

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Laboratorium Klinik

Laboratorium klinik adalah fasilitas kesehatan yang mengukur, menetapkan dan menganalisis bahan yang berasal dari manusia untuk mengetahui kondisi kesehatan, penyakit atau faktor yang berpengaruh pada manusia. Mutu pemeriksaan dan mutu pelayanan merupakan dua komponen dasar yang dapat mempengaruhi kualitas laboratorium secara keseluruhan. Pengendalian atau pemantapan mutu pada pemeriksaan laboratorium dilakukan secara internal dan eksternal (Kemenkes, 2013).

Pemantapan Mutu Internal (PMI) atau *Quality Control* (QC) internal adalah kegiatan pencegahan dan pengawasan yang dilaksanakan oleh masing-masing laboratorium secara terus menerus agar tidak terjadi atau mengurangi kejadian *error* atau penyimpangan sehingga diperoleh hasil pemeriksaan yang tepat (Kemenkes, 2013). Cakupan objek pemantapan mutu internal meliputi 3 tahap yaitu : pra analitik, analitik dan pasca analitik. Kesalahan terbesar ada di tahap pra analitik, yaitu 60 – 70%, sedangkan tahap analitik 10 – 15% dan tahap pasca analitik 15 – 18% (Maji, dkk., 2022). Tahap analitik adalah proses pemeriksaan spesimen yang bertujuan untuk mendapatkan hasil yang valid. Penggunaan metode analisis dilakukan sesuai dengan SOP laboratorium yang mengatur seluruh prosedur analisis, termasuk metode, penggunaan alat

dan kontrol kualitas yang terstandar guna memastikan ketepatan dan ketelitian hasil pemeriksaan (Permenkes, 2012).

Pengendalian mutu laboratorium dilakukan untuk menghasilkan pemeriksaan laboratorium yang bermutu dengan cara mengurangi atau meminimalisir kesalahan yang terjadi. Hasil pemeriksaan yang dikeluarkan harus memenuhi standar dengan memperhatikan aspek-aspek teknis seperti ketepatan (*accuracy*) dan ketelitian (*precision*) yang tinggi (Sukorini, dkk., 2010).

2. Pemeriksaan Kimia Klinik

Kimia klinik merupakan ilmu kuantitatif yang berhubungan dengan pengukuran sejumlah zat penting dalam cairan tubuh (yang disebut dengan analit) guna mengevaluasi situasi patologis dan fisiologis dalam tubuh. Pemeriksaan ini tidak hanya berperan dalam diagnosis, pengelolaan, dan pemantauan, tetapi juga dalam pencegahan penyakit dengan menerapkan ilmu kimia, biologi molekuler dan seluler, serta teknik lain untuk meningkatkan pemahaman dan penilaian kesehatan individu secara keseluruhan (Liana, dkk., 2022).

Pemeriksaan kimia klinik meliputi pengukuran konsentrasi berbagai komponen biokimia, termasuk enzim, hormon, elektrolit dan metabolit lainnya. Cairan tubuh yang dapat digunakan adalah darah (darah utuh, serum dan plasma), urin, cairan serebrospinal, cairan *synovial* dan lain-lain (Fristiohady, 2020).

3. Elektrolit

Elektrolit adalah senyawa di dalam larutan yang berdisosiasi menjadi partikel yang bermuatan (ion) positif atau negatif. Ion bermuatan positif disebut kation dan ion bermuatan negatif disebut anion. Cairan selalu mengandung muatan positif (kation) dan muatan negatif (anion) dalam jumlah yang sama. Keseimbangan keduanya disebut sebagai elektronetralitas. Dalam cairan tubuh, elektrolit bekerja untuk menjaga tekanan osmotik, yang memungkinkan distribusi air yang tepat di seluruh tubuh. Proses ini penting untuk memastikan bahwa setiap sel tubuh mendapatkan jumlah air dan nutrisi yang dibutuhkan. Selain itu, elektrolit juga berkontribusi pada pengaturan pH darah, yang harus dijaga dalam rentang normal untuk mencegah kondisi asidosis atau alkalosis (Burtis, dkk., 2014).

Peran elektrolit tidak hanya terbatas pada aspek fisiologis dasar. sebagian besar proses metabolisme memerlukan dan dipengaruhi oleh elektrolit termasuk produksi energi melalui ATP (Sarvazad, dkk., 2020). Pengangkutan zat-zat nutrisi melintasi membran sel dan pengendalian aktivitas enzimatik. Oleh karena itu, pemeriksaan kadar elektrolit sering menjadi bagian penting dalam diagnosa klinis untuk mendeteksi gangguan metabolisme atau penyakit kronis seperti gagal ginjal dan diabetes (Rodwell, dkk., 2018).

Elektrolit utama dalam tubuh meliputi kation dan anion yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan cairan, fungsi ginjal dan pengaturan gula darah pada kondisi seperti DM. Kation utama terdiri dari natrium (Na^+), kalium (K^+), kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}), sedangkan anion meliputi klorida (Cl^-), bikarbonat (HCO_3^-), sulfat (SO_4^{2-}) dan fosfat (PO_4^{3-}). Dalam ginjal, elektrolit ini berperan dalam proses filtrasi, reabsorpsi dan sekresi untuk menjaga keseimbangan cairan tubuh dan pH darah. Pada diabetes melitus, ketidakseimbangan elektrolit sering terjadi akibat hiperglikemia, yang dapat menyebabkan peningkatan diuresis osmotik sehingga memengaruhi kadar natrium, kalium dan klorida dalam tubuh. Ketidakseimbangan ini dapat memperburuk komplikasi ginjal pada pasien dengan diabetes melitus (Rodwell, dkk., 2018).

4. Kalium

a. Definisi

Kalium adalah mineral esensial yang berperan sebagai kation utama dalam cairan intraseluler tubuh manusia, Sekitar 98% kalium tubuh berada di dalam sel, sedangkan hanya sekitar 2% yang terdapat di cairan ekstraseluler. Konsentrasi kalium intraseluler berkisar antara 140–150 mEq/L, sementara konsentrasi ekstraseluler normal adalah 3,5–5 mEq/L. Kalium berperan penting dalam menjaga keseimbangan cairan, mendukung fungsi otot, transmisi impuls saraf, serta membantu mengatur tekanan darah. Kekurangan

kalium (hipokalemia) atau kelebihan kalium (hiperkalemia) dapat menyebabkan gangguan serius pada fungsi otot, jantung dan saraf, termasuk risiko aritmia yang mengancam jiwa (Syarifuddin, 2014).

b. Metabolisme kalium

Kadar kalium pada tubuh manusia merupakan gambaran dari keseimbangan *intake* dan *output* kalium. Pengaturan kadar kalium dalam tubuh dilakukan melalui mekanisme keseimbangan antara asupan kalium dari makanan dan ekskresinya yang terutama terjadi di ginjal (Syarifuddin, 2014). Ginjal berperan melalui mekanisme filtrasi, reabsorpsi dan sekresi. Kalium difiltrasi oleh glomerulus dan sebagian besar direabsorpsi oleh tubulus proksimal dan henle. Pengaturan akhir kadar kalium terjadi di tubulus distal dan duktus kolektivus, di mana sekresi kalium bergantung pada kebutuhan tubuh dan dipengaruhi oleh hormon seperti aldosteron. Aldosteron merangsang sekresi kalium melalui peningkatan aktivitas pompa Na^+/K^+ -ATPase dan kanal ion di membran tubulus sehingga ginjal tidak mampu menyimpan kalium sekuat ginjal menyimpan natrium lalu kalium hilang melalui urine (Ganong, 2008).

c. Fungsi kalium

Kalium merupakan salah satu mineral utama dalam tubuh yang berperan sebagai elektrolit, berfungsi untuk menjaga keseimbangan cairan dan elektrolit di dalam sel serta di luar sel. Selain itu, kalium juga diperlukan dalam kontraksi otot, termasuk otot jantung, serta

membantu transmisi impuls saraf. Cara kerjanya dengan mengaktifkan enzim-enzim yang terlibat dalam pemecahan karbohidrat menjadi glukosa. Proses ini menghasilkan energi yang dapat digunakan oleh tubuh untuk berbagai fungsi vital (Hardinsyah, 2010). Kekurangan kalium dapat menyebabkan kelemahan otot, gangguan irama jantung, hingga tekanan darah yang tidak stabil (Almatsier, 2010).

Kalium memegang peranan penting dalam membantu ginjal menjaga keseimbangan asam-basa tubuh. Dalam proses ekskresi, kalium bekerja sama dengan natrium untuk mengatur tekanan osmotik cairan tubuh dan mengontrol jumlah cairan yang dibuang melalui urin. Hal ini membantu ginjal dalam memfilter darah dan membuang kelebihan ion hidrogen (H^+) untuk menjaga pH darah tetap seimbang. Jika kadar kalium dalam tubuh terlalu rendah (hipokalemia) atau terlalu tinggi (hiperkalemia), fungsi ginjal dapat terganggu, yang berpotensi menyebabkan akumulasi limbah metabolik yang berbahaya dan memicu keracunan tubuh (Suhardjo, 1992).

Berikut merupakan beberapa fungsi kalium pada tubuh menurut (Ibrahim, 2020):

- 1) Menjaga metabolisme dalam tubuh
- 2) Menjaga stabilitas tekanan darah
- 3) Menjaga kesehatan kardiovaskular dan pembuluh darah
- 4) Menjaga kekuatan otot, tulang dan syaraf

d. Gangguan keseimbangan kalium

1) Hipoklemia

Hipokalemia adalah kondisi medis di mana kadar kalium dalam darah berada di bawah batas normal ($< 3,5$ mEq/L). Hal ini disebabkan oleh gangguan transportasi ion-ion kalium pada sel yang berdampak pada devisa kalium. Kehilangan kalium dapat terjadi melalui urine (misalnya akibat penggunaan diuretik), muntah, diare atau keringat berlebihan (Suryatini, 2016). Gejala klinis hipokalemia meliputi kelemahan otot, kram kaki, ileus, serta penurunan bising usus akibat gangguan motilitas otot polos. Pada kasus yang lebih berat, hipokalemia dapat menyebabkan aritmia jantung, penurunan tonus otot dan poliuria (Suriadi, 2020).

2) Hiperkalemia

Hiperkalemia adalah kondisi medis di mana kadar kalium dalam darah melebihi batas normal ($> 5,0$ mEq/L). Penyebabnya adalah gangguan dalam pengeluaran kalium oleh ginjal, yang dapat terjadi pada gagal ginjal akut atau kronik. Selain itu, hiperkalemia juga bisa disebabkan oleh gangguan pada sel, seperti hemolisis, trauma jaringan, atau penggunaan obat-obatan tertentu (misalnya, inhibisi enzim ACE atau obat penghambat kalium) (Suriadi, 2020).

Gejala hiperkalemia dapat sangat bervariasi, mulai dari gangguan pada irama jantung (aritmia), kelemahan otot, hingga kelumpuhan otot yang berat. Pada kasus yang lebih parah, hiperkalemia dapat menyebabkan henti jantung atau gangguan pernapasan karena kelemahan otot pernapasan (Suryatini, 2016).

e. Bahan pemeriksaan

Jenis spesimen yang banyak digunakan untuk pemeriksaan kalium adalah serum dan plasma.

1) Serum

Serum merupakan bagian cair darah yang tidak mengandung sel-sel darah dan faktor-faktor pembekuan darah. Serum didapat dari spesimen darah yang tidak ditambahkan antikoagulan, sehingga darah akan membeku dalam waktu 15 - 30 menit. Darah yang membeku disentrifugasi, sehingga mengalami

pemisahan antara cairan dengan sel-sel darah, cairan berwarna kuning hasil sentrifugasi disebut dengan serum darah. Kandungan yang ada dalam serum adalah antigen, antibodi, hormon dan terdiri dari 6-8% protein yang membentuk darah. (Nugraha, 2017).

Serum lipemik menyebabkan gangguan pada pemeriksaan spektrofotometri, turbidimetri atau nephelometri karena hamburan cahaya atau penyerapan cahaya (Piyophiprapong dkk, 2010). Fenomena ini menyebabkan penurunan intensitas cahaya pada sampel yang akan diserap sehingga kekeruhan yang terjadi mempengaruhi pemeriksaan dengan metode fotometri daripada metode non-fotometri (Dimeski, 2008).

2) Plasma

Plasma merupakan bagian cair darah yang tidak mengandung sel-sel darah tetapi masih mengandung protein terlarut, yaitu fibrinogen dan protein lainnya. Fibrinogen dikonversi menjadi fibrin yang tidak larut dan bersama dengan eritrosit membentuk bekuan darah. Plasma didapat dengan memisahkan sel-sel darah dari darah utuh dengan sentrifugasi. Darah utuh setelah disentrifugasi membentuk 3 lapisan yaitu plasma, *buffy coat* dan eritrosit. (Riswanto, 2013).

Pecahnya membran sel darah merah (eritrosit) disebut hemolisis. Hemolisis dapat menyebabkan pelepasan hemoglobin dan komponen intraseluler, termasuk elektrolit seperti kalium, ke dalam plasma. Proses ini sering mengakibatkan peningkatan palsu kadar elektrolit intraseluler dalam hasil pemeriksaan laboratorium. Peningkatan palsu tersebut disebabkan oleh pelepasan ion-ion dari sel darah merah yang rusak ke dalam serum, sehingga memberikan hasil yang tidak mencerminkan kondisi sebenarnya dan dapat mengarah pada kesalahan interpretasi atau diagnosis klinis (Bishop, dkk. 2018).

f. Metode pemeriksaan

Kadar kalium darah dapat diukur melalui beberapa metode, diantaranya yaitu:

1) Metode *Ion Selective Electrode* (ISE)

Metode *Ion Selective Electrode* (ISE) ada dua macam yaitu direk dan indirek. ISE direk memeriksa secara langsung pada sampel plasma, serum dan darah utuh. Metode ini umumnya digunakan pada laboratorium gawat darurat. ISE indirek berkembang lebih dulu dalam sejarah teknologi ISE yaitu memeriksa sampel yang sudah diencerkan. Prinsip pengukuran metode ISE didasarkan adanya potensial muatan listrik diantara kedua elektrode (Yaswir, 2012).

2) Metode Spektrofotometer Emisi Menyala atau FES (*Flame Emission Spektrofotometer*)

Spektrofotometer emisi menyala digunakan untuk pengukuran natrium dan kalium. Penggunaannya dilaboratorium tidak berlangsung lama, selanjutnya dikombinasi dengan elektrokimia untuk mempertahankan penggunaan dan keamanan prosedurnya. Prinsip *flame* fotometri yaitu kation diukur berdasarkan intensitas garis spektral emisi atomik saat mendapatkan eksitasi dari sinar kontrol (Yaswir, 2012).

3) Metode *Photometric Turbidimetric Test*

Prinsip pemeriksaan kalium dengan spektrofotometer metode fotometrik turbidimetri yaitu dalam lingkungan basa, kalium akan dibebaskan dari ikatannya dengan protein. Kemudian akan bereaksi dengan *Sodium Tetra Phenyl Boron* (TPB-Na) untuk suspensi berbentuk turbit (kekeruhan) dari *Potassium Tetra Phenyl Boron* (Human, 2022).

4) Metode *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) (Yaswir, 2012).

g. Faktor yang mempengaruhi kadar kalium

Kadar kalium dipengaruhi beberapa hal diantaranya :

1) Asupan kalium

Konsumsi kalium penting, terutama pada usia lanjut yang memiliki tekanan darah tinggi. Sumber kalium antara lain seperti buah-buahan, sayuran, kacang-kacangan, dan susu rendah lemak. Jika asupan kalium harus dipenuhi, sebaliknya asupan natrium (garam) dibatasi karena dapat meningkatkan risiko hipertensi dan penyakit lainnya (Hardinsyah, 2012).

2) Fungsi ginjal

Ginjal bertanggung jawab untuk menyaring darah dan mengatur kadar elektrolit, termasuk kalium, dengan membuang kelebihan melalui urin. Jika terjadi gangguan fungsi (gagal ginjal), kemampuannya untuk mengekskresi kalium menurun. Kalium tidak dapat dikeluarkan secara efektif. Akibatnya, terjadi penumpukan kalium dalam darah atau hiperkalemia. Kondisi ini dapat memengaruhi keseimbangan elektrolit tubuh secara keseluruhan dan berpotensi menyebabkan gangguan irama jantung atau kelemahan otot (Hardinsyah, 2012).

3) Obat-obatan

Menurut Nathania (2019) terdapat beberapa contoh obat yang dapat mempengaruhi kadar kalium diantaranya:

- a) Agonis β_2 , contohnya obat bronkodilator dan tokolitik.

Obat tersebut menstimulasi enzim ATPase natrium-kalium membran sehingga mengakibatkan masuknya kalium ke dalam sel.

- b) Nebulisasi albuterol 2,5 mg selama kurang lebih menit terbukti menurunkan konsentrasi K^+ serum secara signifikan ($p < 0,05$) dalam 75 menit setelah memulai pengobatan.

- c) Ritodrin dan terbutalin, obat penghambat kontraksi uterus bisa menurunkan kalium serum sampai serendah 2,5 mmol/L setelah pemberian intravena selama 6 jam.

- d) Overdosis teofilin atau asupan berlebih kafein menyebabkan hipokalemia melalui jalur cAMP. Teofilin dan kafein bukan obat simpatomimetik, tetapi bisa merangsang pelepasan amina simpatomimetik serta meningkatkan aktivitas Na^+/K^+ ATPase.

4) Dehidrasi

Dehidrasi adalah kondisi di mana tubuh kehilangan cairan dalam jumlah yang signifikan sehingga mengganggu keseimbangan elektrolit, termasuk kadar kalium. Dalam situasi dehidrasi berat, konsentrasi kalium dalam darah cenderung meningkat (hiperkalemia). Hal ini terjadi karena penurunan volume cairan plasma yang memperbesar konsentrasi elektrolit

dalam darah, termasuk kalium (Suhardjo, 1992).

5) Usia

Usia mempengaruhi kadar kalium dalam tubuh, terutama pada usia lanjut. Kemampuan ginjal dalam mengatur keseimbangan elektrolit (kalium) cenderung menurun seiring bertambahnya usia. Akibatnya, terjadi penumpukan kalium karna ketidakmampuan tubuh dalam mengeluarkan kalium melalui urine (Suharjo, 2017).

5. Lanjut Usia (Lansia)

a. Definisi

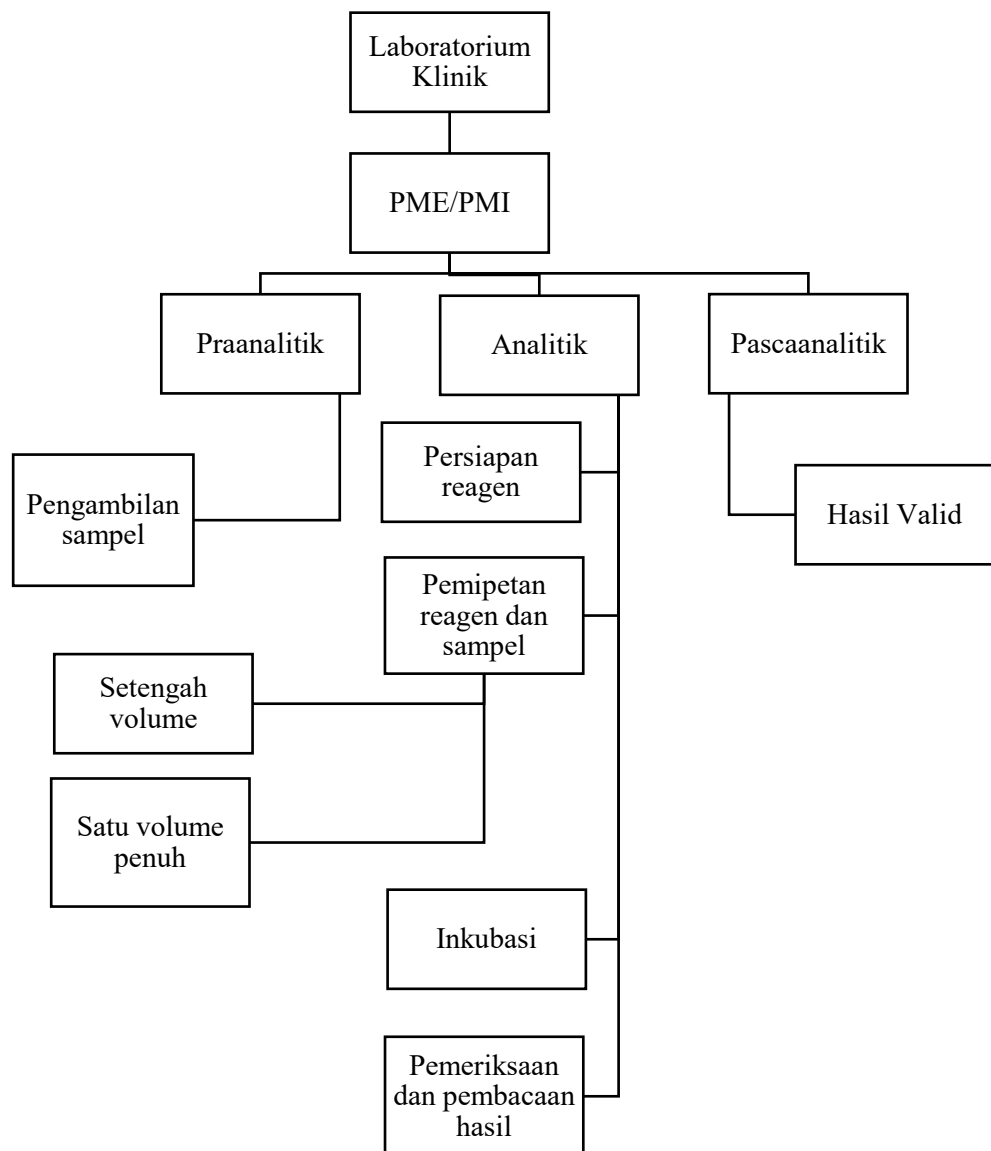
Lansia secara fungsi fisiologis merupakan fase kehidupan yang ditandai dengan penurunan fungsi organ tubuh akibat proses penuaan alami. Menurut Nugroho (2017) penuaan pada lansia memengaruhi hampir semua sistem tubuh, termasuk sistem kardiovaskular, pernapasan, pencernaan, saraf dan muskuloskeletal. Penurunan fungsi ini terjadi karena degenerasi seluler yang menyebabkan berkurangnya elastisitas jaringan, kemampuan regenerasi sel dan fungsi metabolik. Akibatnya, lansia lebih rentan terhadap infeksi, kelelahan dan penurunan kemampuan tubuh untuk mempertahankan homeostasis, terutama saat menghadapi stres fisik atau lingkungan (Nugroho, 2017).

b. Klasifikasi

Menurut Depkes RI (2013) klasifikasi lansia terdiri dari:

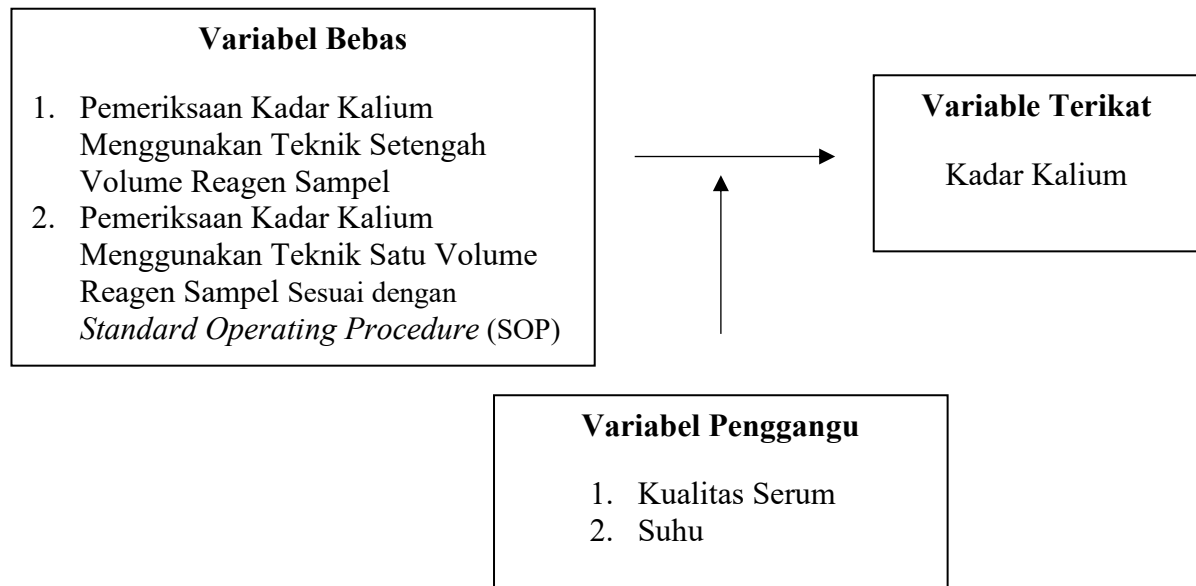
- 1) Pra lansia yaitu seseorang yang berusia antara 45-59 tahun.
- 2) Lansia ialah seseorang yang berusia 60 tahun atau lebih.
- 3) Lansia resiko tinggi ialah seseorang yang berusia 60 tahun atau lebih dengan masalah kesehatan.
- 4) Lansia potensial ialah lansia yang masih mampu melakukan pekerjaan dan kegiatan yang dapat menghasilkan barang atau jasa.
- 5) Lansia tidak potensial ialah lansia yang tidak berdaya mencari nafkah, sehingga hidupnya bergantung pada bantuan orang lain.

B. Kerangka Teori



Gambar 1. Kerangka Teori

C. Hubungan Antar Variabel



Gambar 2. Hubungan Antar Variabel

D. Pertanyaan Penelitian

Apakah ada perbedaan antara pemeriksaan kadar kalium dengan setengah volume reagen sampel dan satu volume penuh?