

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Tentang Darah

2.1.1 Definisi Darah

Darah adalah jaringan cair yang terdiri atas dua bagian. Bahan interseluler adalah cairan yang disebut plasma dan di dalamnya terdapat unsur-unsur padat, yaitu sel darah. Volume darah secara keseluruhan kira-kira 5 liter. Sekitar 55 persennya adalah cairan, sedangkan 45 persennya sisanya terdiri atas sel darah (Evelyn,2013).

Darah adalah cairan di dalam pembuluh darah yang mempunyai fungsi transportasi, oksigen, karbohidrat, dan metabolit, mengatur keseimbangan asam dan basa, mengatur suhu tubuh dengan cara konduksi(hantaran) yaitu pembawa panas tubuh dari pusat produksi panas(hepar dan otot) untuk didistribusikan ke seluruh tubuh serta pengatur hormone dengan membawa dan menghantarkan dari kelenjar ke sasaran (Syaifudin, 2011).

2.1.2 Komposisi Darah

Setiap orang rata rata mempunyai kira – kira 70 ml darah setiap kilogram berat badan, atau kira- kira 3,5 L untuk orang dengan berat badan 50 kg. sebanyak 50-60 % darah terdiri atas cairan, sisianya berupa sel – sel darah. Komponen cairan darah disebut plasma yang mengandurum pada dasarnya juga sang 90 % air dan 10% sisanya adalah bahan – bahan yang terlarut misalnya : ion-ion, glukosa, asam amino, hormone dan berbagai macam protein. Serum pada dasarnya juga

sama dengan plasma, tetapi tidak mengandung fibrinogen (yang merupakan faktor – faktor koagulasi pembekuan darah). Sel – sel darah terdiri dari eritrosit, leukosit dan trombosit. (Kiswari, 2011)

2.1.2.1 Plasma Darah

Plasma darah adalah cairan bening kekuningan yang unsure pokoknya sama dengan sitoplasma. Plasma terdiri dari 92% air dan mengandung cairan kompleks zat organik dan anorganik

1. Protein plasma

Protein plasma mencapai 7% plasma dan merupakan satu – satunya unsure pokok plasma yang tidak dapat menembus membran kapiler untuk mencapai sel. Plasma terdiri dari protein plasma yang utama : albumin, globulin dan fibrinogen

- a. albumin protein plasma 7% plasma yang terbanyak, sekitar 55 sampai 60% , tetapi ukurannya paling kecil. Albumin disintesis dalam hati dan bertanggung jawab untuk tekanan osmotik koloid darah.
- b. Globulin membentuk sekitar 30% protein plasma
 1. Alfa dan beta globulin disintesis di hati dengan fungsi utama sebagai molekul pembawa lipid , beberapa hormone, berbagai substrat dan zat penting tubuh lainnya .
 2. Gamma globulin (immunoglobulin) adalah antibody. Ada lima jenis immunoglobulin yang diproduksi jaringan limfoid dan berfungsi dalam imunitas.

- c. Fibrinogen membentuk 4 % protein plasma disintesis dalam hati dan merupakan komponen esensial dalam mekanisme pembekuan darah.
2. Plasma juga mengandung nutrient gas darah, elektrolit, mineral hormone, vitamin dan zat-zat sisa.
- a. Nutrient meliputi asam amino, gula, lipid yang diabsorpsi dari saluran pencernaan
 - b. Gas darah meliputi oksigen, karbon dioksida dan nitrogen
 - c. Elektrolit plasma meliputi ion natrium, kalium, magnesium, klorida, kalsium, bikarbonat, fosfat dan ion sulfat (Sloane, 2012).

2.2 Macam – Macam Sel Darah

2.2.1 Eritrosit (Sel Darah Merah)

Kalau dilihat di bawah mikroskop bentuk sel darah merah seperti cakram/bikonkaf, tidak mempunyai inti, berukuran 0,007 mm, tidak bergerak, jumlahnya kira-kira 4,5-5 juta/mm³, warnanya kuning kemerah-merahan, dan sifatnya ken

yal sehingga bisa berubah bentuk sesuai dengan pembuluh darah yang dilalui. Didalam eritrosit terdapat hemoglobin yang berfungsi mengikat O₂, membawa O₂ dari paru-paru ke jaringan, dan membawa CO₂ dari jaringan ke paru-paru untuk dikeluarkan melalui jalan pernapasan. Jumlah hemoglobin secara normal dalam masing – masing sel adalah mengandung rata – rata 15 gram dan tiap gram mampu mengikat 1,39 ml O₂. Pada orang normal hemoglobin dapat mengangkut 20 ml O₂ dalam 100 ml darah (Syaifudin, 2009)

2.2.2 Sel Darah Putih (leukosit)

Sel darah putih adalah sel lain yang terdapat di dalam darah. Fungsi umum sel darah putih ini sangat berbeda dengan SDM. Sel darah putih atau leukosit ini umumnya berperan dalam mempertahankan tubuh terhadap penyusupan benda asing yang selalu dipandang mempunyai kemungkinan untuk mendatangkan bahaya bagi kelangsungan hidup individu (Sadikin, 2014)

2.2.3 Trombosit

Trombosit disebut juga platelet atau keping darah. Sebenarnya trombosit tidak dipandang sebagai sel utuh karena trombosit berasal dari sel raksasa yang berada di sumsum tulang, yang dinamakan megakariosit. Dalam pematangannya, megakariosit ini pecah menjadi 3000 sampai 4000 serpihan sel, yang dinamai sebagai trombosit atau kepingan sel (platelet) tersebut. Trombosit mempunyai bentuk bicembung dengan garis tengah 0,75-2,25 mm. dengan sendirinya trombosit ini tidak mempunyai inti. Akan tetapi kepingan sel ini masih dapat melakukan sintesis protein, walaupun sangat terbatas, karena didalam sitoplasma masih terdapat sejumlah RNA (Sadikin,2014).

2.3 Tinjauan Serum

Bila darah diambil dari vena dengan menggunakan semprit dan jarum suntik yang steril dan kering, kemudian darah tersebut ditampung dalam suatu tabung yang bersih dan kering pula, setelah beberapa waktu, misalkan 1 jam, dibiarkan dalam suhu ruang, darah tersebut akan terpisah menjadi 2 bagian utama. Kedua bagian tersebut dapat dilihat langsung dengan mata. Untuk lebih jelas lagi, tabung tersebut dipusingkan dengan bantuan alat pemusing setelah pegeraman

selam satu jam tadi. Akan tampak gumpalan darah. Karna sudah terpisah dari gumpalan darah, tidak lagi berwarna merah keruh lagi akan tetapi berwarna kuning jernih. Gumpalan darah terdiri atas seluruh unsure figuratif darah yang telah mengalami proses penggumpalan atau koagulasi spontan, sehingga dari unsure larutan yang berwarna kuning jernih yang dinamakan serum (Sadikin,2014).

Serum adalah cairan yang tersisa setelah darah menggumpal atau membeku. Koagulasi mengubah semua fibrinogen menjadi fibrin yang padat dan dalam prosesnya mengonsumsi factor VII, faktor V dan protrombin. Protein – protein koagulasi lainnya dan protein yang tidak terkait dengan hemostasis. Tetap berada dalam serum dengan kadar serupa dengan dalam plasma (Sacher, 2004).

2.4 Tinjauan Tentang Elektrolit

Elektrolit adalah ion yang terdapat dalam cairan tubuh yang dapat berupa kation (misalnya Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) atau anion (misalnya Cl^- , HCO_3^- , HPO_4^- , SO_4^- dan laktat). Dalam keadaan normal, kadar kation dan anion seimbang, sehingga keberdayaan (potensial) listrik serum bersifat netral. Dalam cairan ekstrasel (CES) kation utama adalah Na^+ dan anion utama adalah Cl^- dan HCO_3^- , sedangkan dalam cairan intrasel (CIS) kation utama adalah K^+ . (Siregar, 2006)

Sebagian besar proses metabolisme memerlukan dan dipengaruhi oleh elektrolit. Konsentrasi elektrolit yang tidak normal dapat menyebabkan banyak gangguan. Pemeliharaan homeostasis cairan tubuh adalah penting bagi kelangsungan hidup semua organisme. Pemeliharaan tekanan osmotik dan distribusi beberapa kompartemen cairan tubuh manusia adalah fungsi utama empat elektrolit mayor,

yaitu natrium (Na^+), kalium (K^+), klorida (Cl^-), dan bikarbonat (HCO_3^-). Pemeriksaan keempat elektrolit mayor tersebut dalam klinis dikenal sebagai "profil elektrolit". (Darwis, 2008)

Hanya sedikit pemeriksaan yang diperlukan untuk mengetahui status cairan elektrolit, yang secara fisiologis terkait dengan status asam basa dan gas darah. Permintaan pemeriksaan laboratorium tersering mencakup elektrolit natrium, kalium, klorida dan bikarbonat. Keempat elektrolit primer biasanya cukup untuk mengevaluasi status cairan dan asam basa dalam kombinasi dengan penentuan gas darah sesuai keperluan. (Shacer, 2004)

Fungsi elektrolit antara lain mempertahankan tekanan osmotik dan sebaran (distribusi) air di berbagai ruang (kompartemen) cairan tubuh, mempertahankan pH dalam keadaan terbaik (optimal), pengaturan (regulasi) fungsi jantung dan otot-otot lain terbaik (optimal), berperan dalam reaksi oksidasi-reduksi (transfer ion), dan berperan sebagai kofaktor enzim dalam proses katalisis. Gangguan keseimbangan elektrolit kalium, walaupun kurang rumit (kompleks) dibandingkan dengan natrium, tetapi pengaruhnya lebih berbahaya, karena kalium merupakan salah satu analit terpenting, sehingga kesalahan pengukuran dapat menimbulkan akibat parah/berat (konsekuensi serius) apabila pengobatan (terapi) didasarkan oleh hasil yang tidak teliti (akurat). (Scott, 2006).

2.4.1 Kalium

Kalium adalah kation intrasel utama. Konsentrasi sel dalam plasma normal adalah 3,5 – 5 mmol/l, sementara konsentrasinya di dalam sel adalah sekitar 150 mmol/L. karena itu, jumlah K^+ di CES (30-70 mmol) merupakan <2% dari

kandungan K^+ tubuh total (2500-4500 mmol). Perbandingan konsentrasi K^+ CIS terhadap CES (normalnya 38:1) adalah hasil utama dari potensial membrane istirahat dan krusial bagi fungsi normal otot dan saraf (Jameson, 2013).

Kalium juga merupakan mineral yang bermanfaat bagi tubuh kita yaitu berfungsi untuk mengendalikan tekanan darah, terapi darah tinggi, serta membersihkan karbondioksida di dalam darah. Kekurangan kalium dapat berefek buruk dalam tubuh karena mengakibatkan hipokalemian yang menyebabkan frekuensi denyut jantung melambat. Sedangkan untuk kelebihan kalium mengakibatkan hiperkalemia yang menyebabkan aritmia jantung, konsentrasi yang lebih tinggi lagi yang dapat menimbulkan henti jantung atau fibrilasi jantung (Yaswir, 2012).

2.4.2 Natrium

Natrium merupakan kation dalam tubuh yang berfungsi dalam pengaturan osmolaritas dan volume cairan tubuh natrium ini paling banyak pada cairan ekstrasel. Pengaturan konsentrasi cairan ekstrasel diatur oleh ADH dan aldosteron. ADH mengatur sejumlah air yang diserap kembali kedalam ginjal dari tubulus renalis. Sedangkan aldosteron dihasilkan oleh korteks suprarenal yang berfungsi untuk mempertahankan keseimbangan konsentrasi natrium dalam plasma dan prosesnya dibantu oleh ADH. Aldosteron juga mengatur keseimbangan jumlah natrium yang diserap kembali oleh darah. Natrium tidak hanya bergerak ke dalam atau keluar tubuh, tetapi juga mengatur keseimbangan cairan tubuh. Ekskresi natrium dapat dilakukan melalui ginjal dan sebagian kecil melalui tinja, keringat, dan air mata (Aziz, 2008).

2.4.3 Klorida

Klorida merupakan anion utama dalam cairan ekstrasel. Pemeriksaan konsentrasi klorida dalam plasma berguna sebagai diagnosis banding pada gangguan keseimbangan asam-basa, dan menghitung *anion gap* (klutts, 2006). Jumlah klorida pada orang dewasa normal sekitar 30 mEq per kilogram berat badan. Sekitar 88% klorida berada dalam cairan ekstraseluler dan 12% dalam cairan intrasel. Konsentrasi klorida pada bayi lebih tinggi dibandingkan pada anak-anak dan dewasa. Keseimbangan Gibbs-Donnan mengakibatkan kadar klorida dalam cairan interstisial lebih tinggi dibanding dalam plasma. Klorida dapat menembus membran sel secara pasif.¹¹ Perbedaan kadar klorida antara cairan interstisial dan cairan intrasel disebabkan oleh perbedaan potensial di permukaan luar dan dalam membran sel.(Eaton, 2009). Jumlah klorida dalam tubuh ditentukan oleh keseimbangan antara klorida yang masuk dan yang keluar. Klorida yang masuk tergantung dari jumlah dan jenis makanan. Kandungan klorida dalam makanan sama dengan natrium. Orang dewasa pada keadaan normal rerata mengkonsumsi 50-200 mEq klorida per hari, dan ekskresi klorida bersama feses sekitar 1-2 mEq perhari. Drainase lambung atau usus pada diare menyebabkan ekskresi klorida mencapai 100 mEq per hari. Kadar klorida dalam keringat bervariasi, rerata 40 mEq/L. Bila pengeluaran keringat berlebihan, kehilangan klorida dapat mencapai 200 mEq perhari. Ekskresi utama klorida adalah melalui ginjal (Wilson, 1995).

2.5 Keseimbangan Elektrolit

2.5.1 Keseimbangan Kalium

Kalium adalah kation intra sel utama. Konsentrasi K^+ plasma normal adalah 3,5-5 mmol/L, sementara konsentrasinya di dalam sel adalah sekitar 150 mmol/L. karena itu , jumlah K^+ di CES (30-70 mmol) merupakan <2% dari kandungan K^+ tubuh total (2500 – 4500 mmol). Perbandingan konsentarsi K^+ CIS terhadap CES normalnya (38:1) adalah hasil utama dari potensial membrane istirahat dan krusial bagi ungsi normal otot dan saraf. Pompa Na^+ , K^+ -ATPase basolateral secara aktif memindahkan K^+ masuk dan Na^+ keluar sel dengan perbandingan 2 : 3, dan difusi pasif K^+ keluar secara kuantitatif merupakan faktor terpenting yang menghasilkan potensial membran istirahat. Aktivitas pompa Na^+ , K^+ -ATPase elektrogenik dapat dirangsang akibat peningkatan konsentrasi Na^+ intrasel dan terhambat jika terjai toksisitas diogksin atau penyakit kronik misalnya gagal jantung atau gagal ginjal(Jameson, 2013).

1). Hipokalemia

Hipokalemia yang didefinisikan sebagai konsentrasi K^+ plasma < 3,5 mmol/L. Dapat terjadi akibat satu atau lebih dari hal berikut : berkurangnya asupan netto, pergeseran ke dalam sel, peningkatan pengeluaran netto. Berkurannnya asupan jarang menjadi satu satunya penyebab deplesi K^+ karena ekskresi urin dapat secara efektif dikurangi menjadi <15 mmol/hari akibat reabsorpsi K^+ netto di nefron distal. (Jameson, 2013).

a) Gambaran Klinis

Gejala jarang muncul kecuali jika konsentrasi K^+ plasma <3 mmol/L, rasa lelah, mialgia dan kelemahan otot ekstremitas bawah adalah keluhan yang

sering diajukan dan disebabkan oleh potensial membran istirahat yang lebih rendah (lebih negative). Hipokalemia yang lebih berat dapat menyebabkan kelemahan otot progresif, hipoventilasi (karena keterlibatan otot pernapasan), dan akhirnya paralisis total.

2). Hiperkalemia

Hiperkalemia, yang didefinisikan sebagai konsentrasi K^+ plasma $> 5,0$ mmol/L, terjadi akibat pembebasan K^+ dari sel atau berkurangnya pengeluaran dari ginjal. Meningkatnya asupan K^+ jarang menjadi penyebab satu – satunya hiperkalemia karena fenomena adaptasi kalium memastikan bahwa K^+ akan segera diekskresikan sebagai respon terhadap meningkatnya asupan dari makanan. Hiperkalemia iatrogenik dapat terjadi akibat pemberian K^+ parenteral yang berlebihan atau pada pasien dengan insufisiensi ginjal. *Pseudohiperkalemia* merupakan suatu peningkatan artificial konsentrasi K^+ plasma akibat keluarnya K^+ dari sel segera dan sesudah pungsi vena. Faktor – faktor yang ikut berperan adalah pemasangan tourniquet yang terlalu lama dengan atau tanpa mengempal – mengempalkan tangan, hemolisis, dan leukositosis atau trombositosis berat. Dua yang terakhir mengakibatkan peningkatan K^+ serum akibat pelepasan K^+ intrasel setelah pembekuan (Jameson, 2013).

a). Retribusi keluar sel

1) Asidosis Metabolik

Ion kalium dan ion hydrogen memiliki hubungan yang timbal balik. Apabila konsentrasi ion hydrogen meningkat karena terjadi asidosis metabolik, ion – ion kalium di dalam sel digantikan dari sel oleh ion – ion hydrogen guna

mempertahankan mempertahankan elektrokimia. Perubahan ion hydrogen ini menyebabkan konsentrasi kalium dalam serum berubah nyata.

1. Pelepasan kalium dari sel – sel yang rusak

Adanya konsentrasi kalium di dalam sel mengandung arti bahwa kerusakan sel dapat menyebabkan hiperkalemia yang nyata. Ini terjadi pada rabdomalis (pada kondisi ini, otot rangka pecah, trauma kuat, atau terkadang sindrom lisis tumor, yaitu sel – sel ganas pecah.

2. Defisiensi insulin

Insulin menstimulasi ambilan kalium seluler, dan berperan penting dalam pengobatan hiperkalemia yang berat. Apabila terjadi defisiensi insulin atau penolakan yang berat terhadap kerja insulin, seperti pada keadaan ketosidosis diabetikum kondisi berikutnya yang akan dijumpai adalah hiperkalemia.

3. Paralisis hiperkalemik berkala

Ini merupakan penyakit turunan langka yang diwariskan secara dominan autosomal. Penyakit ini muncul secara tipikal berupa serangan berulang paralisis, atau kelemahan otot, sering kali dipicu oleh istirahat setelah berolahraga

4. Pseudohiperkalemia

Kemungkinan ini harus dipertimbangkan apabila penyebab hiperkalemia tidak dapat langsung diketahui. Ini bahkan sangat penting, karena dapat menimbulkan dilemma diagnostic (Kiswari, 2014)

b) Gambaran Klinis Hiperkalemia

Karena potensial membran istirahat berkaitan dengan perbandingan konsentrasi K^+ CIS terhadap CES, maka hiperkalemia secara parsial menyebabkan depolarisasi membran sel. Efek paling serius dari hiperkalemia adalah toksisitas pada jantung, yang tidak terlalu berkorelasi dengan K^+ plasma.

2.5.2 Keseimbangan Natrium

Sumber utama natrium adalah makanan. Asupannya bervariasi mulai dari 4 g sampai 20 g NaCl. Natrium dikeluarkan melalui kulit, ginjal, dan saluran gasrointestinal. Pengaturan natrium dalam tubuh terjadi terutama melalui ekskresi natrium oleh ginjal bukannya melalui asupan natrium (Sloane, 2012). Keseimbangan air tubuh dan garam NaCl sangat erat kaitannya dalam mempengaruhi osmolitas maupun volume cairan ekstrasel, tetapi pengaturan keseimbangan natrium dan air melibatkan mekanisme yang berada dan tumpang tindih. Keseimbangan air tubuh terutama diatur oleh mekanisme rasa haus dan hormone anti diuretic (ADH) untuk mempertahankan isoosmotik dari plasma, sebaliknya keseimbangan natrium terutama diatur oleh aldosteron dengan tujuan mempertahankan volume cairan ekstrasel dan perfusi (pengaliran cairan) jaringan (Syarifudin, 2011)

2.5.3 Keseimbangan Klorida

Klorida merupakan anion utam cairan ekstrasel. Klorida bersama natrium berperan dalam pengaturan osmolaritas serum dan volume darah, regulasi asam basa, berperan dalam buffer pertukaran oksigen dan karbon dioksida dalm sel darh

merah. Klorida dieksresi dan di reabsorpsi bersama natrium di ginjal dan pengaturan oleh hormone aldosteron (Syarifuddin, 2014).

2.6 Pemantapan Mutu

Dalam proses pengendalian mutu laboratorium dikenal ada tiga tahapan penting, yaitu tahap pra analitik, analitik dan pasca analitik. Pada umumnya yang sering diawasi dalam pengendalian mutu hanya tahap analitik dan pasca analitik, sedangkan proses pra analitik kurang mendapat perhatian (Goswani *et al.*,2010).

2.6.1 Pra Analitik

Tahap pra analitik yaitu tahap mulai mempersiapkan pasien, menerima sampel, penanganan dan penyimpanan sampel, termasuk memberi label pada sampel, tahap ini sulit dipantau dan dikendalikan, karena terjadi di luar laboratorium. Dokter dan perawat harus menyadari hal ini dan perlu diberikan penjelasan oleh laboratorium dengan jelas. (Donosaputro, 1995), yang sangat penting untuk validitas hasil pemeriksaan elektrolit adalah kualitas specimen. Pada pengambilan darah secara normal, sel – sel darah merah terpajan ke gaya robek (jarum yang sempit) dan turbulensi (kecepatan aliran sangat tinggi, yang keduanya dapat merusak dan melubangi membran sel.sehingga isi sel darah merah ke luar ke plasma. Proses ini menyebabkan masuknya kalium dalam jumlah bermakna dalam plasma, yang kemudian terukur sebagai peningkatan kadar kalium (Sacher, 2004). Pemisahan serum dilakukan tidak lebih dari satu jam setelah pengambilan contoh (specimen). Untuk pemeriksaan kalium, serum harus segera dipisahkan atau segera diperiksa (satu jam setelah pengambilan specimen dan dikerjakan,karena dapat terjadi hasil peningkatan palsu. Bila serum harus

disimpan beberapa saat, maka serum harus ditutup dan disimpan di lemari pendingin, sebelum di analisa biarkan serum pada suhu ruang.(Nyoman, 2009).

2.6.1.1 Pengolahan Sampel

Pedoman yang tepat harus ditetapkan dan dipatuhi oleh personel laboratorium dalam setiap penanganan sampel untuk memastikan hasil pemeriksaan yang dapat diandalkan dan bermakna secara medis. Idealnya , semua pengujian harus dilakukan dalam waktu 45 menit sampai 1 jam setelah pengumpulan sampel. Serum paling sering menjadi pilihan, karena kepraktisan dalam pengumpulan dan penanganan. Selain itu gangguan dari antikoagulan tidak terjadi . darah harus tetap dalam wadah tertutup aslinya sampai siap untuk pemisahan untuk mencegah penguapan air daam plasma atau serum (kiswari, 2014).

2.6.1.2 Penyimpanan Sampel yang Tidak Benar

Sampel darah yang disimpan semalaman sebelum dikirim ke laboratorium akan memperlihatkan peninggian kadar kalium, fosfat, dan enzim – enzim sel darah merah (seperti laktat dehidrogenase karena semua substansi ini keluar dari sel menuju cairan ekstraseluler (Gaw, 2012).

2.6.2 Tahap Analitik

Tahap analitik yaitu tahap mulai mengkalibrasi alat, mengolah sampel sampai menguji ketelitian ketepatan (pireno, 2002). Petugas laboratorium lebih mudah mengendalikan faktor analitik yang umumnya sangat di pengaruhi oleh alat, reagen dan analisisnya sendiri(donosaputro dkk, 1995).

2.6.3 Tahap Post Analitik

Tahap pasca analitik yaitu tahap mulai dari pencatatan hasil pemeriksaan, interpretasi hasil sampai dengan pelaporan hasil pemeriksaan yang dilakukan oleh petugas laboratorium (Pireno, 2002).

Sampel yang buruk akan memberikan hasil pemeriksaan laboratorium yang tidak valid. Ada beberapa alasan yang dapat menyebabkan sampel menjadi tidak layak untuk diperiksa. Alasan yang paling sering menyebabkan ditolaknya sampel pemeriksaan adalah sampel yang membeku untuk tes hematologi dan koagulasi, volume sampel yang tidak mencukupi untuk tes koagulasi, hemolisis, ikterus dan lipemia pada serum dan plasma yang dapat menyebabkan interferensi pada pemeriksaan laboratorium (Pherson & Phincus, 2011).

Menurut Hardjoeno dkk (2007), salah satu penanganan dan pengelolaan sampel yaitu pada saat pemrosesan spesimen, untuk mendapatkan serum dengan cepat, darah mesti disentrifus dalam 1 jam setelah pengambilan darah. Bila sentrifugasi dilakukan setelah 2 jam dapat menyebabkan perubahan nilai seperti glukosa, kalium, fosfor, kreatinin, SGOT dan SGPT.

Serum yang disimpan secara *primary tube* maupun *secondary tube* dalam 3 hari suhu 4°C tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan hal ini dapat terjadi jika perlakuan penyimpanan sampel dilakukan sesuai prosedur (SOP). Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Kiswari yang tidak memasukkan kreatinin sebagai analit yang tidak stabil, serum dan plasma yang tidak terpisahkan menghasilkan peningkatan yang signifikan terhadap bilirubin total, natrium, urea nitrogen, albumin, kalsium, magnesium dan protein total. Perubahan ini disebabkan pergerakan air ke dalam sel

Setelah 24 jam, menyebabkan hemokonsentrasi. Penelitian lain menemukan kalium, fosfor dan glukosa menjadi analit yang paling tidak stabil dalam serum dan tidak hilang dari bekuan dalam waktu 30 menit. Albumin, bikarbonat, klorida, C-peptida, kolesterol HDL, zat besi, kolesterol LDL, dan protein total yang ditemukan menjadi tidak stabil setelah 6 jam, bila serum tersebut tidak dipisahkan dari bekuan (Kiswari, 2014).

Pelayanan Laboratorium Kesehatan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari pelayanan kesehatan kepada masyarakat. Laboratorium kesehatan sebagai unit pelayanan penunjang medis, diharapkan dapat memberikan informasi yang teliti dan akurat tentang aspek laboratoris terhadap spesimen atau sampel yang pengujiannya dilakukan di laboratorium. Masyarakat menghendaki mutu hasil pengujian laboratorium terus ditingkatkan seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi serta perkembangan penyakit (Kemenkes, 2007).

Pengendalian kualitas adalah mengembangkan, mendesain, memproduksi dan memberikan layanan produk bermutu yang paling ekonomis, paling berguna dan selalu memuaskan pelanggannya. Pengendalian kualitas dalam pelaksanaannya dilakukan dengan cara menetapkan standart yang tepat untuk suatu produk. Standar kualitas produk meliputi bahan baku, proses produksi, produk jadi hingga produk sampai ke tangan konsumen. Fungsi pengendalian kualitas ini harus dilaksanakan secara total dan terpadu pada setiap langkah yang ditempuh sepanjang siklus berlangsung (Wardani, 2015).

Quality Control juga salah satu komponen dalam proses kontrol dan merupakan elemen utama dari sistem manajemen mutu. Memonitor proses yang berhubungan dengan hasil tes serta dapat mendeteksi adanya error yang

bersumber dari alat, keadaan lingkungan atau operator. Member keyakinan pada laboratorium bahwa hasil yang dikeluarkan adalah akurat. Laboratorium harus menyusun program QC (Lestari, 2015).

Jaminan mutu laboratirium meliputi semua aspek kerja analitis, mulai dari identifikasi secara tepat dan persiapan pasien sampai memastikan bahwa hasil laboratorium telah disampaikan ke dokter pengirimnya. Tujuan utama jaminan mutu ini adalah memberi jaminan bahwa laboratorium memebrikan hasil pemeriksaan yang benar dan relevan terhadap kondisi klinis pasien.

Tahap-tahap penerapan jaminan mutu laboratorium meliputi :

- 1) Persiapan pasien
- 2) Pengambilan spesimen
- 3) Penanganan dan pengiriman spesimen
- 4) Pengontrolan metode dan reagen
- 5) Kalibrasi peralatan
- 6) Pelaporan hasil

Pengambilan spesimen dengan benar sangat penting, mengingat hasil pemeriksaan laboratorium akan terkait dengan kondisi klinis pasien. Sewaktu pengambilan spesimen, untuk pemantauan dan evaluasi pengobatan pasien, faktor-faktor berikut harus dipertimbangkan :

- 1) Keadaan fisiologis pasien (misal, kisaran rujukan untuk indikator tertentu bervariasi sesuai umur dan jenis kelamin).
- 2) Persiapan pasien dengan benar sebelum pengambilan spesimen.
- 3) Peralatan yang sesuai untuk pengumpulan spesimen.
- 4) Lokasi yang tepat untuk pengambilan spesimen.

Untuk menjamin bahwa spesimen yang diperoleh benar-benar bermanfaat, spesimen tersebut harus diambil pada waktu yang tepat, pengambilan spesimen secara acak hanya dilakukan pada situasi-situasi darurat (Albertus, 2004).

Pemeriksaan laboratorium medis yang bermutu diperlukan strategi dan perencanaan sistem manajemen mutu. Komponen tersebut meliputi *quality planning, quality laboratory practice, quality control, quality assurance, quality improvement*. Untuk mencapai sasaran mutu, usaha harus dilakukan sejak proses perencanaan (*quality planning*) hingga ketika sasaran ini telah tercapai. Laboratorium perlu menetapkan sasaran mutu berikutnya dan merencanakan seluruh program untuk mencapainya sehingga berkembang dan mampu menjawab tuntutan zaman.

Sasaran mutu dapat dicapai dengan sistem manajemen mutu yang baik dan konsisten. Rangkaian proses sistem manajemen mutu laboratorium medis sesuai dengan ISO 15189 diantaranya validasi, verifikasi, uji kompetensi dan dokumentasi semua dokumen dengan baik.

Validasi sangat diperlukan dalam proses laboratorium medis. Jika hasil suatu tes tidak dapat dipercaya, maka tes menjadi tidak berharga dan tidak akan digunakan. Oleh karena itu metode dan prosedur yang dipilih untuk penggunaan harus dievaluasi dan diketahui bisa memberi hasil yang memuaskan sebelum digunakan untuk pemeriksaan pasien.

Macam-macam validasi dalam laboratorium medik sesuai ISO 15189 :

1) Validasi prosedur dan metoda

Latar belakang dalam seleksi, validasi prosedur dan metoda adalah :

a) Kegunaan klinis. *Analytical performans* dilaboratorium.

- b) Beberapa syarat performans parameter harus ditetapkan dan terpenuhi sebelum metoda dapat digunakan.
- c) Faktor ekonomi.
- d) Saat seleksi peralatan, perlu diperhatikan unsure penggunaan energi dan limbah.
- e) Biaya bukan pertimbangan utama, tetapi lingkungan adalah salah satu pembatasan ekonomis.
- f) Peduli terhadap pelestarian lingkungan, kesehatan dan keselamatan kerja, performans dan kualitas (Agus joko, 2018).

Validasi prosedur merupakan kebutuhan penting dalam proses analitik, maka laboratorium harus mempunyai tanggung jawab untuk menetapkan bahwa proses analitik telah dilakukan benar, atau hasil menunjukkan sesuai untuk kebutuhan.

Dokumentasi validasi prosedur dan validasi metoda :

- a) Deskripsi alat/ kit tes/ prosedur kerja
- b) Spesifikasi rincian kebutuhan alat/ kit tes.
- c) Jenis alat.
- d) Nomor lot reagen.
- e) Nomor lot kalibrasi.
- f) Waktu kalibrasi dan re-kalibrasi.
- g) Prosedur *preventive maintenance*.
- h) Perubahan metoda.
- i) Tindakan koreksi.

Validasi metoda dilakukan ketika :

- a) Metoda baru.
- b) Metoda yang telah digunakan diganti untuk memperbaiki atau diperluas karena dijumpai masalah baru.
- c) Penetapan metode pada laboratorium berbeda, teknisi lab berbeda atau lara berbeda.
- d) Memperlihatkan kesesuaian dari 2 metode pemeriksaan baru dan standar.
- e) Jika laboratorium menggunakan 2 alat untuk 1 pemeriksaan (*main & backup*), harus ada *agreement* / kesesuaian dari *performans test* kedua alat.

Yang dilakukan untuk menguji *performans test* :

- a) Akurasi : pertanyaan tentang hasil tes.
- b) Precision: pertanyaan tentang hasil konsisten.
- c) Robustness : pertanyaan tentang semua teknisi laboratorium sudah menjalankan metoda sesuai jadwal atau belum.
- d) Nilai rujukan : pertanyaan tentang nilai rujukan populasi yang diberikan produsen sudah sesuai dengan populasi lab atau belum.
- e) Rencana kalibrasi : pertanyaan tentang yang direkomendasi produsen apakah sudah dapat kita lakukan.
- f) Rencana control kualitas : pertanyaan tentang cara mendeteksi error yang bermakna.

Jenis – jenis error :

- a) *Random error* : peningkatan pada standar devisiasi.
- b) *Systematic error* : shift pada mean.
- c) *Sporadic error* : hal yang terjadi pada suatu sekwens pemeriksaan sampel pasien.

- 1) Validasi diagnostik klinik
 - a) Membandingkan tes pada *gold standard*.
 - b) Gunakan nilai PPV dan NPV.
 - c) Perhatikan variasi etnik dan geografi.
 - d) Telusuri kepustakaan uji klinis (publikasi jurnal, penelitian).

Makna dan kegunaan validasi diagnostik klinik :

- a. Diagnostik penyakit atau beratnya penyakit.
 - b. Konfirmasi hasil dari tes lab lain atau diagnosis klinis.
 - c. Pemantauan dan penetapan perjalanan penyakit, prognosis, atau resolusi (penyembuhan).
- 2) Validasi hasil

Tujuan validasi hasil :

- a) Menghindari memberikan hasil tes yang tidak sesuai pada klinisi.
- b) Dengan banyak penggunaan alat otomatis, error yang paling sering terjadi adalah human error.
- c) Validasi sejumlah besar hasil tes dilakukan dengan pengamatan visual (mata).

Dokumentasi validasi hasil :

- a) Semua hasil pemeriksaan.
- b) Semua hasil diluar rentang yang diharapkan.
- c) Setiap perbedaan hasil yang dihasilkan oleh teknisi lab berbeda.
- d) Setiap kegagalan / kesalahan dari alat / kit tes / media / prosedur / listrik atau komputer (hang).
- e) *Log maintenance* sesuai anjuran.
- f) Hasil kalibrasi.

- g) Pengamatan lain yang relevan.
- h) Tindakan yang dilakukan pada hasil yang tidak diharapkan.
- 3) Validasi hasil pemeriksaan :
 - a) Pada beberapa laboratorium, pengamatan ini terbatas pada hasil abnormal atau sangat abnormal.
 - b) Hasil test disaring dengan informasi test lain dan informasi klinis pasien.
 - c) Hasil yang “jika tertangkap mata” memberikan keraguan pada validator akan memicu tindakan seperti pengulangan atau konsultasi pada ahli patologi klinik.

Jaminan mutu hasil laboratorium medis secara garis besar dapat didukung dengan tiga kegiatan, yaitu praktek laboratorium yang benar atau *Good Laboratory Practice (GLP)*, pemantapan mutu internal dan pemantapan mutu eksternal serta faktor lainnya.

2.6.4 Good Laboratory Practice (GLP)

GLP adalah dokumen formal rencana analitis yang menjelaskan semua aspek kerja yang dilakukan oleh fasilitas laboratorium

Dokumen dalam GLP ini ada beberapa istilah, yaitu :

1. Manager teknis, yaitu : individu yang bertanggung jawab untuk melakukan keseluruhan pekerjaan ditentukan dalam rencana analitis.
2. Laporan analitis, yaitu : laporan resmi yang dikeluarkan pada saat penyelesaian pekerjaan.
3. Hasil analisis, yaitu : dokumen yang berisi hasil analisis yang dikeluarkan pada saat penyelesaian analisis sampel.

4. Rekamana fasilitas, yaitu : catatan yang mengkonfirmasi dan mendukung kegiatan *non-trial* penting untuk rekonstruksi pekerjaan yang dilakukan termasuk data pendukung seperti catatan suhu kulkas, peralatan layanan serta catatan pemeliharaan dan kalibrasi.
5. Analis, yaitu : individu yang bertanggung jawab untuk pelaksanaan uji dimana dimana di Indonesia disebut Ahli Teknologi Laboratorium Medik.
6. Data mentah, yaitu : semua catatan asli dan dokumentasi pengamatan dan kegiatan selama pelaksanaan pekerjaan yang diperlukan untuk rekontruksi dan evaluasi hasil.

Unsur - unsur dalam GLP :

- 1) Tehnisi laboratorium
 - a) Keterampilan tenaga ditentukan oleh kualitas pendidikan, pelatihan, pengalaman dan kondisi kerja. Tenaga laboratorium harus dilatih untuk menguasai alat dan teknik dilaboratorium. Petunjuk menjalankan alat dan prosedur pemeriksaan harus didokumentasikan dan diletakkan di dekat alat yang bersangkutan.
 - b) Tenaga laboratorium harus diberikan beban kerja seimbang dengan jam kerja yang memadai sehingga dapat bertanggung jawab terhadap kualitas pekerjaannya. Untuk mengurangi kejenuhan oleh suatu pekerjaan yang menetap dapat diatur suatu perputaran pekerjaan yang seimbang beratnya.
- 2) Lingkungan

Faktor lingkungan dalam laboratorium medik mencakup keadaan ruangan kerja, pencahayaan, suhu kamar, kebisingan, luas, tata ruang dan lain-lain. Keadaan ruangan yang sempit dan cahaya yang kurang akan mempengaruhi hasil pemeriksaan laboratorium tersebut.

3) Bahan pemeriksaan

Pembahasan tentang bahan pemeriksaan dilaboratorium madis meliputi : cara pengambilan spesimen, cara pengiriman spesimen, cara penyimpanan spesimen dan cara persiapan reagen.

4) Reagen

- a) Reagen sebagai bahan pereaksi harus baik kualitasnya.
- b) Pada saat penerimaan semua reagen yang dibeli harus diperhatikan batas kedaluwarsanya, keutuhan wadah/botol dan cara transportasinya.
- c) Reagen yang sudah dekat batas kedaluwarsanya harus dipikirkan apakah akan habis digunakan sebelum batas waktunya.
- d) Pada persiapan reagen untuk pemeriksaan perlu dipertimbangkan kualitas air/aquades sebagai pelarut reagen.
- e) Reagen yang belum dilarutkan sifatnya stabil sampai batas kedaluwarsa selama kemasannya utuh.
- f) Pada penyimpanan reagen perlu diperhatikan lama dan suhu penyimpanan.
- g) Untuk penyimpanan reagen sebaiknya dibuat kartu stok yang memuat tanggal penerimaan, tanggal daluwarsa, tanggal wadah reagen dibuka, jumlah reagen yang diambil, dan jumlah reagen sisa.

5) Peralatan

- a) Alat pengukur, disimpan jauh dari tempat yang lembab.
- b) Sebelum digunakan untuk pemeriksaan pertama kali, alat-alat ukur harus terlebih dahulu dikalibrasi.
- c) Penggunaan pipet gelas harus benar cara melihat garis meniscus, yaitu harus sejajar dengan mata.
- d) Pipet otomatis, dispenser yang sebenarnya sudah terkalibrasi oleh pabrik juga harus dikalibrasi ulang secara berkala.
- e) Cara pemipetan harus diperhatikan, jangan terlalu cepat menghisap cairan karena dapat menyebabkan terjadi gelembung udara sehingga volumenya menjadi lebih sedikit.
- f) Tabung reaksi harus disiapkan sejumlah kebutuhan dengan kondisi bersih dan kering.
- g) Tidak boleh melakukan modifikasi terhadap volume reagen dan sampel. Karena penggunaan volume yang berlebihan dapat mengakibatkan reaksi tidak berjalan dengan sempurna (Joko, 2018).

2.6.5 Pemantapan Mutu Internal (PMI)

Merupakan kegiatan pencegahan dan pengawasan yang dilaksanakan oleh laboratorium secara terus menerus agar diperoleh hasil pemeriksaan yang tepat dan teliti. Kegiatan ini mencakup tiga tahap proses yaitu : pra analiti, analitik, dan pasca analitik

Tujuan pemantapan mutu internal adalah :

1. Pemantapan dan penyempurnaan metode pemeriksaan dengan mempertimbangkan aspek analitik dan klinis.

2. Mempertinggi kesiagaan tenaga, sehingga pengeluaran hasil yang salah tidak terjadi dan perbaikan kesalahan dapat dilakukan segerah.3)
3. Memastikan bahwa semua proses mulai dari kesiapan pasien, pengambilan, pengiriman, penyimpanan dan pengolahan spesimen dilakukan dengan benar. Mendeteksi kesalahan dan mengetahui sumbernya.
4. Membantu perbaikan penyelenggaraan pelayanan penderita melalui peningkatan mutu pemeriksaan laboratorium (Depkes, 2004).

2.6.6 Pemantapan Mutu Eksternal (PME)

Pemantapan mutu eksternal adalah suatu sistem pengontrolan yang dilakukan atau dilaksanakan oleh pihak lain yang umumnya adalah pihak pengawasan pemerintah atau profesi. Dalam pelaksanaannya, kegiatan Pemantapan Mutu Eksternal ini mengikut sertakan semua laboratorium, baik milik pemerintah maupun swasta dan diaktifkan dengan akreditasi laboratorium kesehatan serta perizinan laboratorium swasta.

Di Indonesia terdapat berbagai jenis jenjang pelayanan laboratorium maka, pemerintah menyelenggarakan Pemantapan Mutu Eksternal untuk berbagai bidang pemeriksaan diselenggarakan pada berbagai tingkatan, yaitu :

1. Tingkat Nasional/tingkat pusat : dengan peserta dari RS kelas A, B, C dan yang setaraf Balai Laboratorium Kesehatan /LABKES dan laboratorium kesehatan swasta/LKS yang setaraf. Penyelenggaraan kegiatan ini adalah Pusat Laboratorium Kesehatan yang bekerjasama dengan organisasi profesi dan instansi lain.

2. Tingkat Provinsi atau Wilayah : dengan peserta dari RS kelas C, D dan yang staraf, profinsi atau wilayah yang bersangkutan. Penyelenggaraan kegiatan ini adalah Balai Labkes Provinsi yang bersangkutan.

Kegiatan Pemantapan Mutu Eksternal ini sangat bermanfaat bagi suatu laboratorium sebab dari hasil evaluasi yang diperoleh dapat menunjukkan *performance* atau penampilan laboratorium yang bersangkutan dalam bidang pemeriksaan yang ditentukan (Depkes RI, 2004).

Pemantapan Mutu Eksternal dibidang kimia klinik yang biasa dikenal sebagai PNPCLK-K singkatan dari Program Nasional Pemantapan Kualitas Laboratorium Kesehatan Bidang Kimia Klinik. Penyelenggaraannya adalah Dirjen Pelayanan Penunjang Medis. Kementrian Kesehatan RI bekerja sama dengan ILKI (Ikatan Laboratorium Kesehatan Indonesia) (Permenkes, 2010). Penilaian dilakukan dengan menggunakan perhitungan *VIS variance index schore*, dengan nilai 0-400. Makin kecil nilai VIS yang diperoleh berarti baik penampilan laboratorium tersebut (Depkes RI, 2004).

2.6.7 Persiapan & Penyimpanan Bahan Control

1. Ikuti instruksi dari pabrik.
2. Gunakan pipet terkalibrasi (pipet gondok) untuk rekonstitusi bahan kontrol.
3. Setelah direkonstitusi, aliquot lalu simpan di feezer dalam kemasan kecil sesuai kebutuhan.
4. Jika hendak digunakan, keluarkan 1 aliquot dari feezer. Jangan beku ulang bahan kontrol.
5. Monitor & maintenance suhu feezer untuk menghindari terjadinya degradasi zat bahan kontrol.

2.6.8 QC dijalankan pada saat :

1. Setiap hari sebelum sampel pasien.
2. Menggunakan alat, reagen & metode baru.
3. Tergantung kestabilan reagen.
4. Setelah melakukan preventive maintenance.
5. Setelah pergantian suku cadang.
6. Ada masalah dalam aplikasi klinik dari hasil pasien.
7. Tindakan koreksi terhadap error.
8. Pelatihan & kompetensi terhadap operator.

2.6.9 Menetapkan Nilai Range Control :

1. Siapkan bahan kontrol yang sudah dipilih (low, normal, high).
2. Jalankan setiap kontrol minimal 20 kali selama 20-30 hari.
3. Lihat hasil kontrol “in control” dalam range yang sudah ditetapkan oleh pabrik.
4. Kumpulkan minimal 20 data, lalu hitung rerata dan SD.

2.6. 10 Nilai Range Control :

1. sebelum menghitung nilai range kontrol :
 - a. Jika ada 1 atau 2 data dengan nilai terlalu tinggi atau rendah, data tersebut harus dikeluarkan dalam perhitungan nilai range (*outliers*).
 - b. Jika > 2 data *outliers* in 20 data maka atasi dan ulang pengumpulan data kontrol.
2. Pelaksanaan QC range harus meliputi semua operator yang melaksanakan pemeriksaan spesimen.
3. Bahan kontrol diperlukan sama seperti spesimen pasien.

2.6.11 Systematik Error

1. Pergantian reagen / kalibrasi.
2. Maintenance alat.
3. Salah nilai kalibrator.
4. Persiapan reagen tidak benar.
5. Deteriorasi reagen / kontrol / kalibrator.
6. Penyimpanan reagen & kalibrator tidak sesuai.
7. Perubahan suhu inkubator.
8. Perubahan prosedur.
9. Volume reagen atau spesimen tidak sesuai.
10. Mempengaruhi akurasi.

2.6.12 Random Error

1. Ada gelembung dalam reagen.
2. Kontaminasi pada reagen.
3. Pencampuran reagen tidak homogen.
4. Tidak stabil suhu atau inkubator.
5. Tidak stabil sumber listrik.
6. Variasi operator dalam pipeting.
7. Mempengaruhi presisi.

2.7 Mekanisme Pada Hiperkalemia

Penundaan pemeriksaan mengakibatkan peningkatan terhadap kadar kalium. Faktor yang mempengaruhi perbedaan hasil pemeriksaan kalium segera dengan setelah penundaan antara lain adalah suhu dan tempat penyimpanannya.

Suhu merupakan faktor penting untuk pemeriksaan kalium karena suhu mampu menjaga kestabilan serum dan juga merusak komponen dalam serum jika suhu tinggi. Untuk pengujian konstituen yang tidak stabil seperti ammonia, aktivitas rennin plasma, dan fosfatase asam, maka spesimen harus disimpan pada suhu 4° C segera setelah pengumpulan. Spesimen membutuhkan pendinginan yang harus dipertahankan pada suhu 2°-10° C. dan apabila pengujian masih tertunda selama lebih dari 4 jam maka serum atau plasma harus disimpan pada suhu 4° - 6° C. Selama penyimpanan, konsentrasi konstituen darah pada spesimen dapat berubah sebagai hasil dari berbagai proses, termasuk adsorpsi tabung kaca atau plastik, denaturasi protein, penguapan senyawa volatile, pergerakan air ke dalam sel yang mengakibatkan hemokonsentrasi, dan aktivitas metabolisme leukosit dan eritrosit. Perubahan ini terjadi dalam berbagai tingkat, pada suhu kamar, dan selama pendinginan (Kiswari, 2012). Peningkatan kalium dalam serum adalah 0,2 mmol/L dalam 1,5 jam pada suhu 25° C, dan sebesar 2 mmol/L setelah 4 jam pada suhu 4°C. Oleh karena itu bila serum tidak bisa di analisis segera harus disimpan dalam tabung tertutup di lemari pendingin. Sebelum dianalisis biarkan serum berada di suhu ruang (Hardjoeno, 2006). Menurut (Gaw, 2012) dengan memvariasikan waktu sentrifugasi sampel juga dapat memberikan bukti, yaitu dalam bentuk peningkatan kadar kalium dalam serum yang progresif dan tajam seiring penundaan waktu sentrifugasi. Meningkatnya asupan K⁺ jarang menjadi penyebab satu – satunya hiperkaemia karena fenomena adaptasi kalium memastikan bahwa K⁺ akan segera diekskresikan sebagai respon terhadap meningkatnya asupan dari makanan. Hiperkalemia iatrogenik dapat terjadi akibat pemberian K⁺ parenteral yang berlebihan atau pada pasien dengan insufisiensi

ginjal. *Pseudohiperkalemia* merupakan suatu peningkatan artificial konsentrasi K^+ plasma akibat keluarnya K^+ dari sel segera dan sesudah pungsi vena. Faktor – factor yang ikut berperan adalah pemasangan tourniquet yang terlalu lama dengan atau tanpa mengempal – ngepalkan tangan, hemolisis, dan leukositosis atau trombositosis berat. Dua yang terakhir mengakibatkan peningkatan K^+ serum akibat pelepasan K^+ intrasel setelah pembentukan bekuan (Jameson, 2013).

2.8 Hipotesis

Ada perbedaan lama perbedaan serum 0,1, 2 jam terhadap kadar kalium.