

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Fisiologi Pembuluh Darah Vena

Vena merupakan pembuluh darah balik yang membawa darah kembali ke jantung. Vena memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan arteri. Pembuluh darah vena sama seperti arteri, berdinding tiga lapis, tetapi lapisan tengahnya berotot lebih tipis, kurang kuat, lebih mudah Kempis dan kurang elastis dibandingkan dengan arteri (Patologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret, 2012).

Bagian vena yang biasa digunakan untuk flebotomi adalah vena-vena di *fossa antecubital*. Vena di *fossa antecubital* memiliki beberapa pilihan sebagai tempat penusukan, antara lain (Patologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret, 2012):

- a. *Vena mediana cubital*. Terletak pada sisi dalam lipatan siku lengan. Terletak cukup dekat permukaan kulit dan besar sehingga dapat terlihat dengan baik. Vena ini juga sedikit terdapat saraf sehingga sedikit pula menyebabkan rasa sakit,
- b. *Vena cephalica*. Vena berukuran besar dan tidak terlalu terlihat dengan baik pada lengan. Vena ini lebih sakit bila ditusuk dibandingkan dengan *vena mediana cubital*

- c. *Vena basilica*. Vena ini mudah diraba, tetapi tidak terlihat dengan baik. Vena ini terletak dekat dengan arteri brachialis dan saraf mediana, jadi harus lebih hati-hati bila flebotomi dilakukan pada vena ini.

Pembuluh darah vena memiliki dinding yang tipis dan lapisan tengahnya lemah. Vena memiliki diameter 5 mm dan ketebalan dinding 0,5 mm (Patologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret, 2012).

2. Flebotomi

Flebotomi merupakan teknik pengumpulan sampel darah. Flebotomi yang dilakukan di laboratorium kesehatan adalah pemasangan *tourniquet* pada vena sebagai ikatan pembendungan yang berfungsi untuk melihat vena yang berada dibawah jaringan kulit (Armal, dkk., 2019). Tugas utama dari flebotomis adalah mengumpulkan spesimen darah untuk pengujian laboratorium (Kiswari, 2014).

Pembendungan vena dilakukan menggunakan *tourniquet*. *Tourniquet* adalah alat yang diikatkan di lengan pasien sebelum pungsi vena untuk membatasi atau menahan aliran darah (Kiswari, 2014). Pemasangan *tourniquet* akan membuat penekanan pada vena sehingga menjadi lebih menonjol, tetapi tidak menghentikan aliran darah arteri (Bagian Patologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret). Pembendungan atau pemasangan *tourniquet* pada vena tidak boleh lebih

dari 1 menit. Pembendungan pembuluh darah vena akan mengubah komposisi darah jika *tourniquet* dibiarkan terpasang selama lebih dari 1 menit (Kiswari, 2014).

Saat terjadi pembendungan, pembuluh darah menjadi lebih lebar dan tipis menyebabkan pori-pori lapisan dinding pembuluh darah terbuka dan karena adanya tekanan yang memaksa cairan untuk keluar melalui pori-pori dinding pembuluh darah, sehingga dapat menyebabkan hemokonsentrasi. Pengambilan darah vena pada saat terjadinya hemokonsentrasi mengakibatkan hasil pemeriksaan laboratorium menjadi salah (Aprilian, 2018).

Pengganggu lain yang dapat menyebabkan pemeriksaan laboratorium menjadi salah adalah hemolisis. Hemolisis kecil memiliki efek yang kecil pada sebagian besar nilai tes. Namun efek yang signifikan dapat diamati pada komponen yang hadir pada konsentrasi yang lebih tinggi dalam eritrosit daripada di plasma. Aktivitas plasma atau konsentrasi dari: (1) laktat dehidrogenase, (2) kalium, (3) magnesium dan (4) fosfat secara khusus meningkat dengan hemolisis (Burtis dan Burns, 2015).

Jarang *tourniquet* ditinggalkan terpasang lebih dari 1 menit. Meskipun begitu dalam waktu yang singkat ini komposisi darah dapat berubah. Meskipun perubahan yang terjadi dalam 1 menit sedikit, perubahan nyata dapat diamati setelah 3 menit terhadap kadar analit (Burtis dan Burns, 2015). *Clinical and Laboratory Standards Institute*

(CLSI) menetapkan batas waktu pemasangan *tourniquet* adalah 1 menit dan harus segera dilepas setelah darah vena diperoleh karena dapat menyebabkan hemokonsentrasi (Starsinger dan DiLorenzo, 2011). Tekanan pada *tourniquet* yang diberikan terhadap pembendungan vena sebesar 40-60 mmHg (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2015).

Pemeriksaan yang paling besar kemungkinan akan berpengaruh bila terjadi hemokonsentrasi adalah pemeriksaan yang mengukur molekul besar, seperti protein plasma dan lipid, sel darah merah dan zat yang terikat pada protein seperti zat besi, kalsium, magnesium atau analit yang dipengaruhi oleh hemolisis, termasuk kalium, asam laktat, dan enzim (Starsinger dan DiLorenzo, 2011).

3. Hemokonsentrasi

Pembendungan vena yang terlalu lama atau melebihi waktu yang dianjurkan dapat menyebabkan hemokonsentrasi. Hemokonsentrasi merupakan suatu keadaan dimana plasma dan komponen darah dapat melewati dinding kapiler ke dalam jaringan, sehingga terjadi penurunan kandungan cairan darah dengan peningkatan komponen molekul besar darah berbasis protein. Analit lain yang mengalami peningkatan abnormal termasuk albumin, amonia, kalsium, kolesterol, faktor koagulasi, enzim, besi, kalium dan protein total (McCall, 2020).

Pembendungan vena dapat mempengaruhi magnesium juga karena pembendungan vena dapat mempengaruhi protein plasma. Protein

plasma terdiri dari albumin, globulin dan fibrinogen (Ganong, 2008). Menurut Aslam, dkk (2013) kadar albumin dalam serum yang diperiksa dengan sampel serum yang pembendungan vena mencapai 1 menit mengalami peningkatan yang signifikan. Tiga puluh persen magnesium serum terikat oleh albumin, 60% terionisasi dan 10% dikomplekskan dengan anion serum (Blaine, dkk., 2015). Kalsium dan magnesium sangat kuat terikat dengan protein, sehingga menunjukkan kecenderungan mengalami peningkatan selama pemasangan *tourniquet* sama halnya dengan protein total dan albumin (Lima-Oliveira, dkk., 2011).

4. Magnesium

Magnesium merupakan kation terpenting keempat setelah natrium, kalsium dan kalium. Magnesium adalah mineral keempat yang paling umum dalam tubuh manusia dan kofaktor di lebih dari 325 enzim (Wyparlo-Wszelaki, dkk., 2021). Magnesium mengatur aktivitas ratusan enzim mencakup sekitar 80% fungsi metabolisme. Fungsi magnesium antara lain pada metabolisme karbohidrat, lipid dan protein serta sintesis ATP mitokondria (Malingkas, dkk., 2015). Sekitar 40% dari total magnesium tubuh adalah magnesium intraseluler dan 60% dalam tulang dan gigi dan kurang dari 1% dalam sirkulasi darah (Ismail dan Ismail, 2016). Magnesium juga mempengaruhi penyerapan oksigen, produksi energi dan keseimbangan elektrolit (Geiger dan Wanner, 2012). Enam puluh persen magnesium serum terionisasi. Sepuluh persen serum

magnesium di komplekskan dengan anion serum. Tiga puluh persen magnesium serum terikat albumin (Blaine, dkk., 2015).

Magnesium menjadi salah satu analit yang paling sedikit diselidiki. Magnesium masih berarti jika dibandingkan ke tingkat penyelidikan makronutrien lain seperti kalsium atau zat besi (Workinger, dkk., 2018). Kadar normal magnesium yaitu diantara 1,70 - 2,43 mg/dL (Malingkas, dkk., 2015). Sebagian besar tubuh mengandung sekitar 0,4 g magnesium/kg berat badan. Kandungan magnesium total dalam tubuh manusia sekitar 20 mmol/kg jaringan bebas lemak (Jahnen-Dechent dan Ketteler, 2012). Kadar magnesium dalam serum yang rendah berkaitan dengan kondisi sindrom metabolik yang tinggi (Geiger dan Wanner, 2012). Total kandungan magnesium tubuh pada orang dewasa adalah sekitar 24 g, 99% di antaranya adalah intraseluler, disimpan terutama di tulang, otot, dan jaringan lunak, dengan hanya 1% di dalam tubuh ruang ekstraseluler (Blaine, dkk., 2015).

Jumlah magnesium intraseluler lebih banyak daripada ekstraseluler. Konsentrasi magnesium intraseluler sekitar 20 mmol/L, sedangkan ekstraseluler sekitar 1% didalam serum dan sel darah merah (Jahnen-Dechent and Ketteler, 2012). Menurut Guyton dan Hall (2016) total konsentrasi magnesium dalam plasma darah sekitar 1,8-2,5 mEq/L, lebih dari satu setengah dari itu terikat oleh protein plasma, magnesium bebas yang terionisasi hanya sekitar 0,8 mEq/L.

Tabel 1. Distribusi Magnesium dalam Tubuh Orang Dewasa

Jaringan	Konsentrasi (mmol/kg berat badan)	Isi (mmol)	Total % magnesium tubuh
Serum	0,85	2,6	0,3
Sel Darah Merah	2,5	5,0	0,5
Jaringan	8,5	193,0	19,3
Otot	9,0	270,0	27,0
Tulang	43,2	530,1	52,9
Total	64,05	1000,7	100,0

Sumber: Jahnen-Dechent dan Ketteler, 2012.

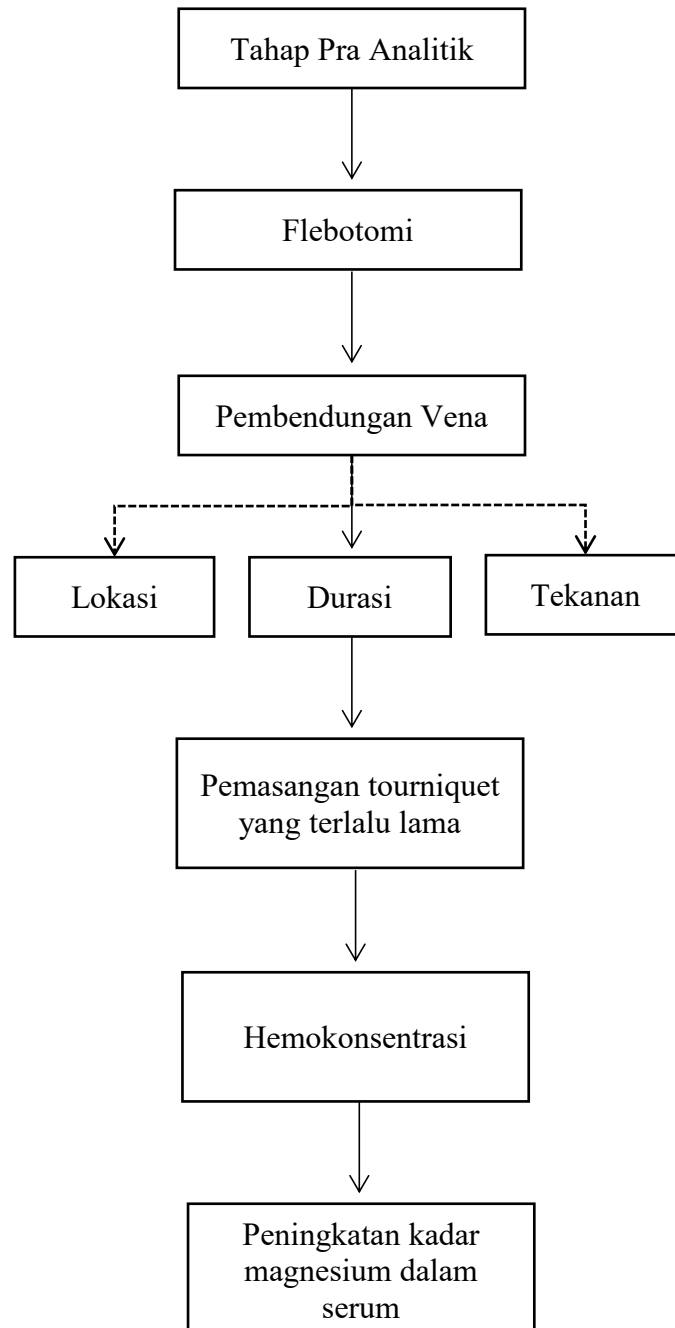
Magnesium dapat diserap di sepanjang saluran cerna, namun segmen yang berbeda berkontribusi secara tidak merata terhadap penyerapan magnesium makanan secara keseluruhan. Penyerapan magnesium dalam kondisi fisiologis normal yaitu: duodenum menyerap 11%, jejunum 22%, ileum 56% dan kolon 11% (Workinger, dkk., 2018). Diagnosis kekurangan magnesium ditemukan pada orang dengan diabetes melitus tipe 2, hipertensi dan kadar HDL yang rendah (Geiger dan Wanner, 2012).

Meskipun kalsium, kalium dan natrium mudah dikenali sebagai mineral utama, magnesium tidak dikenal secara umum atau tidak dianggap sebagai yang utama (Ismail dan Ismaili, 2016). Status magnesium dapat diukur melalui konsentrasi magnesium total dalam serum, kadar magnesium terionisasi, magnesium dalam sel darah merah dan magnesium dalam urin (Volpe, 2013).

Secara fisiologis, magnesium berperan penting dalam homeostasis elektrolit yang diperlukan untuk aktivasi pompa ATP/ATPase seperti pompa Na^+/K^+ , pompa $\text{Na}^+/\text{Ca}^{++}$, pompa $\text{Na}^+/\text{Mg}^{++}$ dan pompa $\text{Mg}^{++}/\text{Ca}^{++}$ yang jika kekurangan menyebabkan penurunan dan pengurangan aktivitas pompa ATP/ATPase (Ismali dan Ismail, 2016). Magnesium juga berperan penting dalam sintesis vitamin D dalam tubuh (Uwitonze dan Razzaque, 2018). Vitamin D_3 dapat meningkatkan penyerapan magnesium (Reddi, 2018). Kebutuhan magnesium yang tinggi diperlukan dalam aktivitas berat yang menggunakan banyak otot, seperti olahragawan, karena magnesium berperan dalam kontraksi otot (Geiger dan Wanner, 2012).

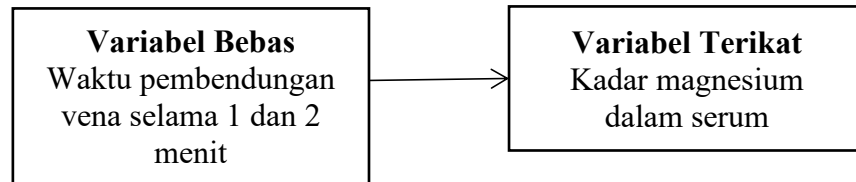
Pemeriksaan magnesium total serum dan plasma dapat diukur dengan metode fotometri dan kadang-kadang dengan metode penyerapan atom *Ion Selective Electrode* (ISE), tetapi pemeriksaan yang biasa dilakukan adalah pemeriksaan dengan metode fotometri (Burtis dan Burns, 2015). Prinsip pemeriksaan magnesium dengan metode fotometri adalah ion magnesium membentuk kompleks berwarna ungu dengan *xylidil blue* dalam larutan basa, dengan penambahan *Glycoetherdiaminetetraacetic Acid* (GEDTA) yang mengikat kalsium, sehingga reaksi *xylidil blue* dengan ion magnesium menjadi lebih spesifik. Intensitas warna ungu yang terbentuk sebanding dengan konsentrasi magnesium (DiaSys, 2018).

B. Kerangka Teori



Gambar 1. Kerangka Teori

C. Hubungan antar Variabel



Gambar 2. Hubungan antar variabel

D. Hipotesis

Terdapat perbedaan kadar magnesium pada pembendungan vena selama 1 dan 2 menit.