jenis-jenis Hemoglobin

- 1) Hemoglobin Embrio, merupakan hemoglobin yang ditemukan dalam embrio dan ada sampai umur 12 minggu.
- 2) Hemoglobin Fetal, merupakan hemoglobin fetal yang mulai disintesis dalam hepar sejak umur lima minggu hingga beberapa bulan kelahiran dan perlahan akan digantikan dengan hemoglobin dewasa.
- 3) Hemoglobin Adult, merupakan hemoglobin yang terbentuk selama proses terjadinya pematangan eritrosit. (Etika dalam Devi, 2021).

2.5.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Hemoglobin

Faktor-faktor yang mempengaruhi hemoglobin dibedakan menjadi faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang mempengaruhi hemoglobin antara lain:

- 1) Kecukupan zat besi dalam tubuh

Zat besi merupakan mikronutrien yang berperan penting sebagai produksi hemoglobin dalam sel darah merah. Apabila mengalami anemia, gizi besi akan menyebabkan kadar hemoglobin yang lebih rendah karena terbentuknya sel darah merah menjadi lebih kecil (Siti Nuraini dalam Devi, 2021).

- 2) Usia

Semakin bertambahnya usia maka akan mengalami penurunan fisiologis semua fungsi organ termasuk penurunan sumsum tulang yang memproduksi sel darah merah. Selain itu,

kemampuan sistem pencernaan dalam menyerap zat-zat yang dibutuhkan oleh tubuh terutama dalam penyerapan Fe yang kurang. Sehingga pada orang tua atau usia lanjut mudah mengalami penurunan kadar hemoglobin jika terjadi perdarahan atau melakukan aktivitas berat. Selain itu, jika pada anak-anak dapat disebabkan karena pertumbuhan anak-anak yang cukup pesat dan tidak diimbangi dengan asupan zat besi sehingga dapat menurunkan kadar hemoglobin (Made, 2020).

3) Jenis kelamin

Perempuan dinilai lebih mudah mengalami penurunan kadar hemoglobin daripada laki-laki, terutama saat perempuan mengalami menstruasi yang disebabkan oleh keluarnya darah yang sangat banyak yang terjadi selama beberapa hari dan mengalami kadar hemoglobin (Siti Nuraini dalam Devi, 2021).

4) Penyakit sistemik

Beberapa penyakit seperti thalassemia, leukimia, dan tuberculosis dapat mempengaruhi kadar hemoglobin karena penyakit tersebut dapat mempengaruhi sel darah merah yang disebabkan adanya gangguan pada sumsum tulang (Siti Nuraini dalam Devi, 2021).

5) Suhu

Panas yang dihasilkan oleh reaksi metabolisme dan kontraksi otot melepaskan banyak asam dan panas menyebabkan temperature tubuh naik dan sel aktif perlu banyak oksigen (Murray dalam Novalia, 2020).

Faktor eksternal yang mempengaruhi hemoglobin, antara lain:

1) Reagen

Reagen adalah bahan pereaksi yang harus selalu baik kualitasnya mulai dari saat penerimaan, semua reagen yang dibeli harus diperhatikan nomor lisensi kadaluwarsanya, keutuhan wadah atau botol serta cara transportasinya (Sholekah, Santosa, 2018).

2) Metode

Laboratorium yang baik dan benar adalah laboratorium yang mengikuti perkembangan metode pemeriksaan dengan pertimbangan kemampuan laboratorium tersebut dan biaya pemeriksaannya. Petugas laboratorium harus senantiasa bekerja dan mengacu pada metode yang digunakan (Sholekah, Santosa, 2018).

3) Bahan pemeriksaan

Bahan pemeriksaan meliputi cara pengambilan sampel, pengiriman sampel, penyimpanan sampel, dan persiapan sampel (Sholekah, Santosa, 2018).

4) Lingkungan

Lingkungan meliputi keadaan ruang kerja, cahaya, suhu kamar, kebisingan, luas, dan tata ruang (Sholekah, Santosa, 2018).

5) Tenaga/petugas laboratorium

Petugas harus menguasai alat dan teknik di bidang laboratorium (Sholekah, Santosa, 2018).

6) Sampel

Kekeruhan dalam sampel darah dapat mengganggu dalam fotokolorimeter dan menghasilkan absorbensi dan kadar hemoglobin yang lebih tinggi dari yang sebenarnya. Kekeruhan semacam ini dapat disebabkan oleh leukositosis, lipemia, dan adanya globulin abnormal seperti pada macro iobulinema (Sholekah, Santosa, 2018).

7) Berada di dataran tinggi

Kadar oksigen di dataran tinggi lebih rendah, sehingga tubuh meresponnya dengan membuat lebih banyak sel darah merah. Semakin banyaknya sel darah merah yang terbentuk, jumlah hemoglobinnya pun meningkat untuk membantu memenuhi kebutuhan oksigen di tubuh (Novalia, 2020).

8) Pola makan

Kebiasaan makan adalah cara seseorang dalam memilih dan memakannya sebagai reaksi terhadap pengaruh psikologis, fisiologis, budaya, dan sosial. Ada beberapa vitamin dan mineral diperlukan

untuk menjaga sel darah merah. Beberapa vitamin dan mineral tersebut adalah zat besi, vitamin B12, dan asam folat yang sangat diperlukan untuk produksi hemoglobin yang tepat. Jika kekurangan dalam salah satu vitamin dan mineral tersebut dapat menyebabkan anemia karena kurangnya produksi sel darah merah. Asupan makanan yang buruk merupakan penyebab penting rendahnya kadar zat besi, vitamin B12, dan asam folat (Made, 2020).

2.6 Macam Penetapan Kadar Hemoglobin

1) Metode Tallquist

Metode ini menggunakan prinsip membandingkan darah asli dengan suatu skala warna yang bertingkat-tingkat mulai dari warna merah muda sampai warna merah tua. Metode ini hanya mendapat kesan dari kadar hemoglobin saja, sebagai dasar diambil $100\% = 15,8$ gram hemoglobin per 100 ml darah. Tallquist mempergunakan skala warna mulai dari merah muda 10%. Kesalahan dalam melakukan pemeriksaan cara tallquist antara 25-50% (Sholekah, Santosa, 2018).

2) Metode Sahli

Pada metode ini hemoglobin diubah menjadi asam hematin kemudian warna yang terjadi dibandingkan secara visual dengan standar dalam alat. Walaupun cara ini tidak tepat 100%, akan tetapi masih dianggap cukup baik dalam mengetahui apakah seseorang kekurangan darah. Kesalahan dalam melakukan pemeriksaan cara sahli kira-kira 10%. Kelemahan dari metode sahli adalah asam hematin yang dihasilkan bukan merupakan larutan sejati dan juga alat hemoglobinometer sukar distandarisasi. Selain itu, tidak semua jenis hemoglobin dapat diubah menjadi hematin (Sholekah, Santosa, 2018).

3) Metode Cyanmethemoglobin

Pada cara ini menggunakan prinsip pemeriksaan yaitu darah yang diencerkan dengan larutan drabkin akan terjadi hemolysis eritrosit dan konversi hemoglobin diubah menjadi cyanmethemoglobin. Larutan yang sudah terbentuk kemudian diperiksa dengan spektrofotometer yang

absorbansinya sebanding dengan kadar hemoglobin dalam darah (Siti Nuraini dalam Devi, 2021).

4) Metode Cupri Sulfat (CuSO₄)

Pada cara ini didasarkan pada berat jenis, CuSO₄ yang digunakan memiliki berat jenis 1,053. Penetapan kadar hemoglobin pada cara ini dilakukan dengan cara meneteskan darah pada wadah atau gelas yang berisi larutan CuSO₄ BJ 1,053 sehingga darah akan terbungkus tembaga proteinase, yang mencegah perubahan BJ dalam 15 menit. Jika darah tenggelam dalam waktu 15 detik, maka kadar hemoglobin lebih dari 12,5 g/dl. Jika darah melayang di tengah-tengah, maka kadar hemoglobin setara dengan 12,5 g/dl. Dan apabila tetesan darah mengapung diatas permukaan, maka kadar hemoglobin kurang dari 12,5 g/dl. Metode ini bersifat kualitatif, sehingga penetapan kadar hemoglobin ini pada umumnya digunakan pada seleksi pendonor darah atau pemeriksaan hemoglobin yang bersifat massal (Sholekah, Santosa, 2018).

5) Metode Hemoglobinometer Digital (*CompoLab TS*)

Pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan hemoglobinometer digital (*CompoLab TS*) banyak digunakan oleh layanan kesehatan, seperti laboratorium klinik, puskesmas, rumah sakit, dan UTD PMI. Metode Hb meter (*CompoLab TS*) adalah salah satu metode pemeriksaan hemoglobin yang cepat dalam mengukur hemoglobin dari sampel darah kapiler atau vena. Metode ini sangat mudah pengoperasiannya sekaligus memastikan akurasi pengukuran yang sangat baik pada saat yang bersamaan (Fresenius, 2012).

Metode hemoglobinometer digital (*CompoLab TS*) didasarkan pada pengukuran fotometrik spektrum luas hemoglobin dalam darah kapiler atau vena. Setiap fraksi hemoglobin memiliki spektrum absorbansi tertentu. Spektrum yang diukur adalah jumlah semua fraksi yang merupakan total hemoglobin. Konsentrasi hemoglobin dalam metode ini menggunakan absorbansi terukur pada beberapa panjang gelombang. Metode ini dapat mengkompensasi hamburan cahaya yang mana kekeruhan pada sampel akan diukur dan dikompensasi (Fresenius, 2012).

Metode hemoglobinometer digital (*CompoLab TS*) memiliki beberapa keunggulan, dimulai dari cuvetnya yang tidak ada reagen, tidak ada reaksi yang terjadi dalam cuvet, cuvet tidak peka terhadap kelembaban dan/atau suhu, umur simpan cuvet adalah 2,5 tahun, ada dudukan tempat untuk cuvet yang digerakkan oleh motor. Ketika sampel darah sudah dimasukkan ke dalam cuvet, cuvet dimasukkan ke dalam alat *CompoLab TS*, lalu tunggu hasil hanya selama 2 detik saja dan hasil kadar hemoglobin bisa dibaca pada layar alat (Fresenius, 2012).

Kelemahan dari alat *CompoLab TS* antara lain bisa berasal dari kesalahan petugas yang mengoperasikan karena tidak mempunyai latar belakang kesehatan dan butuh biaya yang mahal untuk mendapatkan alat *CompoLab TS* dan cuvetnya (Faatih et al., 2020).

2.7 Hubungan Darah Vena dan Darah Kapiler Terhadap Pemeriksaan Kadar Hemoglobin Metode Hemoglobinometer Digital (*CompoLab TS*)

Darah vena adalah darah yang berasal dari pembuluh darah vena, membawa darah miskin akan oksigen menuju ke jantung. Dinding pembuluh darah vena memiliki tiga lapisan yakni tunika adventitia (lapisan terluar), media tunika (lapisan tengah), dan intima tunika (lapisan terdalam). Tetapi pada lapisan tengah memiliki otot lebih tipis, kurang kuat, lebih mudah kempes, dan kurang elastis daripada arteri (Harahap, Urip; Nurhadi, 2019). Venula terkecil hanya terdiri dari endothelium dan jaringan ikat, tetapi venula yang lebih besar juga mengandung jaringan otot polos (Saadah, 2018). Darah vena berwarna lebih tua dan agak ungu karena banyak dari oksigennya sudah diberikan kepada jaringan (Harahap, Urip; Nurhadi, 2019).

Sedangkan darah kapiler adalah darah yang berasal dari pembuluh darah kapiler yang sangat kecil dimana pembuluh kapiler berakhir. Dinding pembuluh darah kapiler hanya terdiri dari lapisan endothelium. Lapisan endothelium adalah lapisan yang sangat tipis memungkinkan limfe merembes keluar membentuk cairan jaringan membawa air, mineral, dan zat makanan untuk sel, dan melalui pertukaran gas antara pembuluh kapiler dan jaringan sel, menyediakan oksigen dan menyingkirkan bahan buangan termasuk karbondioksida (Rosidah & Rahmawati, 2016). Kapiler membentuk jaringan

pembuluh darah dan bercabang-cabang di dalam sebagian besar jaringan tubuh. Oleh sebab itu, darah dalam kapiler terus-menerus berubah susunan dan warnanya karena terjadi pertukaran gas (Harahap, Urip; Nurhadi, 2019). Kapiler berfungsi sebagai pertukaran materi antara pembuluh darah dan jaringan (Saadah, 2018).

Pada dasarnya darah vena dan darah kapiler sama, keduanya di dalam satu sistem sirkulasi yang saling berkaitan dan dapat digunakan sampel untuk pemeriksaan hematologi (khususnya pemeriksaan hemoglobin). Namun, susunan darah kapiler dan darah vena berbeda-beda. Darah vena berwarna lebih tua dan keunguan karena banyak dari oksigennya sudah diberikan kepada jaringan. Sedangkan darah kapiler terus menerus berubah susunan dan warnanya karena terjadi pertukaran gas (Rosidah & Rahmawati, 2016).

Pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan hemoglobinometer digital (*CompoLab TS*) banyak digunakan oleh layanan kesehatan, seperti laboratorium klinik, puskesmas, rumah sakit, dan UTD PMI. Metode Hb meter (*CompoLab TS*) adalah salah satu metode pemeriksaan hemoglobin yang cepat dalam mengukur hemoglobin dari sampel darah kapiler atau vena. Metode ini sangat mudah pengoperasiannya sekaligus memastikan akurasi pengukuran yang sangat baik pada saat yang bersamaan (Fresenius, 2012).

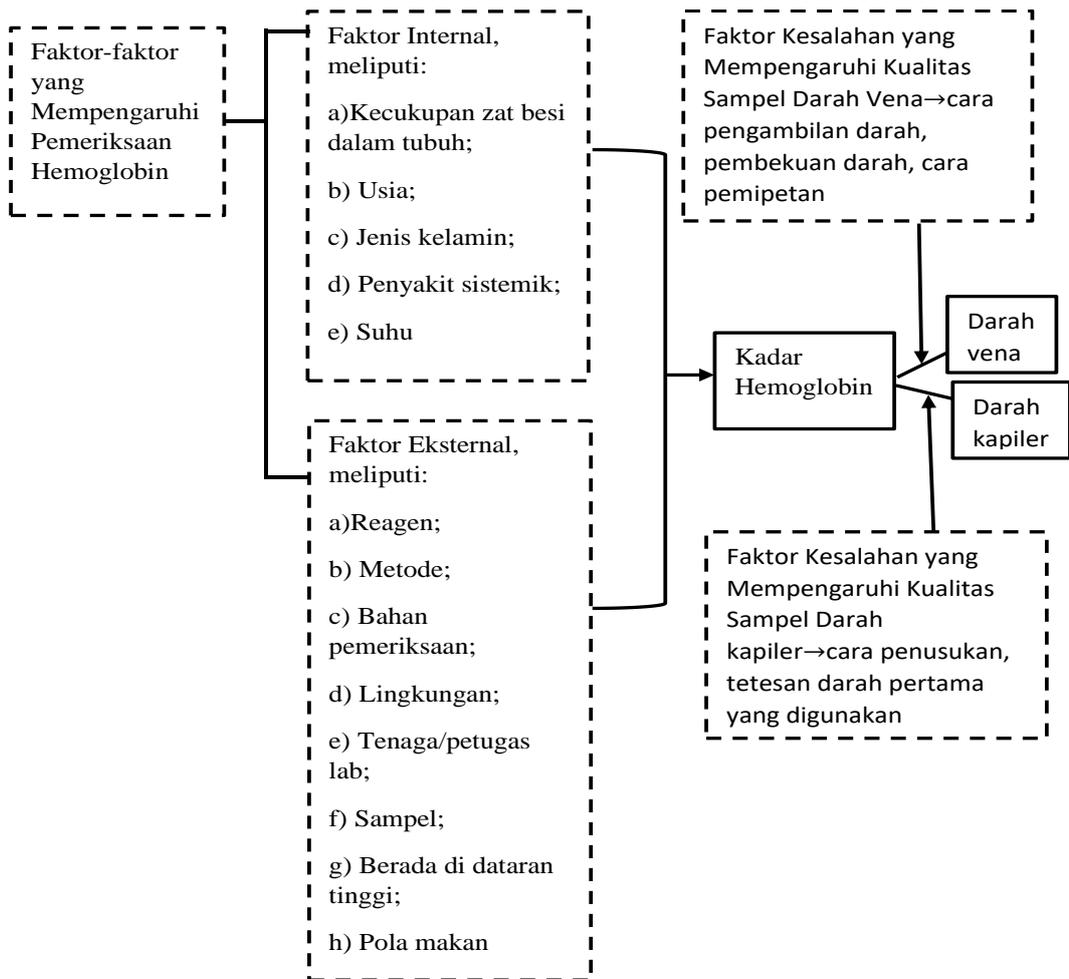
Metode hemoglobinometer digital (*CompoLab TS*) didasarkan pada pengukuran fotometrik spektrum luas hemoglobin dalam darah kapiler atau vena. Setiap fraksi hemoglobin memiliki spektrum absorbansi tertentu. Spektrum yang diukur adalah jumlah semua fraksi yang merupakan total hemoglobin. Konsentrasi hemoglobin dalam metode ini menggunakan absorbansi terukur pada beberapa panjang gelombang. Metode ini dapat mengkompensasi hamburan cahaya yang mana kekeruhan pada sampel akan diukur dan dikompensasi (Fresenius, 2012).

Metode hemoglobinometer digital (*CompoLab TS*) ini memiliki cuvet yang tidak ada kandungan reagen, tidak ada reaksi yang terjadi dalam cuvet, cuvet tidak peka terhadap kelembaban dan/atau suhu, umur simpan cuvet adalah 2,5 tahun, ada dudukan tempat untuk cuvet yang digerakkan oleh motor. Ketika sampel darah sudah dimasukkan ke dalam cuvet, cuvet dimasukkan ke dalam

alat CompoLab TS, lalu tunggu hasil hanya selama 2 detik saja dan hasil kadar hemoglobin bisa dibaca pada layar alat (Fresenius, 2012).

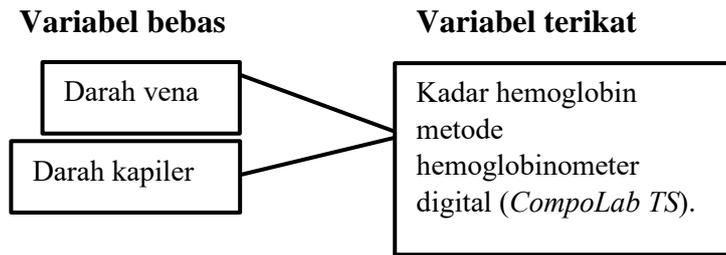
2.8 Kerangka Teori

Berdasarkan uraian tinjauan pustaka diatas, dapat disimpulkan bahwa terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi pemeriksaan kadar hemoglobin, yang mana faktor-faktor tersebut dibedakan menjadi faktor internal dan eksternal. Kedua faktor tersebut dapat mempengaruhi kadar hemoglobin dengan sampel darah vena dan darah kapiler. Selain itu, pada pemeriksaan kadar hemoglobin pada sampel darah vena dan darah kapiler masing-masing memiliki faktor kesalahan yang dapat mempengaruhi pemeriksaan kadar hemoglobin maupun kualitas sampel itu sendiri. Kerangka teori pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1 Kerangka Teori

2.9 Kerangka Konsep



Gambar 2.2 Kerangka Konsep

2.10 Hipotesis Penelitian

H1 : Ada perbedaan kadar hemoglobin antara darah vena dan darah kapiler dengan metode hemoglobinometer digital (*CompoLab TS*).

