

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

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

##### **1. Laboratorium Klinik**

###### **a. Definisi**

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 411/MENKES/PER/III/2010 Laboratorium Klinik merupakan laboratorium kesehatan yang melaksanakan pelayanan pemeriksaan spesimen klinik untuk mendapatkan informasi tentang kesehatan perorangan terutama untuk menunjang upaya diagnosis penyakit, penyembuhan penyakit, dan pemulihan kesehatan.

Laboratorium klinik adalah setiap tempat dimana pengambilan, pemrosesan, pemeriksaan atau analisis spesimen dari tubuh manusia dapat dilakukan. Dengan definisi yang luas ini, laboratorium dapat berada di fasilitas mandiri, fasilitas perawatan jangka panjang, tempat praktik penyedia layanan kesehatan, klinik bebas biaya, rumah sakit, fasilitas kecil yang hanya digunakan untuk pengambilan dan pemrosesan spesimen, atau laboratorium rujukan yang besar dan kompleks (Lieseke & Zeibig, 2018).

###### **b. Tahapan Pemeriksaan di Laboratorium**

###### **1) Pra Analitik**

Tahapan pra-analitik merupakan tahap awal dalam suatu pemeriksaan laboratorium. Kesalahan pada tahap pra-analitik

menyumbang sebesar 70% kesalahan yang sering terjadi di laboratorium. Untuk mengantisipasi terjadinya kesalahan tersebut maka dilakukan upaya pemantapan mutu untuk meningkatkan mutu pelayanan dan memperbaiki mutu hasil (Kurniawan, dkk., 2024).

Menurut Yaqin & Arista (2015) menjabarkan bahwa tahap pra-analitik dapat memberikan kontribusi sekitar 61% dari total kesalahan laboratorium, sementara kesalahan analitik 25% dan kesalahan pasca analitik 14%. Tahap-tahap pemeriksaan pra-analitik meliputi:

- a) Persiapan pasien
  - b) Pemberian identitas spesimen
  - c) Pengambilan spesimen
  - d) Penanganan spesimen
  - e) Penyimpanan spesimen
  - f) Pengiriman spesimen ke laboratorium.
- 2) Analitik

Fase analitik dimulai dari saat spesimen pasien disiapkan untuk dianalisis hingga saat hasil pemeriksaan muncul. Kesalahan analitik yang berpotensi memengaruhi kualitas hasil yang diperoleh meliputi pengukuran volume reagen, pencampuran sampel dan reagen, inkubasi, waktu reaksi, dan perhitungan. Kesalahan-kesalahan ini dapat terjadi bersamaan

dengan penggunaan peralatan analitik tambahan seperti wadah kaca, pipet, yang mungkin tidak dibersihkan dan dikalibrasi dengan benar. Tahapan analitik dapat dijaga dengan menjalankan Pemantapan Mutu Internal (PMI) setiap hari dan berpartisipasi dalam Pemantapan Mutu Eksternal (PME). Selain itu pemeliharaan peralatan yang tepat dapat membantu dalam mengurangi kesalahan analitik (Kaur, dkk., 2020).

Menurut Yaqin & Arista (2015) tahapan pemeriksaan analitik meliputi:

- a) Kegiatan pemeliharaan alat
  - b) Kalibrasi alat
  - c) Pelaksanaan pemeriksaan
  - d) Pengawasan ketelitian dan ketepatan.
- 3) Pasca Analitik

Tahap pasca-analitik merupakan tahapan yang terdiri dari pelaporan hasil setelah penyelesaian tahap analitik secara tepat waktu dan dalam format yang mudah dipahami serta diinterpretasikan dengan benar oleh tenaga kesehatan. Kesalahan pasca-analitik yang paling umum meliputi laporan yang tidak terbaca dan keterlambatan dalam menyampaikan laporan kepada tenaga medis atau pasien (Kaur, dkk., 2020).

Menurut Yaqin & Arista (2015) tahap-tahap pemeriksaan pasca-analitik meliputi:

- a) Kegiatan pencatatan hasil pemeriksaan
- b) Pelaporan hasil pemeriksaan.

## 2. Elektrolit

### a. Definisi Elektrolit

Elektrolit adalah senyawa kimia dalam tubuh yang dapat terurai menjadi ion-ion bermuatan listrik, yang berasal dari garam, asam, atau basa, dan terdiri dari kation seperti natrium dan kalium, serta anion seperti klorida (Ramdany, 2022). Elektrolit mempunyai peran yang penting dalam mempertahankan fungsi tubuh, seperti menjaga keseimbangan dan memberikan impuls listrik pada jaringan saraf dan otot. Jenis elektrolit yang berperan antara lain natrium, kalium, klorida, magnesium, kalsium, fosfat, dan bikarbonat. Elektrolit tersebut berasal dari asupan makanan dan cairan dari tubuh kita. Ketidakseimbangan elektrolit dalam tubuh dapat terjadi apabila kadar elektrolit meningkat atau menurun, dan hal ini dapat mengganggu fungsi fisiologis tubuh bahkan dapat menimbulkan komplikasi serius (Shrimanker dan Bhattarai, 2023).

### b. Fisiologi Elektrolit

#### 1) Natrium

Natrium merupakan kation yang banyak terdapat di dalam cairan ekstraseluler yang memiliki fungsi memelihara tekanan

osmotik, keseimbangan asam dan basa, membantu rangkaian transmisi impuls saraf. Konsentrasi serum natrium diatur oleh ginjal, sistem saraf pusat (SSP) dan sistem endokrin (Kemenkes RI, 2011).

Natrium adalah elektrolit yang ditemukan dalam konsentrasi tertinggi di luar tubuh. Kita mengambil natrium melalui makanan dan jumlah yang disimpan oleh tubuh dikendalikan oleh ginjal. Kehilangan natrium juga terjadi melalui keringat. Natrium sangat penting untuk mengendalikan jumlah cairan yang tersimpan di sel tubuh. Ketika kadar natrium terlalu rendah (kondisi yang dikenal sebagai hiponatremia) dan hiperkalemia (peningkatan kadar natrium) terjadi ketika konsentrasi natrium lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah cairan dalam tubuh (Lieseke & Zeibig, 2018).

Menurut Yaswir & Ferawati (2012) nilai rujukan kadar Natrium ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Rujukan Kadar Natrium

<b>Nilai Rujukan Kadar Natrium Serum pada:</b>	
Serum bayi	: 134 – 150 mmol/L
Serum anak dan dewasa	: 135 – 145 mmol/L
Urine anak dan dewasa	: 40 – 220 mmol/L
Cairan serebrospinal	: 136 – 150 mmol/L
Feses	: kurang dari 10 mmol/hari

Sumber: Yaswir & Ferawati, 2012.

## 2) Kalium

Kalium merupakan mineral esensial bagi tubuh manusia dan kation utama yang terdapat dalam cairan intraseluler semua sel. Kalium dalam tubuh total terdistribusi 98% berada pada intrasel dan 2 % berada pada ekstrasel (Sandala, dkk., 2016). Berbagai jenis garam kalium dapat dimanfaatkan sebagai obat untuk berbagai indikasi kondisi medis. Hal ini disebabkan karena kalium merupakan elektrolit esensial yang bersumber dari makanan (Sur, dkk., 2024)

Kalium berfungsi sebagai kation penting dalam berbagai proses fisiologis manusia. Kekurangan kalium dapat menyebabkan gangguan tekanan darah, termasuk hipertensi, karena kalium berperan dalam menjaga keseimbangan cairan dan elektrolit, serta membantu mengatur keseimbangan asam-basa tubuh. Selain itu, kalium terlibat dalam mengatur distribusi cairan di dalam sel, sehingga mencegah penumpukan cairan intraseluler pada peningkatan tekanan darah. Asupan kalium yang cukup meningkatkan kadar kalium di dalam sel, yang kemudian mendorong natrium keluar dari sel dan mempercepat ekskresi natrium melalui urine. Proses ini mengurangi volume cairan di luar sel dan pada akhirnya membantu menurunkan tekanan darah (Malinti & Elon, 2019).

Menurut Yaswir & Ferawati (2012) nilai rujukan kadar kalium ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Rujukan Kadar Kalium

<b>Nilai Rujukan Kadar Kalium Serum pada:</b>	
Serum bayi	: 3,6 – 5,8 mmol/L
Serum anak	: 3,5 – 5,5 mmol/L
Serum dewasa	: 3,5 – 5,3 mmol/L
Urine anak	: 17 – 57 mmol/24 jam
Urine dewasa	: 40 – 80 mmol/24 jam
Cairan lambung	: 10 mmol/L

Sumber: Yaswir & Ferawati, 2012

### 3) Klorida

Klorida merupakan salah satu elektrolit utama yang dibutuhkan oleh tubuh. Sebagai anion dominan dalam cairan ekstraseluler, klorida berfungsi untuk menjaga homeostasis tubuh. Ekskresi klorida terjadi melalui urine dan keringat. Keringat terdiri dari 90-95% air dan mengandung berbagai mineral, kadarnya dapat bervariasi tergantung pada berbagai faktor, terutama aktivitas fisik (Johannes, dkk., 2014).

Klorida memiliki peran penting dalam proses *homeostasis* dengan berkontribusi pada regulasi keseimbangan asam-basa. Ion-ion ini bergerak masuk dan keluar sel sebagai respons terhadap pergerakan hidrogen dan karbon dioksida melintasi membran sel. Jika kadar klorida tidak seimbang, keseimbangan asam-basa pada jaringan tubuh dapat terganggu, berpotensi

menyebabkan asidosis (peningkatan keasaman darah) atau alkalosis (peningkatan alkalinitas darah) (Lieseke & Zeibig, 2018).

Menurut Yaswir & Ferawati (2012) nilai rujukan kadar klorida ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Rujukan Kadar Klorida

<b>Nilai Rujukan Kadar Klorida Serum pada:</b>	
Serum bayi	: 94 – 112 mmol/L
Serum anak	: 98 – 105 mmol/L
Serum dewasa	: 95 – 105 mmol/L
Keringat anak	: < 50 mmol/L
Keringat dewasa	: < 60 mmol/L
Urine	: 110 – 250 mmol/24 jam
Feses	: 2 mmol/24 jam

Sumber: Yaswir & Ferawati, 2012

### 3. Darah

#### a. Pengertian Darah

Darah merupakan cairan yang mengandung berbagai sel bebas yang bertugas mengangkut zat-zat vital bagi tubuh melalui saluran yang dikenal sebagai pembuluh darah. Biasanya berwarna merah, darah memiliki peran sebagai pengangkut utama dalam menyerap oksigen dari paru-paru dan mendistribusikannya ke seluruh tubuh, membawa karbondioksida dari jaringan ke paru-paru untuk dikeluarkan, menyerap nutrisi dari usus halus dan menyalurkan ke berbagai jaringan tubuh, mengeluarkan zat-zat sisa

yang sudah tidak diperlukan oleh tubuh melalui kulit dan ginjal, melindungi tubuh dari ancaman penyakit, serta menyebarkan panas ke seluruh bagian tubuh. Sebagai jaringan cair, darah terdiri dari plasma darah (cairan intrasellulair, sekitar 55%) yang mengandung sel-sel darah (komponen padat, sekitar 45%). Secara keseluruhan, volume darah pada tubuh mencapai sekitar seperduabelas dari berat badan seseorang (Amalia & Widuri, 2020).

Darah merupakan sistem transportasi massal jarak jauh di dalam tubuh untuk berbagai zat, termasuk sel-sel dan komponen eksternal seperti sel-sel tersebut. Darah terdiri dari plasma, yaitu cairan kompleks yang mengandung elemen seluler seperti eritrosit, leukosit, dan trombosit (Fitryadi & Sutikno, 2016).

Sel darah merah adalah sel yang mengandung senyawa berwarna merah yaitu hemoglobin. Jumlah eritrosit pada pria dewasa sekitar 5 juta sel/cc darah dan pada wanita sekitar 4 juta sel/cc darah. Kadar hemoglobin inilah yang menjadi patokan dalam menentukan penyakit Anemia (Amalia & Widuri, 2020).

#### b. Pembekuan Darah

Pembekuan darah merupakan mekanisme hemostasis yang melindungi tubuh dari kehilangan darah akibat cedera atau luka. Proses ini melibatkan serangkaian reaksi biokimia yang melibatkan trombosit, faktor koagulasi, dinding pembuluh darah. Ketika pembuluh darah terluka, trombosit akan segera menempel pada area

yang terluka dan membentuk sumbatan untuk menghentikan perdarahan. Selain itu, faktor koagulasi dalam darah akan diaktifkan untuk membentuk fibrin, yang memperkuat sumbatan trombosit dan membentuk jaringan yang lebih stabil. Proses koagulasi merupakan bagian dari hemostasis sekunder, yang terjadi melalui serangkaian reaksi enzimatik berurutan untuk membentuk bekuan darah. Proses ini secara klasik dibagi menjadi jalur intrinsik, jalur ekstrinsik, dan jalur bersama (Umar & Sujud, 2020).

Proses pembekuan darah terjadi karena kontak darah dengan permukaan tabung yang mengakibatkan kaskade koagulasi mulai aktif. Kaskade koagulasi darah berada melalui jalur ekstrinsik, yang merupakan jalur pembekuan darah. Jalur ini menyebabkan pelepasan faktor jaringan (Tissue Factor/Faktor III) yang kemudian akan berikatan dengan faktor VII. Kompleks faktor VII akan mengaktifkan faktor X dan melanjutkan proses koagulasi ke jalur bersama (*common pathway*) hingga terbentuk fibrin sebagai komponen utama bekuan darah (Sacher & McPherson, 2014).

#### 4. Plasma dan Serum

##### a. Plasma

Plasma merupakan bagian cair dari darah yang diberi antikoagulan (anti pembentukan darah). Jika darah ditambahkan dengan antikoagulan, maka darah tidak akan terjadi pembekuan dan darah akan tetap cair. Darah yang ditambahn antikoagulan tersebut

setelah didiamkan beberapa menit atau setelah proses sentrifugasi akan terpisah menjadi tiga bagian, yaitu:

- 1) Plasma, yang berada di lapisan atas, berupa cairan berwarna kuning
- 2) *Buffycoat*, yang berada di lapisan tengah yang tipis, merupakan lapisan sel leukosit dan trombosit
- 3) Eritrosit, yang berada di lapisan bawah (Riswanto, 2013).

Plasma adalah cairan kuning yang masih mengandung fibrinogen, faktor pembekuan, dan prothrombin sebagai hasil penambahan antikoagulan. Plasma dapat diperoleh dengan menambahkan jumlah antikoagulan yang cukup ke volume darah tertentu, diikuti dengan sentrifugasi pada 3000 rpm selama 30 menit, yang memisahkan bagian cair dari bagian padat, dan bagian cair ini disebut plasma. Komposisi plasma meliputi air, protein, mineral, dan zat organik seperti glukosa, lemak, urea, asam urat, kreatinin, dan kolesterol, serta gas, hormon, enzim, dan antigen (Sari dkk., 2018).

#### b. Serum

Serum adalah bagian cairan darah yang telah ditampung ke dalam sebuah tabung yang tidak mengandung antikoagulan. Darah akan terpisah menjadi dua bagian, yaitu serum berupa cairan berwarna kuning dan bekuan darah berupa massa solid yang berwarna merah (Riswanto, 2013).

Plasma dan serum sangat mirip, tetapi plasma mengandung protein terlarut, yaitu fibrinogen dan berbagai protein lainnya, sementara serum tidak mengandung fibrinogen tetapi mengandung semua protein lainnya. Fibrinogen dikonversi menjadi fibrin yang tidak larut dan bersama dengan eritrosit membentuk bekuan darah (Riswanto, 2013). Kurangnya faktor koagulasi terlarut dalam cairan membatasi beberapa pemeriksaan yang mungkin dilakukan pada spesimen serum (Lieseke & Zeibig, 2018).

## 5. Tabung Vacutainer

### a. Pengertian

Tabung vacutainer adalah tabung reaksi yang hampa udara, terbuat dari kaca atau plastik. Saat dilekatkan pada jarum, darah akan mengalir masuk ke dalam tabung dan berhenti mengalir setelah volume tertentu tercapai (Hariyanto, dkk., 2024).

Tabung vacutainer seluruhnya tersegel dengan penyumbat berwarna. Tutup/penyumbatnya ini terbuat dari karet atau plastik yang dirancang untuk memastikan kevacuman dalam tabung tersebut dan menciptakan pelindung bagi darah saat tabung terisi. Penyumbat pada tabung vacutainer diberi kode berdasarkan warnanya dan digunakan untuk mengindikasikan zat aditif yang terdapat di dalam tabung tersebut. Zat aditif berfungsi sebagai antikoagulan atau activator pembekuan. Zat aditif juga berguna sebagai pengawet untuk integritas spesimen tersebut. Antikoagulan

akan menjaga darah dari pembekuan di dalam tabung sehingga sel tetap tersuspensi di dalam plasma. Tanpa penambahan antikoagulan, darah akan segera membeku di dalam tabung, dan bekuan padat yang kasat mata akan terbentuk dalam satu jam. Activator pembekuan dirancang untuk mempercepat proses pembekuan sehingga darah dapat diputar di dalam sentrifuge dalam periode waktu yang lebih singkat setelah pengambilan darah (Lieseke & Zeibig, 2018).

b. Tabung *Vacutainer Lithium Heparin*

Tabung Vacutainer dengan tutup atas berwarna hijau mengandung heparin yang dicampur dengan natrium, lithium atau ammonium sebagai antikoagulan. Tabung ini dipilih untuk uji kimia saat plasma sesuai untuk pengujian dan hasilnya harus diperoleh dengan cepat, karena spesimen tidak harus membeku sebelum sampel dapat diputar di sentrifuge (Lieseke & Zeibig, 2018).

Menurut Turgeon, 2012 dalam Ikhtiari (2019), Heparin digunakan sebagai antikoagulan in vitro dan in vivo yang bertindak sebagai zat yang menonaktifkan faktor pembekuan darah, thrombin. Heparin adalah satu-satunya antikoagulan yang harus digunakan dalam penampung darah untuk penentuan pH, gas darah, elektrolit, dan kalsium terionisasi. Heparin sebaiknya tidak digunakan untuk koagulasi atau tes hematologi.

Antikoagulan heparin bekerja dengan cara menghambat pembentukan thrombin dari prothrombin sehingga menghentikan pembentukan fibrin dari fibrinogen. Zat ini tidak mempunyai pengaruh osmotis terhadap sel-sel darah (Riswanto, 2013). Proses koagulasi dihambat karena heparin bekerja menginaktivasi trombin dan faktor Xa, sehingga pembentukan fibrin tidak terjadi dan darah tetap dalam bentuk plasma (Lieseke & Zeibig, 2018).

Plasma dengan antikoagulan heparin biasa digunakan untuk beberapa tes kimia, misalnya elektrolit. Ada tiga formulasi pada tabung heparin, yaitu ammonium, lithium, dan heparin sodium. Lithium heparin tidak boleh digunakan untuk pengujian natrium, karena dapat menyebabkan gangguan pengujian (Kiswari, 2014).

Tabung heparin khususnya lithium heparin banyak digunakan pada pemeriksaan kadar hemoglobin, hematokrit, resistensi eritrosit. OFT (*Osmotic Fragility Test*), perhitungan sel-sel darah, golongan darah, pemeriksaan kimia darah, dan transfusi darah (Riswanto, 2013).



Gambar 1. Tabung *Vacutainer Lithium Heparin*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

c. Tabung *Vacutainer Plain*

Tabung *vacutainer plain* yaitu tabung kaca steril dengan tutup atas berwarna merah dan tidak mengandung zat aditif. Tabung *vacutainer plain* digunakan untuk berbagai uji yang menggunakan serum sebagai spesimen pilihan (Lieseke & Zeibig, 2018).

Berbeda dengan tabung *vacutainer clot activator*, tabung ini juga mempunyai tutup merah namun berbahan plastik dan mengandung zat activator pembekuan. Perbedaan kedua tabung yaitu pada proses pembekuan darah berlangsung (Djohan, dkk., 2023).

Tabung tanpa koagulan digunakan untuk mengambil sampel pada uji serum. Darah pada penggunaan tabung ini harus dibiarkan setidaknya 30 hingga 45 menit pada suhu ruang untuk menggumpal

seluruhnya sebelum spesimen disentrifugasi (Lieseke & Zeibig, 2018).

Berdasarkan cara penyelenggaraan laboratorium klinik yang baik, darah yang ditampung dalam tabung tanpa antikoagulan dibiarkan membeku pada suhu kamar selama 20-30 menit sebelum dilakukan sentrifugasi untuk memperoleh serum (Permenkes, 2013).

Meskipun tabung harus dibiarkan membeku sempurna sebelum disentrifugasi, tabung ini tidak boleh dibiarkan lebih dari satu jam setelah pengambilan darah, karena kontak yang terlalu lama dengan sel-sel di dalam tabung tersebut dapat menyebabkan perubahan kimia di dalam serum yang akan memengaruhi hasil uji. Kemungkinan perubahan tersebut dapat meliputi penurunan kadar glukosa serum, peningkatan kadar besi serum, dan peningkatan kadar kalium serum (Lieseke & Zeibig, 2018).



Gambar 2. Tabung *Vacutainer Plain*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

## 6. Pemeriksaan Kalium

### a. Pengertian

Pemeriksaan elektrolit adalah tes darah yang bertujuan mengukur kadar elektrolit utama di dalam tubuh. Tes ini umumnya dilakukan sebagai bagian dari pemeriksaan kesehatan rutin. Pemeriksaan elektrolit membantu mendiagnosis apakah terjadi ketidakseimbangan cairan atau kadar asam dan basa dalam tubuh. Laboratorium harus menggunakan metode standar yang telah divalidasi, prosedur pemeriksaan tervalidasi yang digunakan tanpa modifikasi harus dilakukan verifikasi independen oleh laboratorium sebelum digunakan untuk pemeriksaan rutin (Romansyah, dkk., 2024).

Pemeriksaan elektrolit dapat dilakukan menggunakan alat otomatis yang disebut *electrolyte analyzer*. Alat ini dirancang untuk mengukur elektrolit secara otomatis yang memiliki tingkat keakuratan yang cukup tinggi dan waktu pemeriksaannya lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan metode manual. Metode pengukurannya menggunakan metode *ion selective electrode* (Romansyah, dkk., 2024).



Gambar 3. *Electrolyte Analyzer* Diestro 103AP V3

Sumber: Dokumentasi Pribadi

b. Prinsip kerja Elektrolit Analyzer

Prinsip pengukuran elektrolit analyzer pada dasarnya alat yang menggunakan metode ISE (Ion Selective Electrode). Sistem kerja elektrolit adalah ketika ion-ion elektrolite masuk pada electrode timbul potensial listrik sebanding dengan konsentrasi ion elektrolit, kemudian potensial listrik tersebut dikuatkan dan dikonversikan melalui prosesor menjadi nilai konsentrasi elektrolit. Prinsip kerja alat ini yaitu ketika sampel masuk maka akan ditarik oleh elektroda yang sensitif terhadap ion-ion tersebut. Kemudian digunakan elektroda reference potensial. Prinsip pengukuran elektrolit analyzer pada dasarnya adalah electrode membrane yang selektif merespon keberadaan ion lain dalam larutan dan

menyelidiki keberadaan gas dan ion dalam larutan (Nagata & Priyulida, 2022).

Ion yang terkandung dalam antikoagulan lithium heparin tidak akan mempengaruhi hasil pemeriksaan kalium dengan elektrolit analyzer karena metode yang digunakan pada alat tersebut adalah *ion selective electrode* (ISE). Metode ini akan mengukur membrane selektif yang mengandung ionophore spesifik kalium, seperti *valinomycin* yang hanya akan berikatan dengan ion kalium ( $K^+$ ). Metode ini tidak bereaksi signifikan terhadap ion lain yang bermuatan sama (Burtis dkk., 2012).

Metode ISE tidak mengukur konsentrasi keseluruhan ion, tetapi hanya mengukur aktivitas ion spesifik di dalam larutan. Meskipun tabung lithium heparin terdapat lithium dalam plasma sebagai antikoagulan dalam tabung, elektode kalium tetap hanya akan mengukur aktivitas ion  $K^+$ . (Sacher & McPherson, 2014). Selektivitas membrane elektroda dalam alat hanya merespon ion target, sehingga ion lain dalam sampel tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap pengukuran kadar kalium (Siregar & Harahap, 2021).

c. Usia Dewasa dan Keseimbangan Elektrolit

Kelompok usia 18-59 tahun diklasifikasikan sebagai usia dewasa dan usia produktif, yaitu tahap di mana fungsi fisiologis tubuh mencapai kondisi optimal dan stabil (Kemenkes, 2025). Pada

rentang usia ini, mekanisme homeostasis elektrolit termasuk kalium berada dalam kondisi paling seimbang karena fungsi ginjal sebagai organ utama pengatur kadar elektrolit sudah matang dan tidak mengalami perubahan signifikan seperti pada usia anak maupun lanjut usia. Penelitian menunjukkan bahwa kadar elektrolit, termasuk kalium cenderung tidak stabil pada usia 60 tahun ke atas akibat penurunan fungsi ginjal, laju filtrasi glomerulus yang menurun, serta peningkatan variabilitas keseimbangan cairan (Rahmawati & Suryawan, 2021).

## 7. Kemungkinan Sumber Kesalahan

### a. Hemolisis

Hemolisis merupakan faktor kesalahan terbesar yang dapat terjadi dalam tahap pra analitik. Hemolisis harus dihindari karena dapat memengaruhi hasil pemeriksaan dan harus diminimalisir pada saat pengambilan sampel. Hemolisis merupakan suatu kondisi dimana membran sel darah merah pecah dan hemoglobin dilepaskan (Malik, dkk., 2023).

Sampel dapat mengalami hemolisis atau membrane sel darah merah pecah selama proses pengambilan spesimen dan pada saat pemrosesan. Hal yang dapat menyebabkan hemolisis antara lain yaitu pengambilan darah yang traumatik, menggunakan jarum yang terlalu kecil, menghomogenkan tabung sembarangan, dan

meletakkan sampel darah lengkap pada suhu panas ekstrem atau suhu dingin (Lieseke & Zeibig, 2018).

Hemolisis juga dapat terjadi jika tabung tanpa koagulan disentrifugasi sebelum spesimen tersebut dibiarkan membeku secara adekuat. Hemolisis menyebabkan serum atau plasma berwarna merah, yang mengganggu banyak metode pemeriksaan. Hemolisis dapat meningkatkan kadar analit tertentu dalam plasma (misalnya kalium atau zat besi) yang normalnya tidak dalam konsentrasi tinggi (Lieseke & Zeibig, 2018).

b. Sampel lipemik

Serum lipemik merupakan serum yang mengalami kekeruhan disebabkan oleh peningkatan konsentrasi lipoprotein yang dapat terlihat dengan mata (Martsiningsih, dkk., 2023). Kadar lipoprotein yang sangat tinggi dapat disebabkan oleh hiperlipidemia turunan atau penyakit hati kronis. Sampel lipemik menunjukkan tampilan seperti susu, yang terlihat setelah pengambilan atau proses sentrifugasi. Partikel lemak yang tersuspensi dalam spesimen tersebut dapat mengganggu berbagai pemeriksaan kimia klinik. Beberapa pemeriksaan dapat dilakukan jika sampel lipemik dapat dibersihkan melalui sentrifugasi khusus, tetapi sering kali laboratorium memilih untuk mengambil ulang sampel (Lieseke & Zeibig, 2018).

c. Kesalahan pengambilan sampel

Pengambilan sampel merupakan bagian dari pengendalian mutu pada tahap pra-analitik. Pengambilan spesimen darah merupakan langkah pertama dalam menjamin ketelitian dan kepercayaan terhadap hasil laboratorium, dimana proses pengambilan dan persiapan sampel darah untuk tes tertentu harus mengikuti SOP (Cahyani & Parwati, 2022).

Pengumpulan sampel untuk pemeriksaan elektrolit tidak memerlukan persiapan khusus, tetapi penting untuk mengumpulkan sampel menggunakan teknik flebotomi yang tepat untuk menghindari hasil yang salah. Pemeriksaan elektrolit yang dilakukan di laboratorium rumah sakit dan laboratorium rujukan biasanya membutuhkan sampel plasma atau serum yang harus dipisahkan dari sel darah dalam spesimen dalam waktu satu jam sejak pengumpulan (Lieseke & Zeibig, 2018).

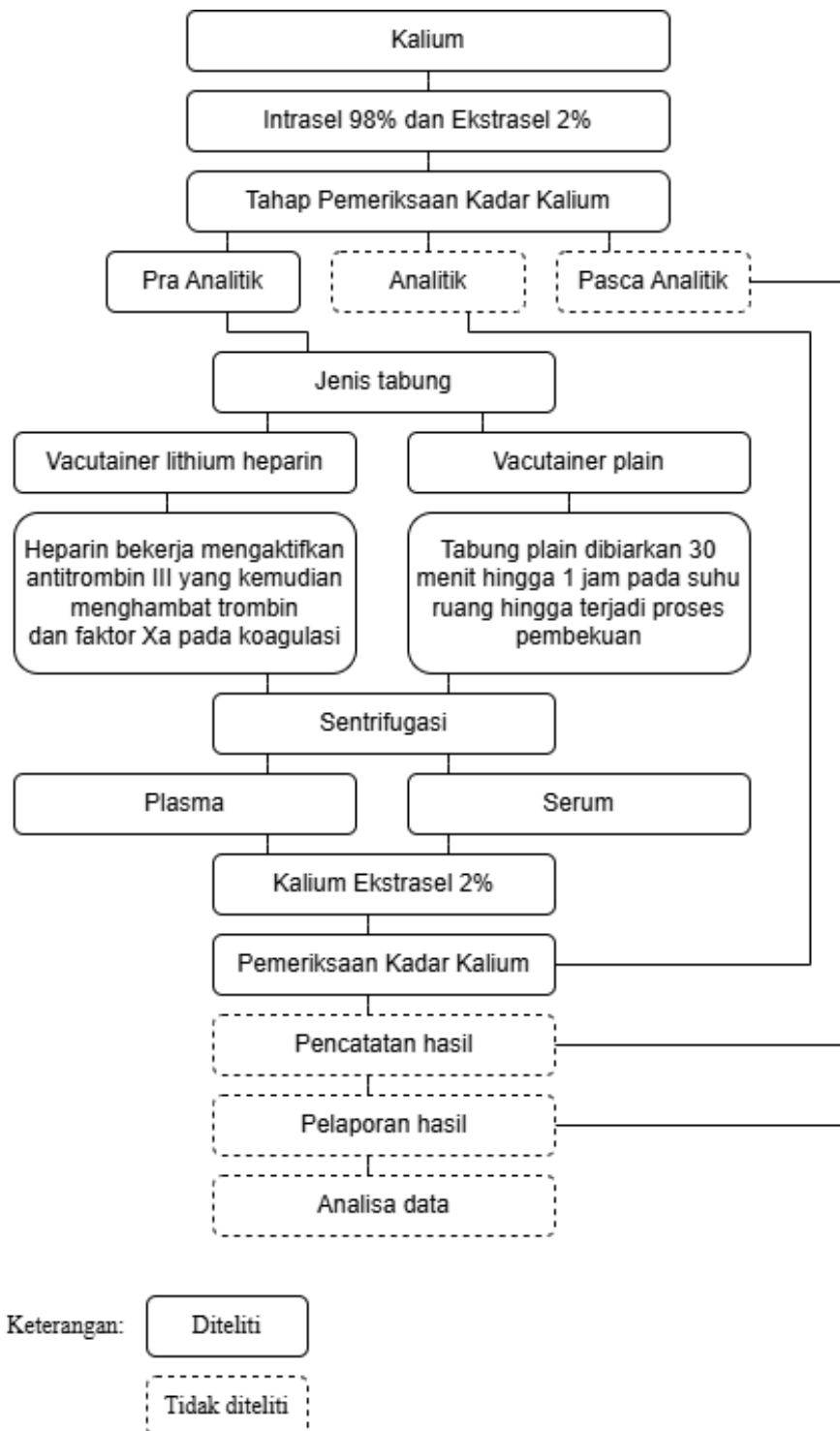
Hasil pemeriksaan elektrolit dapat dengan mudah dipengaruhi oleh prosedur pra analitik yang buruk. Karena kalium memiliki konsentrasi yang tinggi dalam sel darah dan konsentrasi yang rendah di luar sel darah (ekstraselular), kesalahan pengambilan atau pengolahan sampel yang menyebabkan hemolisis akan mengakibatkan nilai plasma pada kalium tinggi palsu. Selain itu hemolisis yang berlebihan akan menyebabkan hasil natrium dan klorida plasma menurun karena efek pengenceran semua isi

intraselular yang dilepaskan ketika sel rusak. Prosedur elektrolit CLIA-*waived* menggunakan darah utuh untuk pemeriksaan. Sampel dapat diperoleh dengan pungi vena, yang menggunakan heparin lithium (tutup tabung hijau terang) atau natrium heparin (tutup hijau gelap) (Lieseke & Zeibig, 2018).

d. Pengolahan yang terlambat

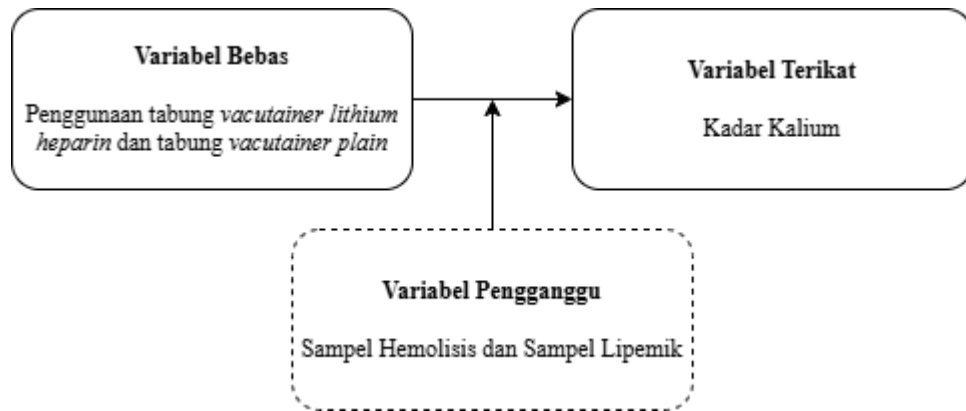
Sampel darah yang akan digunakan untuk pemeriksaan kimia klinik harus disentrifugasi sesegera mungkin sehingga plasma atau serum dapat dipisahkan dari sel pada waktu yang tepat. Tabung serum harus dibiarkan menggumpal sepenuhnya sebelum disentrifugasi. Pemisahan sel dari plasma atau serum yang terlambat akan menyebabkan analit yang mempunyai konsentrasi lebih tinggi di dalam sel dibandingkan di luar sel “bocor” di area sekeliling sel dan menyebabkan hasil pemeriksaan yang tidak akurat (Lieseke & Zeibig, 2018).

## B. Kerangka Teori



Gambar 4. Kerangka Teori

### C. Hubungan Antar Variabel



Gambar 5. Hubungan Antar Variabel

### D. Hipotesis Penelitian

Pemeriksaan kadar kalium antara sampel yang menggunakan tabung *vacutainer lithium heparin* dan tabung *vacutainer plain* memberikan hasil yang sebanding.