

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Telaah Pustaka**

##### **1. Flebotomi**

Proses pengambilan darah yang dikenal sebagai “flebotomi” asalnya dari bahasa Yunani, yaitu kata "phleb" yang memiliki arti pembuluh darah dan "tomia" yang memiliki arti mengiris atau memotong. Flebotomi dilakukan untuk berbagai tujuan, seperti pemeriksaan laboratorium, pengobatan atau terapi, serta kegiatan donor darah (Susilowati, 2021).

Seorang flebotomis bertugas sampling dan menyimpan sampel darah vena, arteri, maupun kapiler. Istilah "phlebotomist" sendiri dari bahasa Yunani, yaitu "phlebo" artinya vena, "tome" berarti sayatan, dan "ist" yaitu ahli. Saat ini, sampling darah dapat dilakukan berbagai tenaga medis, termasuk dokter, dokter muda, perawat dan ahli teknologi laboratorium medik. Hal tersebut dikarenakan proses pengambilan darah memerlukan pengetahuan mendalam, ketelitian, serta kemampuan berpikir kritis (Anwari dkk., 2023).

Seorang flebotomis adalah seorang tenaga medis yang dilatih dan diizinkan oleh undang-undang untuk melakukan pengambilan darah (sampling) dan menampung spesimen darah dari pembuluh darah (vena, arteri maupun kapiler). Seorang flebotomis harus memahami anatomi

dan fisiologi tubuh, kondisi pasien dan metode komunikasi untuk mendapatkan persetujuan pasien, melakukan prosedur dengan benar dan merawat pasien dengan baik (Susilowati, 2021).

Prosedur flebotomi biasanya dilakukan untuk memperoleh sampel darah yang cukup guna pemeriksaan laboratorium. Pengambilan darah ini bertujuan untuk mencegah risiko kesehatan yang dapat timbul apabila komponen dari darah terdapat masalah dan dibiarkan terlalu lama dalam tubuh. Komponen darah yang diambil meliputi sel darah merah, sel darah putih, plasma, trombosit, serta zat besi (berperan sebagai pembentukan sel darah merah). Flebotomi pun diterapkan untuk pemberian obat secara intravena, infus cairan, transfusi darah dan donor darah. Dalam pelaksanaannya, penting untuk menghindari gangguan sebelum analitik, menggunakan tabung sesuai untuk pengumpulan sampel dan menjaga kenyamanan dan keselamatan dari pasien secara optimal (Anwari dkk., 2023).

Prosedur dalam flebotomi diterapkan oleh tenaga medis yang sudah terlatih seperti perawat atau ahli teknologi laboratorium medis. Tujuan utama flebotomi yakni mengumpulkan sampel darah untuk beragam prosedur diagnostik, termasuk analisis genetik, pengujian laboratorium, pengujian fungsi organ, beserta penetapan golongan darah. Kemudian, flebotomi bisa diterapkan selaku pengobatan untuk penyakit spesifik (Anwari dkk., 2023).

Meskipun flebotomi biasanya aman, seperti semua prosedur medis, ada kemungkinan komplikasi. Beberapa risiko yang mungkin muncul meliputi rasa sakit saat jarum mulai ditusukkan, bengkak atau memar di area tusukan serta reaksi alergi dikarenakan desinfektan atau plester yang digunakan. Selain itu, flebotomi dapat dilakukan sebagai prosedur terapi untuk mengatasi kondisi darah tertentu seperti polisitemia vera yaitu salah satu penyakit yang menyebabkan produksi sel darah merah berlebihan, hemokromatosis (penyakit yang mengakibatkan penumpukan zat besi secara berlebihan dalam tubuh), serta berbagai gangguan darah lainnya. (Anwari dkk., 2023).

Flebotomis memberikan pelayanan sesuai dengan prosedur standar operasional tentang :

- a. Persiapan pasien
- b. Pengumpulan spesimen
- c. Labelisasi spesimen
- d. Pengawetan spesimen
- e. Transportasi spesimen.

Beberapa area tidak dianjurkan untuk pengambilan atau sampling darah vena, antara lain:

- a. Lengan yang pernah menjalani mastektomi.
- b. Daerah yang mengalami pembengkakan (edema).

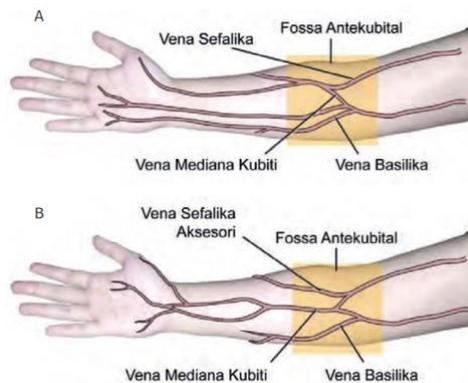
- c. Area dengan penumpukan darah di jaringan (hematoma).
- d. Tempat di mana darah sedang dilakukan transfusi.
- e. Lokasi bekas luka.
- f. Daerah yang memiliki cannula, fistula, atau cangkok vaskular.
- g. Area jalur intravena, karena darah dapat menjadi lebih encer dan mempengaruhi kadar zat tertentu.

Pengambilan darah atau sampling vena melalui alat suntik (syringe) biasanya umum dipraktikkan di laboratorium klinik ataupun fasilitas kesehatan. Spuit atau alat suntik ini merupakan pompa piston yang sederhana dan mencakup jarum, pendorong dan tabung silinder. Terdapat bermacam ukuran jarum dan yang sering dipakai meliputi 21G, 22G, 23G, 24G, dan 25G, dari yang terbesar hingga terkecil. Penggunaan alat suntik ini sangat dianjurkan untuk pasien lanjut usia serta mereka yang memiliki vena kecil atau rapuh (Anwari dkk., 2023).

Metode pengambilan sampel darah dari pembuluh darah vena dikenal sebagai *venipuncture*, atau tusukan vena. Proses ini biasanya dilakukan di tiga lokasi utama pembuluh darah vena :

- a. Vena sefalika (cephalic), yang letaknya berada di bagian atas lengan pada sisi ibu jari.
- b. Vena basilika (basilic), yang berada di lengan bagian bawah pada sisi jari kelingking.

- c. Vena mediana cubiti, yaitu vena yang menghubungkan antara vena basilika dengan vena sefalika pada lipatan siku atau fossa antecubital.



Gambar 1. Posisi Vena pada Lipatan Siku. (A) Pola H dan (B) Pola M

Sumber : Anwari dkk., 2023.

Gambar memperlihatkan lokasi vena yang dijadikan titik tusukan secara struktur tubuh. Pada gambar 1 yaitu pola "H" menampilkan vena mediana cubiti, sefalika, beserta basilika dengan bentuk menyerupai huruf H. Sedangkan gambar 2 yaitu pola "M" menampilkan vena mediana cubiti, sefalika aksesori dan basilika yang menyerupai huruf M.

Prosedur pengambilan darah vena meliputi beberapa langkah yang telah ditetapkan sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) di laboratorium. Pertama, siapkan semua alat yang dibutuhkan seperti jarum, kapas alkohol 70%, tourniquet, plester dan tabung vakum

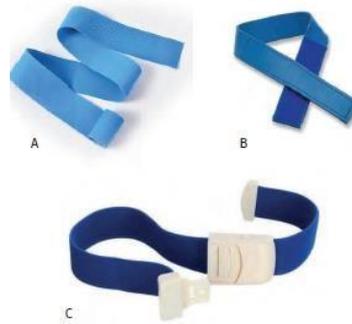
(Anwari dkk., 2023). Langkah-langkah pengambilan darah vena menurut SOP adalah sebagai berikut:

- a. Siapkan spuit beserta putar bagian jarum untuk memastikan pemasangan kuat dan aman.
- b. Dekati pasien dengan sikap ramah agar pasien bisa merasa nyaman.
- c. Lakukan identifikasi pasien secara tepat berdasarkan data pada lembar permintaan pemeriksaan.
- d. Bertanya tentang kondisi pasien, termasuk apakah pasien sedang mengonsumsi obat tertentu atau puasa, dan catat informasi tersebut.
- e. Minta pasien untuk lengan diluruskan kemudian pilih lengan yang sering dipakai.
- f. Instruksikan pasien untuk tangan bisa mengepal.
- g. Pasang tourniquet sekitar 10 cm di atas lipatan siku.
- h. Pilih vena yang akan ditusuk, lakukan pembendungan untuk memastikan posisi vena dengan meraba dan akan terasa seperti pipa kecil yang elastis. Jika vena sulit diraba, kompres air hangat atau pijat dari arah pergelangan tangan ke arah siku.

- i. Sterilkan area sampling darah menggunakan kapas yang sudah diberi alkohol 70% atau menggunakan alkohol swab dan biarkan kering. Jangan menyentuh area yang sudah dibersihkan.
- j. Posisikan lubang pada jarum menghadap ke atas. Tusuklah jarum ke vena dengan. Masukkan sampel ke dalam tabung vacutainer. Jika menggunakan beberapa tabung, gunakan holder dan ganti tabung setelah yang pertama penuh.
- k. Meminta pasien untuk melepaskan genggaman tangan dan lepas tourniquet.
- l. Tempelkan kapas pada tempat tusukan, lepaskan jarum, tekan tempat penusukan menggunakan kapas beberapa saat, lalu pasang plester.

## 2. Pembendungan *Tourniquet*

Alat yang digunakan untuk membebat pembuluh darah vena dikenal sebagai turniket atau *tourniquet* atau pembendung. Fungsi turniket adalah untuk memudahkan menemukan pembuluh darah dan menjaga agar posisinya tetap stabil selama proses penusukan jarum (Rahman, dkk., 2024).



Gambar 2. Jenis *Tourniquet*. A. *Rubber Tourniquet*, B. *Velcro-closure Tourniquet* dan C. *Buckle Tourniquet*.

Sumber : Anwari dkk., 2023.

*Tourniquet* lateks jenis karet (*rubber*) berbentuk sederhana pada gambar A. *Tourniquet* ini dapat digunakan hanya sekali dan tidak dapat digunakan lagi. *Tourniquet Velcro Closure* pada gambar B adalah jenis *tourniquet* yang terdapat perekat pada ujungnya sehingga lebih mudah untuk dipakai dan juga dapat memberi kenyamanan bagi pasien. *Tourniquet* ini bisa dipakai kembali, untuk mengurangi risiko infeksi, alat *tourniquet* ini bisa sering dicuci. Karena elastisitasnya yang tinggi, *tourniquet* jenis ini sangat mudah dipasang dan dilepas dengan satu tangan. *Tourniquet* dengan *buckles* pada gambar C adalah sejenis *tourniquet* dengan pengait. Untuk memasang dan melepasnya, orang menggunakan satu tangan untuk menekan tombol pada pengait. Gagang harus dicuci sesering mungkin karena banyak digunakan untuk merakit *sprit* (Anwari dkk., 2023).

*Tourniquet* merupakan alat untuk menekan (*compressing*) dan mengerutkan (*constricting*) area tertentu pada tubuh manusia, seperti lengan atau tungkai. Selain itu, *tourniquet* adalah balutan yang menjepit aliran darah di bawahnya. Dengan menekan dan melepaskannya selama waktu tertentu, *tourniquet* membantu mengatur aliran darah pada vena atau arteri. Sebelum melakukan pengambilan darah vena, *tourniquet* dipasang untuk membuat pembuluh darah lebih menonjol agar lokasi penusukan bisa dengan mudah dikenali. Selain itu, *tourniquet* berfungsi menahan vena di tempat penusukan agar jarum dapat dengan mudah menembusnya, karena vena menjadi lebih tipis dan melebar akibat pembebatan. Penggunaan *tourniquet* bertujuan untuk melancarkan proses sampling darah vena menggunakan spuit dimana dengan adanya *tourniquet*, hal ini dapat meningkatkan tekanan vena (Safitri, H., W. S. Wulan dan E. Nidianti, 2024).

*Tourniquet* atau pembendungan dipasang tiga hingga empat inci dari lokasi penusukan vena. Pemasangan tidak boleh berlangsung lebih dari satu menit, dan jika tertunda untuk melakukan pungsi vena, sebaiknya dilepas terlebih dahulu dan dipasang kembali sebelum melakukannya lagi. Untuk membantu menemukan lokasi pungsi vena (palpasi), responden diminta untuk mengepalkan tangannya (Rahman, dkk., 2024).

Pemasangan *tourniquet* pada pasien dapat memengaruhi kualitas sampel darah. Tujuan penggunaan *tourniquet* adalah untuk

membuat pembuluh darah tampak lebih melebar dan menonjol akibat pembendungan, serta menipiskan dinding pembuluh sehingga jarum lebih mudah menembusnya. Namun, jika tourniquet dipasang terlalu ketat atau terlalu lama, hal ini dapat menyebabkan hemokonsentrasi, yaitu darah yang mengental dan hal tersebut dapat terjadi karena plasma, sebagai komponen darah cair non-seluler, merembes keluar (Safitri, H., W. S. Wulan dan E. Nidianti, 2024).

Penggunaan tali pembendung atau tourniquet merupakan aspek penting dan harus diperhatikan saat melakukan sampling darah vena. Apabila tourniquet dipasang terlalu lama atau terlalu ketat, hal ini dapat memicu hemokonsentrasi. Hemokonsentrasi merupakan peningkatan volume sel darah merah (PCV) atau hematokrit dan komponen sel darah yang lain. Selain itu, hemokonsentrasi pun dapat menyebabkan peningkatan beberapa kadar seperti lipid total, protein total, kolesterol, AST (aspartate transaminase), dan besi. Jika jarum dilepaskan dan tourniquet dilepaskan setelahnya, hal tersebut dapat menyebabkan hematoma, yang merupakan pembekuan darah yang berada di dalam jaringan akibat pendarahan yang berlebihan saat pengambilan darah (Anwari dkk., 2023).

Pastikan penggunaan tourniquet tidak melebihi durasi satu menit. Apabila terjadi penundaan dalam sampling vena, sebaiknya tourniquet dilepas terlebih dahulu, kemudian dipasang kembali sebelum proses penyuntikan dilanjutkan. Penggunaan tourniquet yang terlalu

lama dan terlalu ketat dapat menyebabkan hemokonsentrasi, yang ditandai dengan peningkatan hematokrit/PCV dan komponen darah lainnya, serta kenaikan kadar zat seperti AST, besi, kolesterol, protein total, dan lipid total. (Anwari dkk., 2023).

Pemakaian tourniquet terlalu lama dan ketat dapat menyebabkan hemokonsentrasi. Kondisi ini sering terjadi dalam situasi berikut:

- a. Petugas yang saat melakukan palpasi terlalu fokus untuk meraba atau mencari vena agar proses flebotomi berhasil, sehingga waktu penggunaan tourniquet kurang diperhatikan.
- b. Peralatan sampling darah vena belum siap namun tourniquet sudah dikencangkan pada lengan.
- c. Kesulitan dalam menemukan vena yang akan ditusuk.

Analit dapat keluar dari jaringan apabila penggunaan tourniquet melebihi 1 menit dan analit tersebut masuk ke dalam darah sehingga menjadi adanya peningkatan protein, kalium, laktat, fosfat, glukosa, beserta Parameter *prothrombin time* (PT) dan *activated partial thromboplastin time* (APTT) memendek (Anwari dkk., 2023).

Hemokonsentrasi dapat terjadi jika tourniquet dipasang terlalu lama. Kondisi ini ditandai dengan peningkatan konsentrasi sel darah dan molekul besar dalam darah. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan hemokonsentrasi adalah penggunaan tourniquet, lebih

dari satu menit, pijatan atau penekanan yang berlebihan, tusukan panjang, atau vena keras (Anwari dkk., 2023).

Hemokonsentrasi terjadi ketika terjadi kerusakan atau kebocoran pada lapisan endotel pembuluh darah, sehingga cairan plasma keluar dari pembuluh darah menuju ruang ekstrasvaskular. Akibatnya, Volume plasma dalam darah menurun sementara jumlah dari sel darah merah tidak berubah, sehingga konsentrasi sel darah merah dalam darah menjadi lebih tinggi. (Ardlianti, R. dkk., 2022).

### 3. Cairan Tubuh Manusia

Cairan tubuh merupakan larutan yang mencakup zat terlarut tertentu beserta air sebagai pelarut. Tubuh membutuhkan cairan untuk tetap sehat. Bagian fisiologi homeostasis, yang mencakup pembentukan dan perpindahan cairan tubuh, adalah keseimbangan cairan. Keseimbangan cairan menunjukkan distribusi normal cairan tubuh total ke seluruh tubuh. Ini terjadi setelah cairan masuk ke dalam tubuh melalui makanan, minuman, dan intravena (IV). Keseimbangan cairan akan terganggu jika ada perubahan atau gangguan. Ini dapat mengakibatkan kekurangan atau kelebihan cairan (Ariestini, T. R., 2022).

Cairan transeluler merupakan jenis cairan sekresi khusus, seperti cairan serebrospinal dan cairan intraokuler. Sementara itu, cairan intravaskuler atau plasma adalah cairan yang terdapat di dalam sistem

pembuluh darah. Ketersediaan cairan yang cukup sangat penting untuk mempertahankan keseimbangan cairan dalam tubuh. (Ariestini, T. R., 2022). Pendistribusian cairan ke seluruh tubuh dibagi dalam 2 yaitu sebagai berikut:

a. Cairan Ekstrasel (*Extra celuller Fluid*)

Cairan ekstraseluler terdiri dari cairan interstisial, transeluler dan intravaskular. Cairan interstisial mengisi ruang di sebagian besar antar sel dalam tubuh manusia dan merupakan bagian terbesar dari cairan tubuh. Cairan interstisial terdapat sekitar 15% dari berat tubuh manusia (Ariestini, T. R., 2022).

b. Cairan Intrasel (*Intra Celuller Fluid*)

Cairan intrasel merupakan cairan yang berada di dalam membran sel berisi substansi terlarut dan penting untuk keseimbangan cairan. Cairan intrasel mempunyai banyak substansi terlarut seperti cairan yang berada pada ruang ekstrasel (Ariestini, T. R., 2022).

#### 4. Komponen Darah

Terdapat 2 komponen utama dalam darah, yakni komponen seluler beserta non-seluler. Komponen seluler (korpuskula) menempatkan sekitar 45% dari darah dan terdapat tiga jenis sel: trombosit (fragmen sitoplasma sel megalitik yang berperan dalam trombus), leukosit (leukosit), dan eritrosit (sel darah merah). Komponen

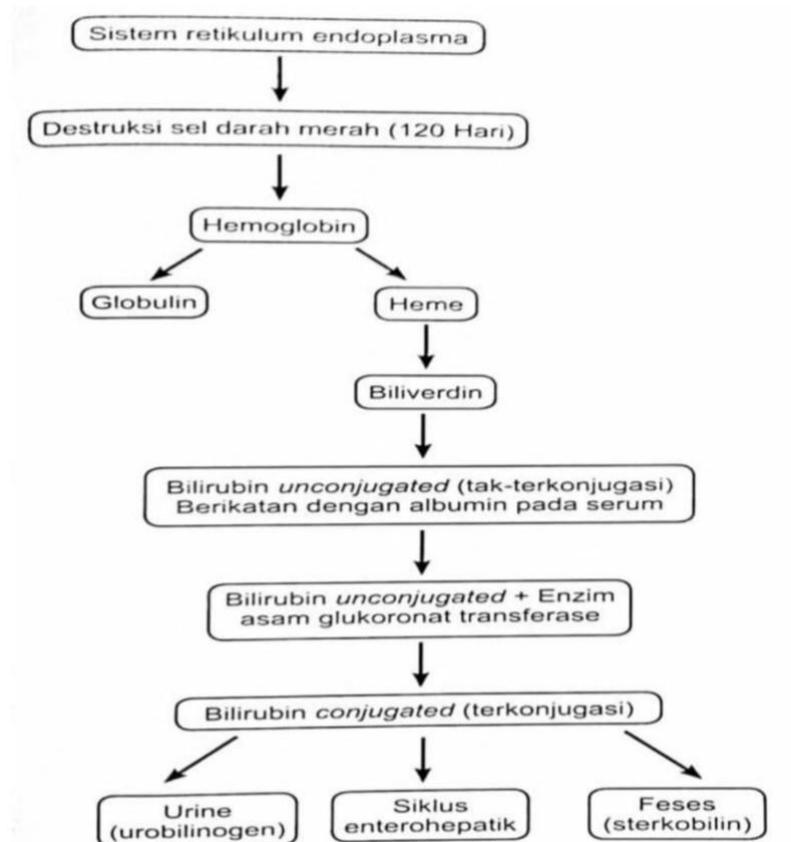
darah non-seluler adalah plasma, yang mencakup sekitar 55% dari total volume darah. Plasma mengandung makro dan mikromolekul yang larut atau tidak larut dalam air, baik dalam atom, ion, senyawa organik, atau bentuk anorganik. Jika plasma tidak mengandung faktor refrigeran, katanya serum. Komposisi plasma termasuk air, protein, karbohidrat, lipid, asam amino, vitamin, mineral dan berbagai zat lainnya. Komponen - komponen ini bergerak bebas ke kedua molekul lain sehingga mereka dapat (Anwari dkk., 2023).

#### 5. Bilirubin

Pemecahan hemoglobin menyumbang 85–90% dari bilirubin yang termasuk produk pemecahan *heme* dengan persentase yang lebih rendah (10–15%) asalnya dari senyawa lain termasuk mioglobin. Sel darah merah mengeluarkan kompleks haptoglobin-hemoglobin, yang diserap oleh sel retikuloendotelial. Selanjutnya, sel-sel tersebut melepaskan besi dari heme untuk disimpan sebagai persiapan sintesis berikutnya, sekaligus memecah cincin heme sehingga terbentuk tertapirol bilirubin yang kemudian dikeluarkan melalui bentuk yang tidak larut dalam air. Bentuk ini dikenal sebagai bilirubin tak terkonjugasi atau bilirubin indirek. Dalam plasma, bilirubin ini melekat pada albumin sehingga tidak dapat berpindah dalam medium berair. Saat bilirubin bergerak melalui tubuh beserta melewati lobulus hati, hepatosit melepaskan bilirubin dari albumin dan mengikatnya dengan

asam glukoronat, membentuk bilirubin terkonjugasi atau bilirubin *direct* (Sutjahjo, A., 2015).

Bilirubin merupakan produk utama dari pemecahan sel darah merah yang sudah tua. Hati mengambil bilirubin dari darah dan dilepas ke dalam cairan empedu. Kadar bilirubin total akan meningkat ketika terjadi kerusakan pada hati. Bilirubin langsung termasuk bagian dari bilirubin total yang dimetabolisme. Kerusakan hati ataupun saluran empedunya ditandai dengan peningkatan kadar bilirubin langsung. Proporsi bilirubin dalam cairan tubuh berbanding lurus dengan kadar albuminnya (Sutjahjo. A., 2016).



Gambar 3. Metabolisme Bilirubin

Sumber : Herman dan Herdiana, 2024.

Bilirubin paling banyak terdapat di intrasel. Dalam proses metabolisme, bilirubin terbentuk di dalam sel, terutama di hepatosit, setelah pemecahan hemoglobin. Di dalam hepatosit, bilirubin berikatan dengan protein intrasel seperti ligandin untuk meningkatkan kelarutannya sebelum dikonjugasikan dan diekskresikan ke dalam empedu. Sebagian kecil bilirubin juga terdapat di ekstrasel, terutama dalam sirkulasi darah, tetapi sebagian besar berada dalam kompartemen intraseluler selama proses metabolisme dan ekskresi. Menurut Rahmawati dkk. dalam *Jurnal Media Analis Kesehatan* Bilirubin total berkisar antara 0,1 dan 1,2 mg/dl pada orang dewasa normal.

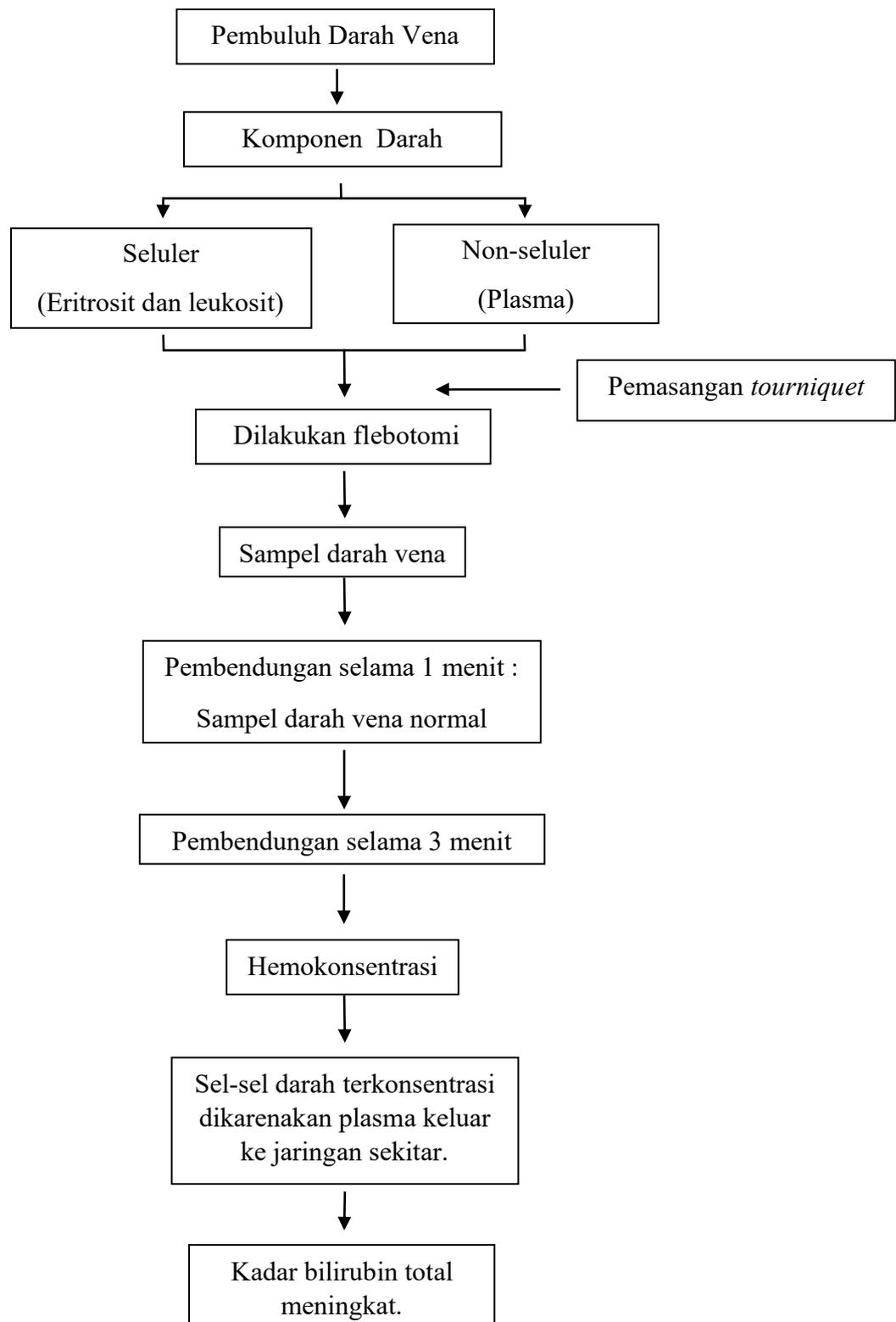
Bilirubin tak terkonjugasi hampir tidak larut dan terikat erat dengan albumin. Akibatnya, ia tidak dapat dikeluarkan melalui urine, walaupun ketika kadar di dalam darah tinggi. Biasanya, sejumlah kecil bilirubin tak terkonjugasi terdapat dalam plasma sebagai anion bebas. Sementara itu, bilirubin terkonjugasi bersifat larut dalam air, tidak beracun, dan hanya terikat secara longgar pada albumin. Bilirubin yang terkonjugasi berlebih dalam plasma bisa diekskresikan melalui urin dikarenakan kelarutannya beserta ikatannya yang lemah dengan albumin (Kumar dkk, 2020).

6. Hubungan antara Bilirubin Total dengan Pembendungan *Tourniquet*
7. Menurut Sadradeh dan Kline (2017) dalam *Journal of Social Science Research*, Penggunaan aplikasi *tourniquet* dalam jangka waktu lama

dapat meningkatkan nilai pemeriksaan laboratorium mencakup protein, kolesterol, lipid, bilirubin, zat besi, beserta enzim. Mengencangkan *tourniquet* terlalu ketat bisa menyebabkan rasa sakit pada pasien dan menyebabkan darah terkonsentrasi di pembuluh darah vena. Hemokonsentrasi terjadi ketika tekanan berlebihan terbentuk karena hambatan aliran darah atau ketika *tourniquet* dipasang lebih dari 1 menit. Ketika tekanan di pembuluh darah meningkat, air dan molekul kecil terdorong keluar dari pembuluh darah dan masuk ke jaringan sekitarnya. Elemen dan molekul yang lebih besar yang sudah ada tetap berada dalam darah vena dan dipengaruhi oleh konsentrasi intravena, sesuai dengan kadar sel darah putih, sel darah merah, trombosit, kalsium, kolesterol, trigliserida, dan bilirubin (Sriwulan, dkk., 2023).

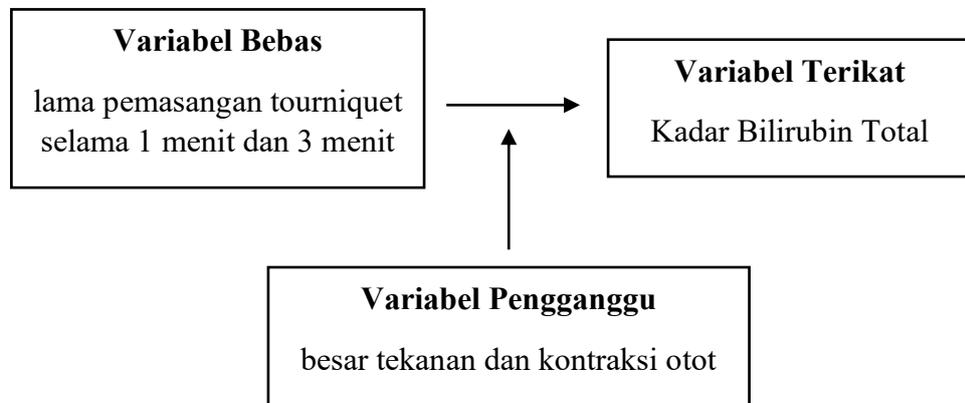
8. Sejumlah kesalahan praanalisis bisa timbul akibat pemasangan torniket yang tidak tepat. Hemokonsentrasi bisa timbul akibat kerusakan jaringan beserta pelepasan komponen intraseluler mencakup enzim, kalium, protein, beserta zat yang terikat protein ketika torniket dipasang melebihi 1 menit. Kemudian, kadar alanin aminotransferase (ALT) (9,3%), bilirubin (8,4%), zat besi (6,7%), kolesterol (5,1%), lipid (4,7%), beserta protein (4,9%) bisa meningkat sesudah 3 menit pemasangan torniket (Sriwulan, dkk., 2023).

## B. Kerangka Teori



Gambar 4. Kerangka Teori

### C. Hubungan Antar Variabel



Gambar 5. Hubungan antar Variabel

### D. Hipotesis

Kadar bilirubin total pada pembendungan 3 menit akan lebih tinggi daripada pembendungan 1 menit dikarenakan hemokonsentrasi.