

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Darah

1. Defenisi Darah

Ayu (2018) menyatakan darah merupakan jaringan cair pada tubuh manusia yang terdiri atas dua bagian plasma yaitu plasma darah sebesar 55% dan korpuskuler/ sel darah sebesar 45%. Sel darah terdiri dari tiga jenis yaitu eritrosit, leukosit dan trombosit. Sedangkan menurut Guyton (2012) darah adalah suatu cairan kental yang terdiri dari sel-sel dan plasma. Setiap orang rata-rata mempunyai kira-kira 70 ml darah setiap kilogram berat badan. Sebanyak 50-60% darah terdiri atas cairan sisanya berupa sel-sel darah. Dalam keadaan fisiologik darah selalu berada didalam pembuluh darah sehingga dapat menjalankan fungsinya sebagai pembawa oksigen (*oxygen carrier*), mekanisme pertahanan tubuh terhadap infeksi dan mekanisme hemostasis. Darah terdiri dari dua komponen darah antara lain (Tarwoto dkk, 2009) :

- a. Plasma darah yaitu : Bagian cair darah yang sebagian besar terdiri atas air, elektrolit dan protein darah.
- b. Butir-butir darah (*blood corpuscles*) yang terdiri atas :
 - 1) Eritrosit : sel darah merah
 - 2) Leukosit : sel darah putih
 - 3) Trombosit : butir pembeku

2. Karakteristik Darah

Tarwoto dkk, (2009) menyatakan karakteristik darah adalah sebagai berikut :

- a. Warna : Darah arteri berwarna merah muda karena mengandung banyak oksigen yang berikatan dengan hemoglobin dalam sel darah merah. Darah vena berwarna merah tua/gelap karena kekurangan oksigen dibandingkan dengan darah arteri.
- b. Viskositas : Viskositas darah atau kekentalan darah $\frac{3}{4}$ lebih tinggi dari pada viskositas air yaitu sekitar 1.048 sampai 1.066.
- c. pH : pH darah bersifat alkaline dengan pH 7.35 sampai 7.45.
- d. Volume : Pada orang dewasa volume darah sekitar 70 sampai 75 ml/kg BB atau sekitar 4 sampai 5 liter darah.
- e. Komposisi : Darah tersusun atas dua komponen utama yaitu plasma darah dan sel-sel darah.
- f. Plasma darah yaitu bagian cair darah (55%) yang sebagian besar terdiri dari (92%) air, (7%) protein, (1%) nutrisi, hasil metabolisme, gas pernapasan, enzim, hormon-hormon, faktor pembekuan dan garam anorganik. Protein-protein dalam plasma terdiri dari serum albumin, fibrinogen, protrombin, dan protein esensial untuk koagulasi. Serum albumin dan gamma globulin sangat penting untuk mempertahankan tekanan osmotik koloid, dan gamma globulin juga mengandung antibodi (*imunoglobulin*) seperti IgM, IgG, IgA, IgD, IgE untuk mempertahankan tubuh terhadap *mikroorganisme*.
- g. Sel-sel darah/ butir-butir darah (bagian padat) kurang lebih 45% terdiri dari eritrosit, leukosit dan trombosit. Unsur terbanyak dari sel darah yaitu eritrosit (44%) sedangkan leukosit dan trombosit (1%). Leukosit terdiri dari basofil, eosinofil, neutrofil, limfosit, dan monosit.

3. Fungsi Darah

Syaifuddin (2016) menyatakan Ada beberapa fungsi darah antara lain :

a. Sebagai alat pengangkut yaitu :

- 1) Mengangkut oksigen (O_2)/ zat pembakaran dari paru-paru untuk diedarkan ke seluruh jaringan tubuh
- 2) Mengangkut karbon dioksida (CO_2) dari jaringan untuk dikeluarkan melalui paru-paru
- 3) Mengambil zat-zat makanan dari usus halus untuk diedarkan dan dibagikan ke seluruh jaringan tubuh
- 4) Mengangkut/ mengeluarkan zat-zat yang tidak berguna bagi tubuh untuk dikeluarkan melalui kulit dan ginjal.

b. Sebagai pertahanan tubuh terhadap serangan penyakit dan racun dalam tubuh dengan perantaraan leukosit dan antibodi/ zat anti racun.

c. Menyebarkan panas ke seluruh tubuh.

B. Transfusi Darah

1. Definisi

Setyati (2010) menyatakan transfusi darah adalah proses pemindahan atau pemberian darah dari seseorang kepada orang lain (*resipien*). Transfusi bertujuan mengganti darah yang hilang akibat perdarahan, luka bakar, mengatasi shock dan mempertahankan daya tahan tubuh terhadap infeksi.

Transfusi darah adalah proses pemindahan darah atau komponen darah dari seorang (*pendonor*) ke orang lain (*resipien*). Tujuan transfusi darah adalah untuk pengobatan (pasien dengan pendarahan) seperti membantu pengobatan (pasien dengan keganasan sistem *hematopoietic - leukimia*). Salah satu bahan yang dapat ditransfusikan adalah darah lengkap (*whole blood*). Isi utamanya adalah eritrosit yang mengandung hemoglobin.

Bakta (2006) menyatakan dilihat dari masa penyimpanannya *whole blood* dapat dibagi menjadi dua yaitu :

- a. Darah segar (*fresh blood*) : Darah yang disimpan kurang dari 6 jam, masih mengandung trombosit dan faktor pembeku.
- b. Darah yang disimpan (*stored blood*) : Darah yang sudah disimpan lebih dari 6 jam.

2. Indikasi pemberian transfuse darah

World Health Organization (2009) menyebutkan ada 5 indikasi umum transfusi darah adalah sebagai berikut :

- a. Kehilangan darah akut, bila 20–30% total volume darah hilang dan perdarahan masih terus terjadi.
- b. Anemia berat.
- c. Syok septik (jika cairan IV tidak mampu mengatasi gangguan sirkulasi darah dan sebagai tambahan dari pemberian antibiotik).
- d. Memberikan plasma dan trombosit sebagai tambahan faktor pembekuan, karena komponen darah spesifik yang lain tidak ada.
- e. Transfusi tukar pada neonatus dengan ikterus berat.

3. Faktor yang mempengaruhi pemberian transfuse darah

Faktor penting dalam pemberian transfusi darah adalah sebagai berikut :

- a. Sebelum transfusi

Dokter harus menentukan jenis serta jumlah kantong darah yang akan diberikan. Oleh karena itu klien harus menjalani pemeriksaan laboratorium darah lengkap terlebih dahulu, untuk mengetahui kadar Hb. Dokter dapat menentukan secara pasti

apakah klien menderita anemia atau tidak berdasarkan keadaan klinis klien serta pemeriksaan darah, selain itu juga untuk menentukan jenis transfusi. Misalnya klien dengan kadar trombosit yang sangat rendah jenis transfusi yang akan dipilih adalah transfusi trombosit. Selain itu klien juga ditimbang berat badannya karena menentukan jumlah darah yang akan diberikan. Dokter juga perlu menetapkan target kadar Hb yang ingin dicapai setelah transfusi. Hal tersebut disebabkan karena selisih antara target kadar Hb dengan Hb sebelum ditransfusi berbanding lurus dengan jumlah darah yang akan ditransfusi.

b. Selama transfusi

Dalam pemberiannya transfusi harus diberikan secara bertahap, sedikit demi sedikit, karena dapat menyebabkan gagal jantung akibat beban kerja jantung yang bertambah secara mendadak.

c. Golongan darah dan rhesus

Golongan darah dan rhesus harus sama antara pendonor dan resipien. Manusia mempunyai tipe-tipe antigenik tertentu dikategorikan sebagai golongan darah atau tipe. Golongan darah terdiri dari A, B, AB, dan O. Seseorang memiliki antibodi terhadap plasma dari golongan darah yang lain. Seseorang dengan golongan darah A tidak dapat menerima golongan darah B dan sebaliknya. Golongan darah O akan disertai antibodi terhadap A dan B sedangkan golongan darah AB tidak akan menyebabkan timbulnya antibodi terhadap golongan darah lain. Rhesus ada dua jenis yaitu rhesus positif dan rhesus negatif. Orang Indonesia kebanyakan rhesusnya positif (+). Darah donor yang tidak cocok dengan darah resipien (penerima) maka dapat terjadi reaksi yang dapat membahayakan klien.

C. Penyimpanan Darah

1. Definisi

Tujuan dari penyimpanan darah yaitu untuk mencegah pembekuan darah, mempertahankan fungsi biologis sel darah sebelum transfusi agar tetap berfungsi baik setelah transfusi serta aman dan tidak menimbulkan penyakit untuk pasien. Penyimpanan darah yang sering dilakukan adalah simpan cair, penyimpanan darah dengan menggunakan antikoagulan yang mengandung nutrisi untuk kehidupan sel darah pada suhu 4°C. Antikoagulan yang dipakai seperti ACD (*acid citrate dextrose*) → 63 ml ACD + 450 ml darah (3 minggu), CPD (*citrate phosphatase dextrose*) → 6 ml CPD + 950 ml darah (3 minggu), CPDA (*citrate phosphatase dextrose adenine*) → 63 ml CPDA + 450 ml darah (5 minggu) (Handayani dkk, 2008).

Pada masa penyimpanan, darah akan mengalami perubahan-perubahan komponen darah terutama eritrosit akan mengalami perubahan bentuk yang cukup bermakna seiring lamanya waktu penyimpanan darah. Deformabilitas eritrosit juga akan terganggu pada masa menjelang minggu kedua penyimpanan dan ini berlanjut selama penyimpanan lebih lanjut. Efek penyimpanan darah akan membuat eritrosit banyak yang mati segera setelah ditransfusikan karena terjadinya penurunan kadar ATP. Pada darah yang telah disimpan selama 3 minggu 20% kandungan eritrosit didalamnya akan mati setelah ditransfusikan. Ion citrate dari CPDA mencegah pembekuan dengan mengikat kalsium, sedangkan dextrose memungkinkan eritrosit melakukan glikolisis, sehingga dapat mempertahankan konsentrasi ATP untuk metabolisme didalam eritrosit. Pendingin merangsang natrium sehingga eritrosit kehilangan kalium dan menimbulkan natrium. Sementara itu eritrosit menjadi rapuh dan sebagian mulai lisis sehingga meningkatkan konsentrasi hemoglobin dalam plasma. Konsentrasi ATP dan 2,3 DPG juga menurun dengan progresif (Suciati, 2010).

2. Metabolisme Darah Selama Penyimpanan

Pada darah yang disimpan diluar tubuh (dalam kantong darah), dimana kondisinya sangat berbeda dengan kondisi dalam tubuh dan keseimbangan alamiah tidak ada, maka tentunya akan terjadi perubahan-perubahan dalam metabolisme darah tersebut. Perubahan-perubahan yang terjadi selama penyimpanan *in vitro* adalah sebagai berikut (Sumoko, 2008):

a. Daya hidup sel darah merah

Pada waktu penyadapan dalam kantong darah $\pm 1-5\%$ eritrosit rusak. Pada darah yang disimpan selama 2 minggu hampir semua sel darah merah muda hidup normal setelah ditransfusikan tetapi $\pm 10\%$ musnah dalam waktu 24 jam. Sedangkan pada penyimpanan selama 4 minggu daya hidup setelah transfusi menurun dan sebanyak 25% dan eritrosit hancur dalam jam pertama bekerja setelah transfusi. Semakin lama darah disimpan maka semakin banyak eritrosit yang dihancurkan dan semakin kecil jumlah eritrosit yang dapat hidup. Persen sel darah merah yang hidup dalam 24 jam setelah transfusi menjadi patokan perhitungan masa simpan darah dalam bentuk cair, minimal 70%. Hilangnya daya hidup sel darah merah yang disimpan disebabkan oleh dua faktor yaitu :

- 1) Kekakuan membran sel darah merah : yang *invitro reversible* dengan penambahan ATP sebelum transfusi.
- 2) Hilangnya lipid membran sel darah merah yang tidak dapat diletakkan pada penyimpanan dengan suhu 4°C.

Pengaruh antikoagulan heparin menyebabkan kerusakan sel darah merah dengan sangat cepat, setelah penyimpanan 6-10 hari daya hidup setelah transfusi tidak lebih dari 60%. *Antikoagulan trisodium sitrat* menyebabkan terjadinya kerusakan yang cepat

setelah 1 minggu dan hanya 50% sel darah merah yang hidup dan setelah 2 minggu hampir tidak ada yang hidup.

b. Penurunan kadar ATP

Selama penyimpanan ATP yang menurun berhubungan dengan perubahan-perubahan pada sel darah merah yaitu : perubahan bentuk sel dari ceper (*discs*) menjadi bulat (*spheres*), hilangnya lemak membran sel, menurunnya critical haemolitic volume (berhubungan dengan hilangnya lemak membran), dan bertambah kakunya sel.

c. Penurunan 2,3 *Diphosphoglycerate* (DPG)

Dalam sel darah manusia DPG sel darah merah hampir equimolar dengan hemoglobin. Satu molekul DPG berkaitan dengan satu molekul deoxy (hemoglobin membentuk kompleks yang sangat resisten terhadap oksigenasi, DPG harus dilepaskan, agar oksigen dapat diikat). Darah yang disimpan lama menyebabkan kadar 2,3 DPG menjadi rendah sehingga oksigen tidak dapat dilepaskan ke jaringan (Sumoko, 2008).

D. Prosedur Transfusi Darah

Transfusi darah harus melalui prosedur yang ketat untuk mencegah efek samping (reaksi transfusi) yang dapat timbul. Prosedur transfusi darah antara lain:

1. Penentuan golongan darah ABO dan Rh. Baik pendonor maupun resipien harus memiliki golongan darah yang sama.
2. Pemeriksaan untuk donor terdiri atas :
 - a. Penapisan (*screening*) terhadap antibodi dalam serum donor dengan tes antiglobulin indirek (*tes Coombs indirek*)
 - b. Tes serologik untuk hepatitis (hepatitis B dan hepatitis C), HIV, dan sifilis (TPHA).

3. Pemeriksaan untuk resipien terdiri atas :

- a. "*major side cross match*" : serum resipien diinkubasikan dengan eritrosit donor untuk mencari antibodi dalam serum resipien.
- b. "*minor side cross match*" : untuk mencari antibodi dalam serum donor.

4. Pemeriksaan klerikal (identifikasi) :

Memeriksa dengan teliti dan mencocokkan label darah resipien dan donor. Reaksi transfusi sebagian besar timbul akibat kesalahan identifikasi (klerikal).

5. Prosedur pemberian darah yaitu :

- a. Hangatkan darah perlahan-lahan
- b. Catat denyut nadi, tensi, suhu dan respirasi sebelum transfusi
- c. Pasang infus dengan infus set darah (memakai alat penyaring)
- d. Pertama diberikan larutan NaCl fisiologis
- e. Pada 5 menit pertama pemberian darah, beri tetesan pelan-pelan dan perhatikan adanya urtikaria, menggigil. Selanjutnya perhatikan tensi, denyut nadi, suhu dan respirasi.

6. Kecepatan transfusi menurut Bakta (2012) yaitu :

- a. Untuk syok hipovolemik, beri tetesan cepat
- b. Untuk normovolemik, beri 500 ml/ 6 jam
- c. Pada anemia kronik, penyakit jantung dan paru, beri tetesan perlahan-lahan 500 ml/24 jam atau beri diuretika (furosemid) sebelum transfusi.

7. Berdasarkan PMK 91 Tahun 2015 tentang standar pelayanan transfuse darah alur pelayanan transfuse darah adalah sebagai berikut :



Gambar 2.1 Alur Pelayanan Darah Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia (PMK) Tahun 2015 tentang standar pelayanan transfusi darah.

E. Hemoglobin

1. Pengertian Hemoglobin

Hemoglobin adalah komponen utama dari sel darah merah (eritrosit) yang merupakan protein terkonjugasi yang berfungsi untuk transportasi oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2). Molekul Hemoglobin terdiri dari dua pasang rantai polipeptida (globin) dan empat kelompok heme yang mengandung atom ferro (Fe^{2+}). Ketika telah sepenuhnya jenuh, setiap gram Hb mengikat 1,34 ml O_2 (Kiswari, 2014).

Jumlah Hemoglobin sangat mempengaruhi fungsi sel darah merah sebagai pembawa oksigen dan karbon dioksida dalam tubuh. Apabila terjadi kekurangan Hemoglobin, baik karena penurunan jumlah sel darah merah ataupun karena setiap sel darah merah mengandung sedikit hemoglobin akan menyebabkan terjadinya anemia yang ditandai dengan gejala kelelahan, sesak napas, pucat dan pusing (Tarwoto dkk, 2009).

2. Kadar Hemoglobin

Kadar hemoglobin ialah ukuran pigmen respiratorik dalam butiran-butiran sel darah merah. Jumlah hemoglobin dalam darah normal adalah kira-kira 15 gram setiap 100 ml darah dan jumlah ini biasanya disebut "100 persen". Batas normal nilai hemoglobin untuk seseorang sukar ditentukan karena kadar hemoglobin bervariasi diantara setiap suku bangsa. Namun WHO telah menetapkan batas kadar hemoglobin normal berdasarkan umur dan jenis kelamin seperti dijelaskan dalam tabel berikut

Tabel 2.1 Batas Kadar Hemoglobin (gr/dl)

Anak 6 bulan - 6 tahun	11,0 gr/dl
Anak 6 tahun - 14 tahun	12,0 gr/dl
Pria dewasa	13,0 gr/dl
Wanita dewasa	12,0 gr/dl
Ibu hamil	11,0 gr/dl

3. Struktur Hemoglobin

Tarwoto dkk (2014) menyatakan struktur Hemoglobin terdiri dari dua unsur utama, yaitu :

- a. Besi yang mengandung pigmen hem.
- b. Protein globin, seperti halnya jenis protein lain globin mempunyai rantai panjang dari asam amino. Ada empat rantai globin yaitu alpha (α), beta (β), delta (δ) dan gamma (γ).

1. Fungsi Hemoglobin

Widayanti (2008) menyatakan fungsi hemoglobin antara lain :

- a. Mengatur pertukaran oksigen dengan karbon dioksida di dalam jaringan-jaringan tubuh.
- b. Mengambil oksigen dari paru-paru kemudian dibawa ke seluruh jaringan-jaringan tubuh untuk dipakai sebagai bahan bakar.
- c. Membawa karbon dioksida dari jaringan-jaringan tubuh sebagai hasil metabolisme ke paru-paru untuk di buang.
- d. Untuk mengetahui apakah seseorang itu kekurangan darah atau tidak, dapat diketahui dengan pengukuran kadar hemoglobin. Penurunan kadar hemoglobin dari normal berarti kekurangan darah yang disebut anemia.

2. Metode Penetapan Kadar Hemoglobin

Rukman Kiswari (2014) menyebutkan ada beberapa metode penetapan kadar Hemoglobin antara lain :

a. Metode Sahli

Metode ini merupakan satu cara penetapan kadar hemoglobin secara visual.

Prinsip : Hemoglobin darah diubah menjadi asam hematin dengan bantuan larutan HCl, kemudian kadar dari asam hematin ini diukur dengan membandingkan warna yang terjadi dengan warna standard.

Alat dan bahan : Tabung sahli, standard sahli, pipet sahli, dan batang pengaduk. Reagen : Larutan HCl dan Aquadest

Cara Kerja :

- 1) Isi tabung sahli dengan larutan HCl 0,1 N sampai tanda 2
- 2) Hisaplah darah kapiler/vena yang telah diberi antikoagulan EDTA dengan pipet sahli sampai tepat tanda 20 μ l
- 3) Hapus kelebihan darah yang melekat pada ujung luar pipet dengan tisu secara berhati-hati dan jangan sampai darah dalam pipet berkurang
- 4) Masukkan darah sebanyak 20 μ l ke dalam tabung yang berisi larutan HCl tanpa menimbulkan gelembung udara
- 5) Bilas pipet sebelum diangkat dengan cara menghisap dan mengeluarkan larutan HCl dari dalam pipet secara berulang-ulang
- 6) Tunggu 5 menit agar hematin asam terbentuk
- 7) Hematin asam yang terjadi dencerkan dengan aquadest setetes demi setetes sambil diaduk dengan tangkai pengaduk sampai diperoleh warna yang sama dengan warna standard

- 8) Nilai normal :
- Pria : 13,5-18,0 gr%,
 - Wanita : 11,5-16,5 gr%

b. Metode Cu-Sulfat

Prinsip : Metode ini adalah test kualitatif berdasarkan berat jenis. Darah donor turun ke dalam larutan tembaga sulfat (*Cu-sulfat*) dan terbungkus dalam kantong tembaga proteinate yang mencegah setiap perubahan dalam berat jenis sekirat 15 detik. Jika hemoglobin sama dengan atau lebih 12,5 gr/dl maka akan tenggelam dalam waktu 15 detik, yang berarti donor dapat diterima. Alat dan bahan : Tabung kapiler berisi heparin, kasa steril Reagen: Larutan $CuSO_4$. Cara Kerja:

- 1) Masukkan 30 ml larutan $CuSO_4$ ke dalam botol bersih dan kering. Tabung selalu ditutup dengan penutupnya jika tidak digunakan. Larutan diperbaharui setelah 25 tes
- 2) Bersihkan ujung jari dan biarkan kering
- 3) Tusuk jari dengan lanset steril
- 4) Biarkan satu tetes darah jatuh dengan ketinggian sekitar 1 cm diatas permukaan larutan $CuSO_4$ ke dalam tabung
- 5) Penurunan darah diamati selama 15 detik. Cara penilaian : -
Darah langsung tenggelam ($Hb > 12,5$ gr/dl)
- 6) Darah melayang ($Hb = 12,5$ gr/dl)
- 7) Darah mengapung ($Hb < 12,5$ gr/dl)

c. Metode *Cyanmethemoglobin*

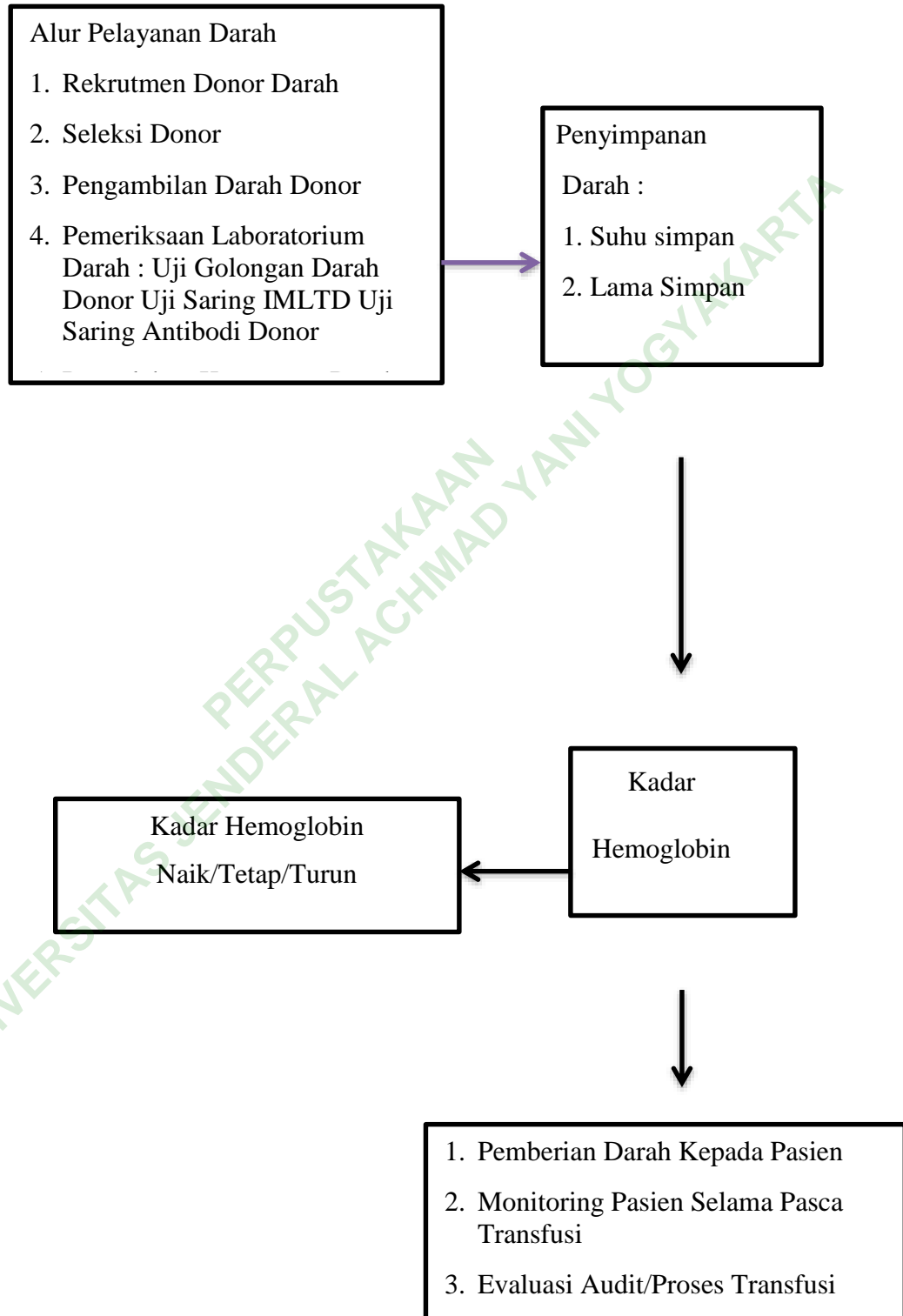
Prinsip : Darah diencerkan dalam larutan kalium sianida dan kalium ferri sianida. Kalium ferri sianida mengoksidasi Hb menjadi Hi

(methemoglobin) dan kalium sianida menyediakan ion sianida (CN^-) untuk membentuk HiCN yang memiliki penyerapan maksimum yang luas pada panjang gelombang 540 nm. Absorbansi larutan diukur dalam spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm dan dibandingkan dengan larutan standar HiCN.

Cara Kerja :

- 1) Masukkan 5 ml larutan drabkin ke tabung reaksi
- 2) Hisaplah darah kapiler 20 μ l dan hapus kelebihan darah pada bagian luar pipet dengan tissue
- 3) Masukkan darah kedalam larutan drabkin
- 4) Homogenkan sampel dan larutan drabkin lalu tunggu 3 menit
- 5) Bacalah hasil dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm dan gunakan larutan drabkin sebagai blanko.
- 6) Nilai normal : Pria : 13,-18,0 gr/dl Wanita : 11,5-16,5 gr/dl

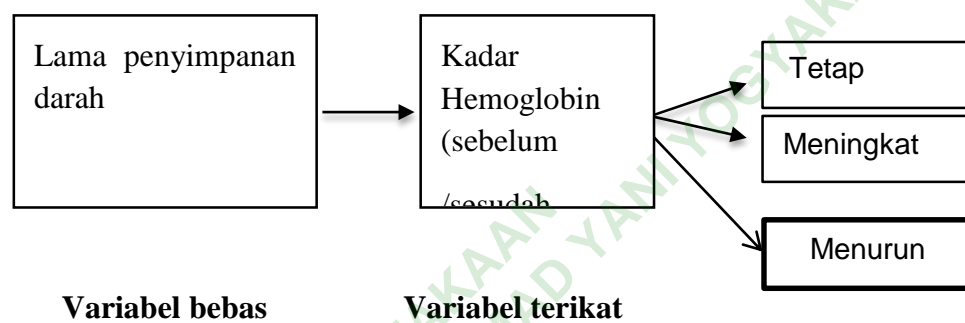
F. Kerangka Teori



Gambar 2.1 Kerangka Teori

G. Kerangka Konsep

Kerangka konsep adalah kerangka hubungan antara konsep-konsep yang ingin diamati atau diukur melalui penelitian yang akan dilakukan (Notoatmojo, 2010).



Gambar 2.2 Kerangka Konsep

H. Pernyataan Penelitian

Bagaimana pengaruh penyimpanan darah terhadap kadar hemoglobin pada *whole blood* sebelum dan sesudah disimpan selama satu minggu di PMI Kabupaten Sleman??"