

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Ginjal

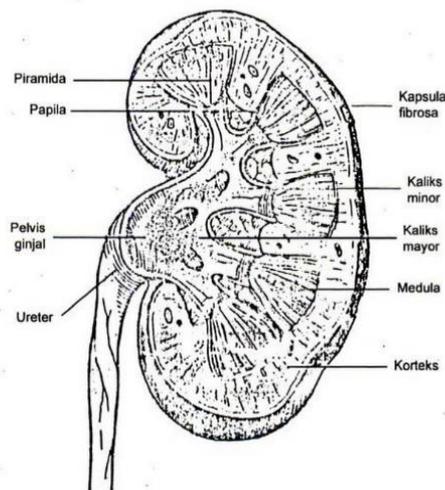
a. Anatomi

Ginjal (Ren) adalah suatu organ yang mempunyai peran penting dalam mengatur keseimbangan air dan metabolit dalam tubuh dan mempertahankan keseimbangan asam basa dalam darah. Produk sisa berupa urin akan meninggalkan ginjal menuju saluran kemih untuk dikeluarkan dari tubuh. Ginjal terletak di belakang peritoneum sehingga disebut organ retroperitoneal (Snell, 2006).

Menurut Baradero, dkk. (2005), ginjal adalah sepasang organ retroperitoneal yang integral dengan homeostasis tubuh dalam mempertahankan keseimbangan, termasuk keseimbangan fisika dan kimia. Ginjal menyekresi hormon dan enzim yang membantu pengaturan produksi eritrosit, tekanan darah, serta metabolisme kalsium dan fosfor. Ginjal membuang sisa metabolisme dan menyesuaikan ekskresi air dan pelarut. Ginjal mengatur volume cairan tubuh, asiditas, dan elektrolit sehingga mempertahankan komposisi cairan yang normal.

Ginjal berwarna coklat kemerahan dan berada di sisi kanan dan kiri columna vertebralis setinggi vertebra T12 sampai vertebra L3. Ginjal dexter terletak sedikit lebih rendah daripada sinistra karena adanya lobus

hepatis yang besar. Masing-masing ginjal memiliki fasies anterior, fasies inferior, margo lateralis, margo medialis, ekstremitas superior dan ekstremitas inferior (Moore dan Agur, 2002).



Gambar 1. Potongan frontal ginjal
(Baradero, dkk., 2005)

b. Fisiologi

Ginjal memainkan peranan penting dalam fungsi tubuh, tidak hanya dengan menyaring darah dan mengeluarkan produk-produk sisa, namun juga dengan menyeimbangkan tingkat-tingkat elektrolit dalam tubuh, mengontrol tekanan darah, dan menstimulasi produksi dari sel-sel darah merah. Ginjal mempunyai kemampuan untuk memonitor jumlah cairan tubuh, konsentrasi dari elektrolit-elektrolit seperti sodium dan potasium, serta keseimbangan asam-basa dari tubuh. (Ganong, 2009).

Menurut Prabowo dan Pranata (2014), ginjal memiliki fungsi sebagai berikut:

- 1) Mengekskresikan zat-zat yang merugikan bagi tubuh, antara lain: urea, asam urat, amoniak, kreatinin, garam anorganik, bakteri dan juga obat-obatan. Jika zat-zat ini tidak diekskresikan oleh ginjal, maka tubuh akan diracuni oleh kotoran yang dihasilkan oleh tubuhnya sendiri. Bagian ginjal yang berfungsi untuk menyaring adalah nefron.
- 2) Mengekskresikan kelebihan gula dalam darah.
- 3) Membantu keseimbangan air dalam tubuh, yaitu mempertahankan tekanan osmotik ekstraseluler.
- 4) Mengatur konsentrasi garam dalam darah dan keseimbangan asam-basa darah.
- 5) Ginjal mempertahankan pH plasma darah pada kisaran 7,4 melalui pertukaran ion hidronium dan hidroksil. Akibatnya, urin yang dihasilkan dapat bersifat asam pada pH 5 atau alkalis pada pH 8.

2. Penyakit Ginjal Kronis

Penyakit gagal ginjal adalah suatu penyakit dimana fungsi organ ginjal mengalami penurunan hingga akhirnya sama sekali tidak mampu bekerja dalam hal penyaringan pembuangan elektrolit tubuh, menjaga keseimbangan cairan dan zat kimia tubuh seperti sodium dan kalium di dalam darah atau produksi urin. Penyakit gagal ginjal berkembang secara perlahan kearah yang semakin buruk dimana ginjal sama sekali tidak lagi mampu bekerja sebagaimana fungsinya. Dalam dunia kedokteran dikenal 2 macam jenis gagal ginjal yaitu ginjal akut dan ginjal kronis (Price dan Wilson, 2012).

Menurut Smeltzer dan Bare (2002), penyebab ginjal kronis dapat dibagi menjadi tujuh kelas seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 1. Penyebab Ginjal Kronis

No.	Klasifikasi Penyakit	Penyakit
1.	Penyakit infeksi tubulointerstitial	Pielonefritis kronis dan refluks nefropati
2.	Penyakit peradangan	Glomerulonefritis
3.	Penyakit vaskuler hipertensi	Nefrosklerosis benign, Nefrosklerosis maligna dan stenosis arteri renalis
4.	Gangguan kongenital dan herediter	Penyakit ginjal polikistik dan asidosis tumulus ginjal
5.	Penyakit <i>metabolic</i>	Diabetes mellitus, gout, hiperparatiroidisme dan amiloidosis
6.	Nefropati toksik	Penyalahgunaan analgesik dan nefropati timah
7.	Nefrotik obstruktif	Neoplasma, fibrosis retroperitoneal, hipertropi prostat, striktur urethra.

Penyakit Ginjal Kronis (PGK) adalah suatu proses patofisiologi dengan etiologi yang beragam, mengakibatkan penurunan fungsi ginjal yang progresif dan irreversibel serta umumnya berakhir dengan gagal ginjal. Penderita gagal ginjal memerlukan terapi pengganti ginjal yang tetap, berupa dialisis atau transplantasi ginjal (Suwitra, 2009).

Menurut Price dan Wilson (2012), berdasarkan perjalanan klinis, gagal ginjal dapat dibagi menjadi 3 stadium, yaitu :

- a. Stadium I (penurunan cadangan ginjal)

Selama stadium ini kreatinin serum dan kadar BUN normal, dan penderita asimtomatik. Gangguan fungsi ginjal hanya dapat diketahui dengan tes pemekatan urin dan tes LFG yang teliti.

b. Stadium II (insufisiensi ginjal)

Pada stadium ini dimana lebih dari 75 % jaringan yang berfungsi telah rusak. LFG besarnya 25 % dari normal. Kadar BUN dan kreatinin serum mulai meningkat dari normal. Gejala-gejala nokturia atau sering berkemih di malam hari sampai 700 ml dan poliuria (akibat dari kegagalan pemekatan urin) mulai timbul.

c. Stadium III (gagal ginjal stadium akhir atau uremia)

Sekitar 90 % dari massa nefron telah hancur atau rusak, atau hanya sekitar 200.000 nefron saja yang masih utuh. Nilai LFG hanya 10% dari keadaan normal. Kreatinin serum dan BUN akan meningkat dengan mencolok. Gejala-gejala yang timbul karena ginjal tidak sanggup lagi mempertahankan homeostasis cairan dan elektrolit dalam tubuh, yaitu

3. Hemodialisis

a. Pengertian

Hemodialisis merupakan suatu proses yang digunakan pada pasien dalam keadaan sakit akut dan memerlukan terapi dialisis jangka pendek (beberapa hari hingga beberapa minggu) atau pasien dengan penyakit ginjal stadium akhir atau *End Stage Renal Disease* (ESRD) yang memerlukan terapi jangka panjang atau permanen (Suharyanto dan Madjid, 2009).

Hemodialisis sebagai terapi yang dapat meningkatkan kualitas hidup dan memperpanjang usia. Hemodialisis merupakan metode pengobatan yang sudah dipakai secara luas dan rutin dalam program penanggulangan gagal ginjal akut maupun kronis. Sehelai membran sintetik yang semipermeabel menggantikan glomerulus serta tubulus renal dan bekerja sebagai filter bagi ginjal yang terganggu fungsinya, hemodialisis akan mencegah kematian. Namun demikian, hemodialisis tidak menyembuhkan atau memulihkan penyakit ginjal (Smeltzer dan Bare, 2002).

b. Tujuan

Terapi hemodialisis mempunyai beberapa tujuan, diantaranya adalah menggantikan fungsi ginjal dalam fungsi ekskresi (membuang sisa-sisa metabolisme dalam tubuh, seperti ureum, kreatinin, dan sisa metabolisme yang lain), menggantikan fungsi ginjal dalam mengeluarkan cairan tubuh yang seharusnya dikeluarkan sebagai urin saat ginjal sehat, meningkatkan kualitas hidup pasien yang menderita penurunan fungsi ginjal serta menggantikan fungsi ginjal sambil menunggu program pengobatan yang lain (Suharyanto dan Madjid, 2009).

Menurut Havens dan Terra (2005), hemodialisis mempunyai tujuan, antara lain adalah untuk membuang produk metabolisme protein yaitu urea, kreatinin dan asam urat, membuang air yang berlebihan dalam

tubuh, memperbaiki dan mempertahankan sistem *buffer* dan kadar elektrolit tubuh dan juga memperbaiki status kesehatan penderita.

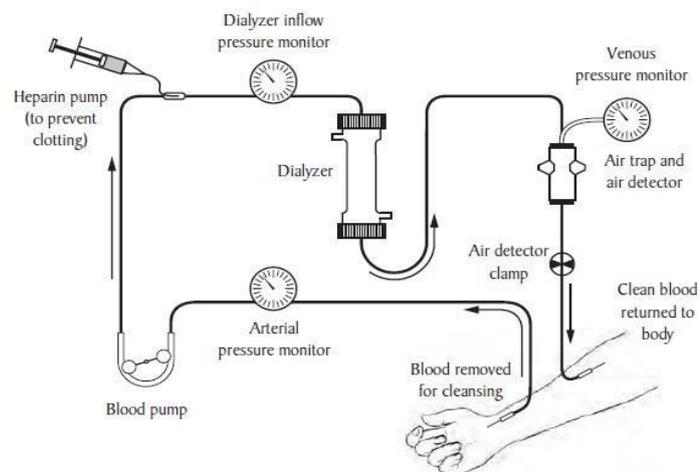
c. Proses Hemodialisis

Hemodialisis dilakukan dengan mengalirkan darah ke dalam suatu tabung ginjal buatan (dializer) yang terdiri dari dua kompartemen. Kompartemen tersebut terdiri dari kompartemen darah dan kompartemen dialisat yang dibatasi oleh selaput semipermeabel buatan. Kompartemen dialisat dialiri oleh cairan dialisat yang berisi larutan dengan komposisi elektrolit mirip serum normal dan tidak mengandung sisa metabolisme nitrogen. Darah pasien dipompa dan dialirkan menuju kompartemen darah. Selanjutnya, akan terjadi perbedaan konsentrasi antara cairan dialisis dan darah karena adanya perpindahan zat terlarut dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah (Sudoyo, 2009).

Pada hemodialisis, darah dipompa melewati satu sisi membran semipermeabel sementara cairan dialisat dipompa melewati sisi lain dengan arah gerakan yang berlawanan. Membran biasanya diletakkan di dalam wadah sebagai lembaran yang memiliki lubang di tengahnya. Jumlah cairan yang dikeluarkan melalui ultrafiltrasi dikontrol dengan mengubah tekanan hidrostatik darah dibandingkan dengan cairan dialisat (*US Department of Health and Human Service, 2009*).

Cairan dialisat terbuat dari konstituen esensial plasma – natrium, kalium, klorida, kalsium, magnesium, glukosa dan suatu *buffer* seperti bikarbonat, asetat atau laktat. Darah dan dialisat mencapai

kesetimbangan di kedua sisi membran. Dengan demikian, komposisi plasma dapat dikontrol dengan mengubah komposisi dialisat. Konsentrasi kalium dalam dialisat biasanya lebih rendah daripada dalam plasma sehingga memacu pergerakan kalium keluar darah. Heparin digunakan dalam sirkuit dialisis untuk mencegah penggumpalan darah. Pada pasien yang memiliki risiko perdarahan, prostasiklin dapat digunakan untuk hal tersebut walaupun dapat menyebabkan hipotensi akibat vasodilatasi (*US Department of Health and Human Service, 2009*).



Gambar 2. Proses Hemodialisis
(Sumber : *US Department of Health and Human Service, 2009*)

4. Plasma Darah

Plasma darah adalah cairan berwarna kuning yang dalam reaksi bersifat sedikit alkali. Plasma darah berisi gas oksigen dan karbondioksida, hormon-hormon, enzim dan antigen. Plasma bekerja sebagai medium (perantara) untuk penyaluran makanan, mineral, lemak, glukosa dan asam amino ke

jaringan. Plasma juga merupakan medium untuk transportasi seperti urea, asam urat dan sebagian karbondioksida (Pearce.E.C, 2009).

Plasma darah bisa didapatkan dengan cara mensentrifuge darah yang berada didalam tabung yang berisi cairan antikoagulan dengan waktu dan kecepatan tertentu. Penambahan antikoagulan akan mencegah terjadinya pembekuan darah dengan cara mengelasi atau mengikat kalsium. Bagian darah menjadi encer tanpa sel-sel darah dan mengandung fibrinogen yang merupakan protein dalam plasma yang berwarna bening kekuning-kuningan (Pranata, 2013). Plasma berbeda dengan serum, berikut adalah tabel perbedaan antara serum dengan plasma:

Tabel 2. Perbedaan Serum dan Plasma

Ciri	Plasma	Serum
Warna	Agak kuning dan jernih	Agak kuning dan jernih
Kekentalan	Lebih kental dari air	Lebih kental dari air
Antikoagulan	Perlu	Tidak perlu
Fibrinogen	Masih ada	Tidak ada lagi
Serat fibrin	Tidak ada	Ada dalam gumpalan
Pemisahan sel	Pemusingan	Penggumpalan spontan
Sel terkumpul dalam	Endapan	Gumpalan
Suspensi kembali sel	Dapat	Tidak dapat

(Sumber: Sadikin, 2001)

5. Tabung *Vacutainer*

Tabung penampung sampel darah (*vacutainer*) merupakan tabung hampa udara, sehingga saat pengambilan darah akan menyedot sendiri dengan gaya vakum tabung. Tabung *vacutainer* rata-rata terbuat dari kaca

antipecah atau plastik bening dengan berbagai ukuran volume. Tabung vakum dibedakan jenisnya berdasarkan warna tutup (Becton Dickinson, 2013). Tabung *vacutainer* tersedia dalam berbagai ukuran dan volume berkisar 2 – 15 ml. Ukuran tabung disesuaikan dengan volume sampel darah yang diinginkan, jenis pemeriksaan, jenis sampel darah (vena atau kapiler), usia pasien, dan kondisi vena pasien (Riswanto, 2013).

Dalam pembuatan bahan pemeriksaan kimia darah, umumnya dipakai tabung polos. Namun, Pada tahun 1976-an, teknologi tabung berseparator diperkenalkan dengan komposisi bahan pengaktif bekuan silica (*silica clot activator*) dan polimer gel yang terdapat di dalam tabung dalam rangka membantu proses pembekuan darah dan mengurangi waktu sentrifugasi (Mc-Pherson dan Pincus, 2011).

Tabung vakum (*Vacutainer tube*) dengan tambahan antikoagulan heparin adalah sebagai berikut:

- a) Tabung Pemisah Plasma dengan Gel Pemisah (*Plasma Separator Tube/PST*)

Plasma Separator Tube (PST) adalah tabung dengan tutup hijau terang, berisi gel separator dengan antikoagulan lithium heparin. Umumnya digunakan untuk pemeriksaan kimia darah (Riswanto, 2013). Gel pemisah digunakan untuk memisahkan serum dari bekuan atau cairan plasma dari sel-sel darah (Furqon, dkk., 2015). Gel dari sebagian besar tabung darah terdiri dari bahan inert dan hidrofobik, yang merupakan bagian dari formulasi berbasis poliester. Karena

kepadatan tertentu, yang bersifat intermediet antara serum / plasma dan sel darah, komponen ini bergerak ke atas selama sentrifugasi, dan menghasilkan pembatas fisik antara sel darah dan cairan di atasnya (Bowen RA, dkk., 2010 dalam Lippi, dkk., 2014).



Gambar 3. *Vacutainer Plasma Separator Tube (PST)*
(Sumber : *thomassci.com*)

b) Tabung *Vacutainer Lithium Heparin*

Tabung dengan tutup hijau berisi lithium heparin, umumnya digunakan untuk pemeriksaan fragilitas osmotik eritrosit, kimia darah (Riswanto, 2013). *Vacutainer Lithium Heparin* adalah salah satu jenis tabung penampung darah (*vacutainer tube*) yang mengandung antikoagulan lithium heparin (Becton Dickinson, (2013) dalam Premesti, 2018). Lithium heparin adalah bentuk heparin yang direkomendasikan untuk digunakan karena tidak mengganggu ketika melakukan tes untuk ion lain. Lithium heparin pada dasarnya bebas dari ion asing. Hanya diperlukan sedikit heparin untuk melapisi bagian dalam tabung penampung darah dan cukup untuk memberikan efek antikoagulan yang baik. Tabung yang mengandung heparin harus

dibalikkan 8 kali setelah terisi darah untuk memastikan pencampuran antikoagulan dengan darah (Turgeon, 2012).



Gambar 4. *Vacutainer Lithium Heparin*
(Sumber : *thomassci.com*)

Beberapa keuntungan *Separator Tube* plasma atau serum :

- 1) Tabung gel memastikan stabilitas analit yang lebih besar dari waktu ke waktu, terlepas dari kondisi penyimpanan.
- 2) Karena adanya penghalang fisik berupa gel yang stabil antara plasma atau serum dan sel-sel darah di bawahnya dapat diperoleh dengan satu langkah sentrifugasi.
- 3) Gel pemisah meningkatkan stabilitas analit, sehingga memungkinkan untuk memindahkan sampel darah yang disentrifugasi dengan berbagai wadah dan sarana (misalnya tas pengaman, kotak, sistem tabung pneumatik), jarak jauh, dan bahkan dalam kondisi canggung, dengan dapat mengabaikan dampak pada kualitas sampel. Seperti yang direkomendasikan oleh *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI) bahwa sampel darah sebaiknya disentrifugasi sebelum dikirim ketika tempat pengambilan darah dengan laboratorium pemeriksa letaknya relatif jauh (Lippi, dkk., 2014).

6. Antikoagulan

Antikoagulan merupakan zat yang dimasukkan ke dalam tabung. Antikoagulan memiliki satu atau lebih fungsi yang spesifik, seperti mencegah pembekuan atau pengawet komponen darah tertentu. Darah dikumpulkan dalam tabung yang berisi antikoagulan agar tidak menggumpal, tergantung pada jenisnya. Spesimen darah dapat langsung untuk pengujian atau disentrifugasi untuk mendapatkan plasma. Aktivitas antikoagulan pada dasarnya adalah mengikat atau mengendapkan ion kalsium (Ca). Ion kalsium adalah salah satu faktor pembekuan (faktor IV), tanpa kalsium pembekuan tidak terjadi dan akan menghambat pembekuan trombin. Trombin adalah enzim yang berperan dalam perubahan fibrinogen menjadi fibrin (Kiswari, 2014).

7. Heparin

Heparin merupakan salah satu antikoagulan yang sering digunakan di laboratorium. Heparin diperkenalkan tahun 1938 yang merupakan *injectable* antikoagulan yang bekerja cepat dan sering digunakan untuk kasus darurat penghambat kerja thrombus. Heparin adalah substansi alami yang berasal dari hati yang berfungsi untuk pencegahan pembentukan bekuan. Heparin dalam keadaan normal terdapat sebagai kompleks makromolekul bersama histamin dalam sel mast (Riana, 2011).

Heparin mencegah pembekuan darah dengan cara menghambat pembentukan trombin. Trombin adalah enzim yang dibutuhkan untuk mengubah fibrinogen menjadi fibrin. Plasma dengan antikoagulan heparin

sering digunakan untuk beberapa tes kimia, misalnya elektrolit (Kiswari, 2014). Cara kerja heparin yaitu bergabung dengan anti-thrombin III (ko-faktor heparin) menghasilkan efek antikoagulan, mencegah thrombosis dengan inaktivasi factor X, sehingga mencegah perubahan prothrombin menjadi thrombin dan mencegah pembentukan fibrinogen menjadi fibrin (Saliba, dkk., 2001 dalam Riana, 2011).

Heparin sedikit toksik dan harganya relatif mahal. Ada tiga formulasi heparin yaitu amonium, litium dan heparin sodium. Heparin litium menyebabkan sedikit gangguan dalam pengujian kimia. Heparin litium tidak boleh digunakan untuk specimen yang digunakan menguji kadar litium. Heparin sodium tidak boleh digunakan untuk spesimen yang digunakan untuk menguji kadar natrium (Kiswari, 2014).

Dalam penggunaan heparin boleh dipakai sebagai larutan atau dalam bentuk kering. Heparin juga merupakan satu-satunya antikoagulan yang harus digunakan dalam perangkat pengumpulan darah untuk penentuan pH, gas darah, elektrolit dan ion kalsium. Heparin tidak boleh digunakan untuk koagulasi atau pengujian hematologi (Sadikin, 2001).

8. Elektrolit

Elektrolit adalah senyawa di dalam larutan yang dapat terpisah menjadi partikel yang bermuatan (ion) positif atau negatif. Ion bermuatan positif disebut kation dan ion bermuatan negatif disebut anion. Keseimbangan kedua ion positif dan ion negatif disebut sebagai elektronetralitas. Sebagian besar proses metabolisme memerlukan dan dipengaruhi oleh elektrolit.

Konsentrasi elektrolit yang tidak normal dapat menyebabkan banyak gangguan (Yawsir, dkk., 2012).

Kation dan anion dalam tubuh saling bekerjasama untuk menghantarkan impuls sesuai yang diinginkan atau dibutuhkan oleh tubuh. Baik kation maupun anion masing-masing terdapat pada jaringan ekstraselular maupun intraselular. Kation ekstraselular utama adalah Natrium (Na^+), sedangkan kation intraselular utama adalah Kalium (K^+). Sistem pompa terdapat di dinding sel tubuh yang memompa natrium keluar dan kalium ke dalam. Anion ekstraselular utama adalah klorida (Cl^-), sedangkan anion intraselular utama adalah ion fosfat (PO_4^{3-}) (Home dan Swearingen, 2001).

9. Kalium

a. Pengertian kalium

Kalium merupakan logam alkali yang sangat reaktif, mempunyai rumus atom K^+ , berwarna putih perak dan merupakan logam lunak. Kalium dapat teroksidasi di udara dan bereaksi dengan air yang menghasilkan kalium hidroksida dan gas hidrogen. Reaktif dengan air sehingga reaksinya dapat menimbulkan ledakan dan nyala api (Sunardi, 2006).

Kalium adalah kation utama yang paling banyak ditemukan dalam intraselular (sel). Sekitar 90% asupan kalium diekskresikan di dalam urin dan 10% di faeces. Kadar normal kalium dalam serum adalah 3,5 – 5,3 mmol/L (Pranata, 2013). Kalium berpengaruh terhadap sebagian

sistem dalam tubuh, seperti kardiovaskular, gastrointestinal, neuromuskular, dan pernapasan. Selain itu, kalium juga berperan dalam menjaga keseimbangan asam dan basa. Sebagian besar kalium terdapat dalam sel, sedangkan sebagian kecil lain terdapat dalam ekstraselular (plasma dan interstisial). Kalium biasanya diekskresi oleh ginjal, namun tidak dapat diregulasi dengan baik seperti halnya natrium. Akibatnya, kekurangan kalium akut dapat lebih cepat bertambah parah (Tamsuri, 2009).

Kalium paling cepat diekskresikan melalui sekresi gastrointestinal. Seperti halnya elektrolit lain, kalium bergerak secara kontinu ke dalam dan keluar sel. Pergerakan ini dipengaruhi oleh insulin steroid adrenal, testosteron, perubahan pH, pembentukan glikogen, dan hiponatremia. Keseimbangan kalium diatur oleh ginjal melalui dua mekanisme, yaitu penggantian dengan ion natrium pada tubulus ginjal dan sekresi aldosteron. Aldosteron penting bagi pengaturan konsentrasi kalium dalam cairan ekstraselular (Tamsuri, 2009).

b. Fungsi kalium

Menurut Kartasapoetra (2005), fungsi kalium dalam tubuh adalah sebagai berikut :

- 1) Merupakan unsur anorganik yang penting di dalam cairan intraselular.
- 2) Membantu transmisi impuls-impuls saraf.
- 3) Membantu kontraksi otot.

4) Membantu pertumbuhan.

c. Metabolisme kalium

Kalium mudah sekali diserap tubuh, diperkirakan 90% dari yang dicerna akan diserap dalam usus kecil (Winarno, 2004). Defisiensi Kalium dapat disebabkan bukan karena bahan makanan yang kurang mengandung kalium, melainkan disebabkan karena ekskresi yang berlebihan melalui ginjal, karena muntah-muntah yang keseringan, dan diare yang berat. Akibat dari kekurangan kalium adalah hipokalemia dan otot menjadi lemah, jika tidak diatasi dapat menimbulkan kelumpuhan (Kartasapoetra, 2005). Perkiraan kebutuhan minimum kalium dalam tubuh sekitar 200 mg sehari (Almatsier, 2009).

d. Kelainan kalium tubuh

Gambaran klinis kelainan kalium dapat merupakan gangguan yang paling mengancam nyawa dibandingkan dengan yang lain. Gejala berkaitan dengan sistem saraf dan otot jantung, rangka, dan polos. Semua jaringan ini menggunakan kalium untuk mengatur eksitabilitas selnya. Kelainan kalium yang sering terjadi diantaranya adalah hiperkalemia dan hipokalemia (Sacher dan Mc Pherson, 2004).

Hiperkalemia adalah konsentrasi dimana kalium serum lebih tinggi daripada normal. Hiperkalemia dapat terjadi pada kerusakan jaringan seperti pada cedera mekanis yang berat. Selain itu, pasien dengan gagal ginjal dan gangguan ekskresi kalium dapat mengalami kelebihan kalium apabila asupan kalium melalui makanan tidak dibatasi. Sedangkan

hipokalemia adalah konsentrasi dimana kalium serum lebih rendah daripada nilai normal. Hipokalemia terjadi karena kehilangan kalium dari tubuh atau gerakan kalium kedalam sel-sel dan jarang karena ketidakadekuatan masukan saja. Baik hiperkalemia maupun hipokalemia menyebabkan kelemahan otot dan hilangnya refleks tendon dalam, gangguan motilitas saluran cerna, dan kelainan mental (Sacher dan Mc Pherson, 2004).

e. Pemeriksaan kalium

2) Nilai rujukan

Tabel 3. Nilai Rujukan Kadar Kalium Darah

Keadaan	Kadar Kalium
Dewasa	3,5 – 5,3 mmol/L
Anak-anak	3,5 – 5,5 mmol/L
Bayi	3,6 – 5,8 mEq/L

(Sumber: Kee, 2007)

3) Metode pemeriksaan kalium dalam darah

Menurut Yawsir dan Irawati (2012), ada beberapa metode yang digunakan untuk pemeriksaan kadar kalium dalam darah, diantaranya yaitu :

a) Pemeriksaan dengan metode Elektroda Ion Selektif (*Ion Selective Electrode / ISE*)

Pemeriksaan kadar natrium, kalium, dan klorida dengan metode elektroda ion selektif adalah yang paling sering

digunakan. Data dari *College of American Pathologists (CAP)* pada 5400 laboratorium yang memeriksa natrium dan kalium, lebih dari 99% menggunakan metode ISE. Metode ISE mempunyai akurasi yang baik, koefisien variasi kurang 1,5%, kalibrator dapat dipercaya dan mempunyai program pemantapan mutu yang baik. ISE ada dua macam, yaitu ISE direk dan ISE indirek. ISE direk memeriksa secara langsung pada sampel plasma, serum, dan darah utuh. Metode inilah yang umumnya digunakan pada laboratorium gawat darurat. Metode ISE indirek yang berkembang lebih dulu dalam sejarah teknologi ISE, yaitu memeriksa sampel yang sudah diencerkan.

Prinsip pemeriksaan kalium menggunakan metode *Ion Selective Electrode (ISE)* yaitu dengan mengukur tegangan potensial dari ion tertentu dalam larutan. Nilai tegangan potensial ini diukur terhadap elektroda referensi yang stabil dengan tegangan potensial yang konstan. Perbedaan potensial antara dua elektroda akan tergantung pada aktivitas ion tertentu dalam larutan. Hal ini berkaitan dengan konsentrasi spesifik ion, sehingga memungkinkan pengguna untuk membuat analisis pengukuran ion tertentu. ISE bekerja menurut prinsip dasar sel galvanik, namun dibatasi oleh membran tertentu, sehingga hanya ion tertentu saja yang dapat beraktivitas. Konsentrasi ion tersebut

dapat ditentukan dengan mengukur tegangan listrik yang dihasilkan antar elektroda referensi.

b) Pemeriksaan dengan Spektrofotometer Emisi Nyala (*Flame Emission Spectroscopy/FES*)

Spektrofotometer emisi nyala digunakan untuk pengukuran kadar natrium dan kalium. Penggunaan spektrofotometer emisi nyala di laboratorium berlangsung tidak lama, selanjutnya penggunaannya dikombinasi dengan elektrokimia untuk mempertahankan penggunaan dan keamanan prosedurnya.

Prinsip pemeriksaan spektrofotometer emisi nyala adalah sampel diencerkan dengan cairan pengencer yang berisi cesium atau litium, kemudian dihisap dan dibakar pada nyala gas propan. Ion natrium, kalium, litium, atau cesium bila mengalami pemanasan akan memancarkan cahaya dengan panjang gelombang tertentu (natrium berwarna kuning dengan panjang gelombang 589 nm, kalium berwarna ungu dengan panjang gelombang 768 nm, litium 671 nm, cesium 825 nm). Pancaran cahaya akibat pemanasan ion dipisahkan dengan filter dan dibawa ke detektor sinar.

c) Pemeriksaan dengan Spektrofotometer berdasarkan Aktivasi Enzim

Prinsip pemeriksaan kalium dengan metode spektrofotometer adalah ion K^+ mengaktivasi enzim *tryptophanase*.

d) Pemeriksaan dengan Spektrofotometer Atom Serapan (*Atomic Absorption Spectrophotometry / AAS*)

Prinsip pemeriksaan dengan spektrofotometer atom serapan adalah teknik emisi dengan elemen pada sampel mendapat sinar dari *hollow cathode* dan cahaya yang ditimbulkan diukur sebagai level energi yang paling rendah. Elemen yang mendapat sinar dalam bentuk ikatan kimia (atom) dan ditempatkan pada *ground state* (atom netral). Metode spektrofotometer atom serapan mempunyai sensitivitas spesifisitas yang lebih tinggi dibandingkan metode spektrofotometer nyala emisi.

B. Landasan Teori

Penyakit ginjal kronis (PGK) merupakan masalah kesehatan masyarakat global dengan prevalensi dan insiden gagal ginjal yang meningkat, prognosis yang buruk dan biaya yang tinggi (Kemenkes RI, 2017). Indonesia termasuk negara dengan tingkat penderita gagal ginjal yang cukup tinggi. Menurut data dari Perneftri (Persatuan Nefrologi Indonesia), diperkirakan ada 70 ribu penderita ginjal di Indonesia, namun yang terdeteksi menderita gagal ginjal kronis tahap terminal dari mereka yang menjalani cuci darah (hemodialisis) hanya sekitar 4 ribu sampai 5 ribu saja (Alam dan Hadibroto, 2008).

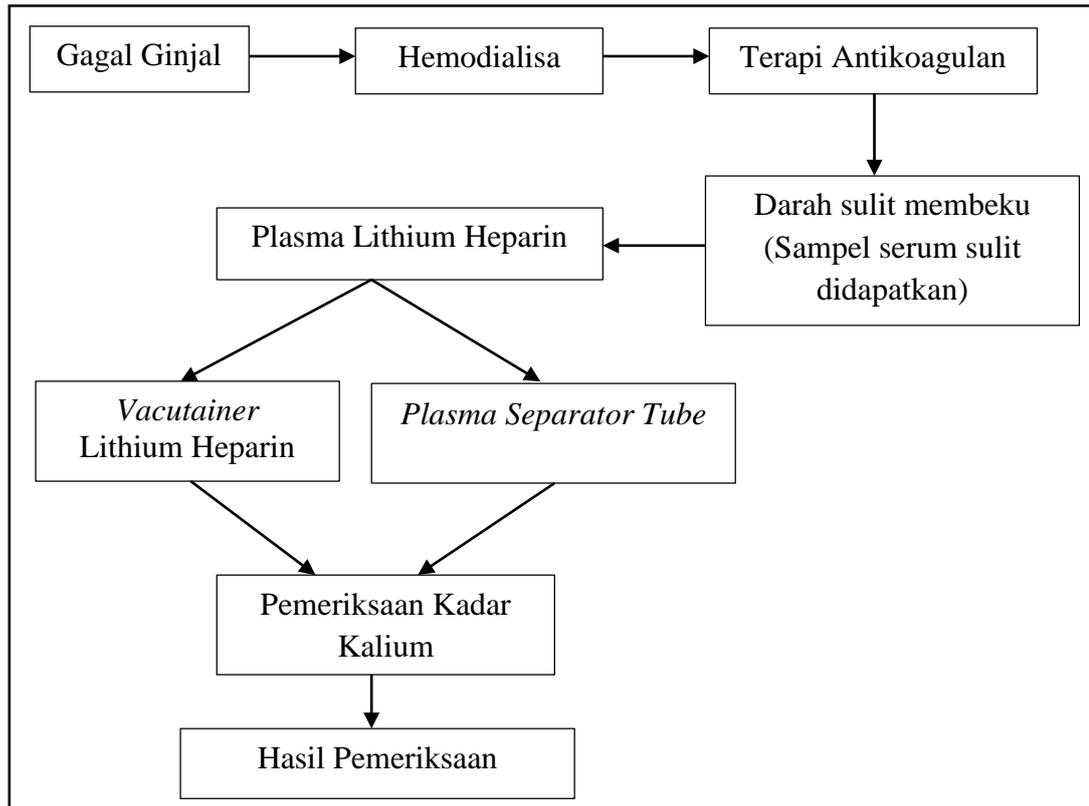
Hemodialisis (HD) adalah terapi yang paling sering dilakukan oleh pasien penyakit ginjal kronik di seluruh dunia (Son, dkk., 2009 dalam Desfrimadona, 2016). HD adalah suatu prosedur dimana darah dikeluarkan dari tubuh penderita dan beredar dalam sebuah mesin di luar tubuh yang disebut dialiser. Frekuensi tindakan HD bervariasi tergantung berapa banyaknya fungsi ginjal yang tersisa, rata-rata penderita menjalani HD dua kali dalam seminggu, sedangkan lama pelaksanaan hemodialisa paling sedikit tiga sampai empat jam tiap sekali tindakan terapi (Melo, dkk., 2015 dalam Desfrimadona, 2016).

Untuk mencegah terjadinya pembekuan darah selama proses hemodialisis, maka perlu diberikan suatu antikoagulan (biasanya heparin) agar aliran darah dalam *dialyzer* dan selang tetap lancar (Supeno, 2010). Penggunaan antikoagulan ini menyebabkan sampel darah untuk pemeriksaan *post* hemodialisa, dari pasien-pasien dengan ESRD membutuhkan waktu yang lama untuk membeku sepenuhnya. Jika sampel dipaksa untuk diproses atau disentrifugasi sebelum waktu pembekuan sempurna maka akan menyebabkan supernatan serum masih mengandung fibrinogen dan faktor pembekuan sehingga dapat terjadi pembekuan kembali setelah proses sentrifugasi. Sementara jika serum harus disentrifugasi ulang maka akan rusak dan menyebabkan bekuan kecil yang dapat menyumbat instrumen pemeriksaan sehingga menyebabkan hasil eror, sehingga sampel harus dicek ulang bahkan jika perlu harus melakukan pengambilan sampel ulang (Carey, dkk., 2016).

Saat ini banyak rumah sakit dan laboratorium komersial yang beralih dengan menggunakan plasma heparin dalam gel pemisah untuk pemeriksaan.

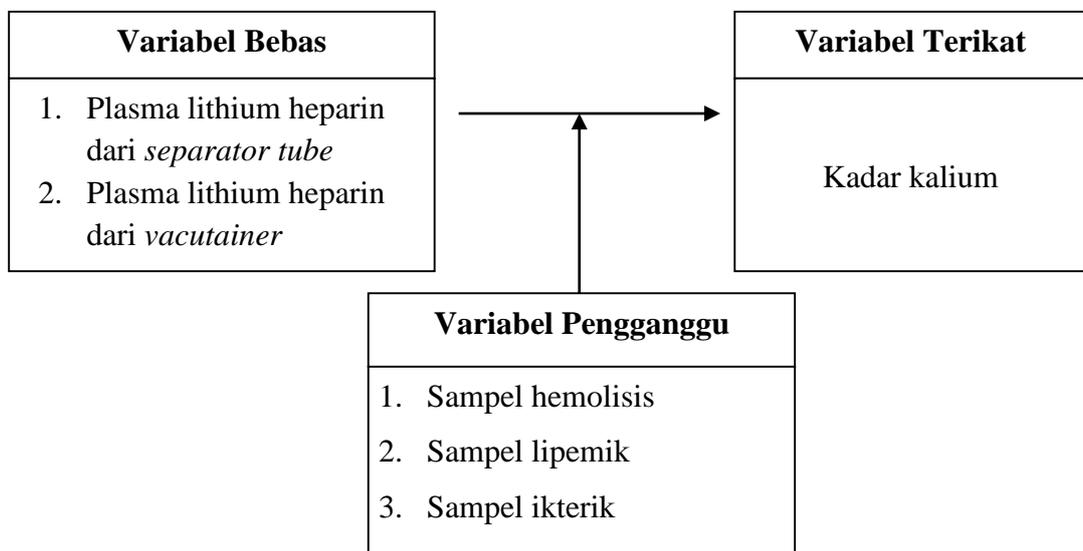
Sampel plasma heparin dari pasien tidak perlu menunggu untuk membeku seperti serum. Sampel plasma heparin bisa langsung disentrifuge (Carey, dkk., 2016). Tabung vacutainer yang memiliki gel, dengan sekali sentrifugasi memungkinkan menjadikan gel sebagai penghalang tak bergerak antara supernatan dan sel (Turgeon, 2012). Tetapi menurut Lippi, dkk. (2014), ada kemungkinan ketidakstabilan gel dan ketidakcocokan analit disebabkan oleh flotasi gel separator yang tidak sesuai pada sampel pasien.

Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian mengenai pemeriksaan kadar kalium plasma lithium heparin pada pasien *post* hemodialisa dengan menggunakan tabung *vacutainer* dan tabung *separator tube*. Hal tersebut dikarenakan pemeriksaan elektrolit terutama kalium adalah salah satu parameter dalam pemeriksaan hemodialisa.



Gambar 5. Kerangka Teori

C. Hubungan Antar Variabel



Gambar 6. Hubungan Antar Variabel

D. Hipotesis

Pemeriksaan kadar kalium pada plasma lithium heparin dengan penggunaan *separator tube* dan *vacutainer* pada pasien *post* hemodialisa memberikan hasil yang sama.