

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A Telaah Pustaka

1. Laboratorium Klinik

Laboratorium klinik merupakan laboratorium kesehatan yang melaksanakan pelayanan pemeriksaan spesimen klinik. Pemeriksaan laboratorium klinik merupakan hal yang rutin dilakukan karena memiliki peranan penting dalam membantu menegakkan diagnosis penyakit serta skrining penyakit dalam tubuh (Permenkes, 2010). Untuk memastikan hasil pemeriksaan laboratorium klinik yang akurat dan konsisten guna membantu menegakkan diagnosis penyakit, diperlukan pengendalian mutu internal dan eksternal. Proses ini menjamin bahwa setiap tahapan pemeriksaan, baik pra-analitik, analitik, maupun pasca-analitik, dilakukan sesuai standar yang ketat (Kepmenkes, 2010).

Tahap analitik meliputi alat dan prosedur yang digunakan sangat mempengaruhi kualitas hasil, terutama dalam pemeriksaan kuantitatif. Pemipetan reagen dan sampel yang tepat, baik dari segi volume maupun kebersihannya, menjadi faktor penting dalam memastikan hasil yang valid. Proses ini tidak hanya memastikan keandalan hasil pemeriksaan kimia klinik tetapi juga meningkatkan kepercayaan terhadap layanan laboratorium secara keseluruhan (Kepmenkes, 2010).

2. Tahapan Pemeriksaan Laboratorium

a. Tahap pra analitik

Tahap pra-analitik melibatkan berbagai aktivitas di laboratorium sebelum pemeriksaan spesimen dilakukan, di mana sekitar 60-70% kesalahan dapat terjadi. Kesalahan ini sering disebabkan oleh spesimen yang tidak memenuhi persyaratan. Spesimen yang tidak sesuai untuk pemeriksaan dapat menghasilkan hasil yang salah, sehingga persiapan pasien sebelum pengambilan sampel sangat penting. Spesimen yang tidak memenuhi standar harus ditolak, dan laboratorium perlu melakukan pengambilan sampel ulang untuk menghindari kerugian. Proses ini meliputi persiapan pasien, identifikasi pasien, pengambilan dan penampungan sampel, perawatan, pengiriman, serta pengolahan dan persiapan sampel (Siregar, dkk., 2018).

b. Tahap analitik

Tahap analitik mencakup serangkaian proses penting, seperti pemeriksaan spesimen, kalibrasi dan pemeliharaan alat, pengujian kualitas reagen, pemipetan reagen, serta uji ketepatan dan ketelitian. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk memastikan bahwa hasil pemeriksaan spesimen yang diperoleh adalah valid dan dapat diandalkan. Apabila hasil tepat, dokter dapat menggunakannya sebagai dasar untuk menentukan diagnosis yang akurat bagi pasien. Meskipun kesalahan pada tahap analitik tergolong rendah, yakni sekitar 10%-

15%, jika dibandingkan dengan tahap pra-analitik, perhatian terhadap proses ini tetap sangat diperlukan (Siregar, dkk., 2018).

c. Tahap pasca analitik

Tahap pasca analitik mencakup aktivitas laboratorium yang dilakukan sebelum hasil pemeriksaan diberikan kepada pasien, seperti penulisan, interpretasi, dan pelaporan hasil. Proses ini dilakukan untuk memastikan bahwa informasi yang disampaikan kepada pasien dan tenaga medis lainnya akurat dan dapat dipercaya. Meskipun tingkat kesalahan pada tahap ini lebih rendah, sekitar 15%-20%, jika dibandingkan dengan tahap pra-analitik, kesalahan pada tahap pasca-analitik tetap dapat memberikan dampak yang signifikan. Kesalahan dalam penulisan hasil bisa mengarah pada kesalahan diagnosis, sementara kesalahan dalam interpretasi atau pelaporan hasil dapat menimbulkan risiko bagi pasien (Siregar, dkk., 2018).

3. Pemeriksaan Kimia Klinik

Pemeriksaan kimia klinik didasari oleh penggunaan berbagai metode analisis dan instrumentasi yang bertujuan untuk menilai kadar penanda kimia tertentu dalam tubuh. Zat kimia (yang umumnya berupa substansi biologi, analit) tersebut diteliti dan dinilai berdasarkan situasi pasien, baik dalam keadaan normal maupun sakit. Selain itu, evaluasi juga dilaksanakan terhadap jenis dan konsentrasi racun dalam darah, serta kadar terapeutik obat (Liana, dkk., 2022)

Pemeriksaan kimia klinik memiliki peran penting dalam analisis, baik secara kualitatif maupun kuantitatif, untuk menilai kondisi patologis maupun fisiologis dalam tubuh. Pemeriksaan ini tidak hanya berperan dalam diagnosis, pengelolaan, dan pemantauan, tetapi juga dalam pencegahan penyakit. Kimia klinik bertugas untuk menerapkan prinsip-prinsip kimia, biologi molekuler, dan seluler, serta berbagai metode untuk memperdalam pemahaman dan evaluasi terhadap kesehatan individu secara keseluruhan (Liana, dkk., 2022)

Pemeriksaan kimia klinik rutin meliputi pemeriksaan kadar profil lipid, glukosa darah, bilirubin, amilase, lipase, fungsi ginjal (*Blood Urea Nitrogen* (BUN), asam urat, kreatinin), fungsi hati (*aspartat transaminase* (AST), *alanin transaminase/alanin aminotransferase* (ALT), *Alkaline Fosfatase*, *Gamma-Glutamyl Transferase* (GGT), protein total, albumin), kreatinin kinase, Hemoglobin A1c (HbA1c) dan elektrolit (natrium, kalium, fosfor, magnesium, kalsium) (Liana, dkk., 2022).

4. Elektrolit

Elektrolit merupakan senyawa dalam larutan yang terurai menjadi ion-ion bermuatan positif atau negatif. Ion yang memiliki muatan positif disebut kation, sementara ion yang bermuatan negatif disebut anion. Keseimbangan antara keduanya disebut sebagai netralitas elektrik. Sebagian besar proses metabolik bergantung pada elektrolit dan dipengaruhi oleh kehadirannya. Ketidakseimbangan kadar elektrolit dapat memicu berbagai gangguan. Oleh karena itu, peran elektrolit sangat penting

dalam memengaruhi fungsi cairan dan sel, sehingga menjaga keseimbangan elektrolit sangatlah krusial. Terdapat dua jenis elektrolit dalam tubuh manusia, anion dan kation. Anion dan kation mempengaruhi tekanan osmotik cairan ekstraseluler dan intraseluler. Anion dalam tubuh termasuk Klorida (Cl^-), bikarbonat (HCO_3^-), dan fosfat (PO_4^{3-}). Kation tubuh manusia adalah natrium (Na^+), kalium (K^+), magnesium (Mg^{2+}) dan kalsium (Ca^{2+}) (Irwadi dan Fauzan, 2022).

5. Kalsium

a. Pengertian

Kalsium merupakan mineral yang paling banyak terdapat di dalam tubuh, yaitu 1,5-2% dari berat badan orang dewasa atau kurang lebih sebanyak 1kg dan jumlah ini, 99% berada dalam jaringan keras, yaitu tulang dan gigi, 1% berada di jaringan lain dan cairan tubuh didistribusikan ke seluruh tubuh kurang lebih 1200 gram (Almatsier, 2009). Kalsium dalam serum darah hanya membentuk sekitar satu persen dari total kalsium tubuh dan terdapat dalam cairan ekstraseluler serta jaringan lunak. Kalsium serum terdiri dari beberapa komponen, yaitu 50% dalam bentuk ion, 40% terikat pada protein, terutama albumin, dan sebagian kecil (sekitar 8%) terikat pada senyawa organik maupun anorganik seperti sitrat, laktat, bikarbonat, dan sulfat (Wahidah, 2018).

b. Fungsi Kalsium

Kalsium memiliki berbagai fungsi penting dalam tubuh, di antaranya berperan dalam pembentukan tulang dan gigi, mendukung proses pertumbuhan, serta berfungsi sebagai kofaktor dan pengatur dalam berbagai reaksi biokimia. Pada tulang, kalsium tersimpan dalam bentuk garam seperti hidroksiapatit, yang bersama protein kolagen membentuk matriks tulang. Struktur ini tidak hanya memberikan kekuatan dan bentuk pada tubuh, tetapi juga menjadi tempat perlekatan otot, memungkinkan terjadinya pergerakan (Putri, 2020). Fungsi kalsium:

- 1) Kalsium berperan dalam pembentukan struktur tulang dan gigi serta menjadi cadangan mineral bagi tubuh. Zat ini membantu mencegah terjadinya osteoporosis, yang dapat meningkatkan risiko patah tulang, khususnya pada area panggul, tulang belakang (vertebra), dan menyebabkan perubahan bentuk tulang belakang, yang sering ditandai dengan penurunan tinggi badan.
- 2) Kalsium turut berperan dalam sintesis hormon serta enzim yang berfungsi mengatur proses pencernaan dan metabolisme tubuh.
- 3) Kalsium memiliki peran penting dalam penghantaran impuls antar sel saraf di otak, membantu proses pembekuan darah, mempercepat penyembuhan luka, serta mendukung mekanisme kontraksi otot.
- 4) Kalsium berperan dalam menjaga kelenturan otot-otot pembuluh darah, yang dapat membantu melepaskan plak atau endapan yang

menempel pada dinding pembuluh darah, sehingga mendukung kelancaran aliran darah.

- 5) Kalsium berpotensi menurunkan risiko terjadinya kanker usus besar dengan mengurangi dampak iritasi pada dinding usus yang diakibatkan oleh asam empedu.
- 6) Kalsium merupakan nutrisi esensial bagi wanita yang memasuki masa menopause. Pada kondisi kadar kalsium yang rendah, proses penyerapannya menjadi kurang optimal, sehingga dapat menyebabkan ketidakseimbangan kalsium dalam tubuh

c. Kebutuhan Kalsium

Kadar kalsium dalam serum darah yang normal berkisar antara 8-11 mg/dl. Kalsium adalah mineral makro yang sangat penting dalam berbagai proses metabolisme tubuh. Kebutuhan kalsium seseorang bervariasi antara 400-1000 mg per hari. Kalsium sangat dibutuhkan pada masa pertumbuhan, seperti pada bayi dan anak-anak. Seiring bertambahnya usia, jumlah kalsium yang dibutuhkan pun semakin meningkat (Putri, 2020).

Kebutuhan kalsium pada manusia, bergantung pada laju perkembangan tulang daripada kebutuhan metabolik. Kebutuhan maksimal terjadi selama puncak masa pertumbuhan cepat pada remaja, yang mencapai 1200 mg/hari. Keseimbangan kalsium dapat dicapai pada berbagai tingkat asupan kalsium. Hal ini menunjukkan bahwa absorpsi kalsium dapat dikendalikan dengan baik untuk memenuhi

kebutuhan tubuh, bahkan pada tingkat asupan kalsium yang rendah keseimbangan kalsium tetap netral. Pada remaja, kebutuhan kalsium meningkat dan terdapat keseimbangan positif yang disebabkan oleh peningkatan efisiensi absorpsi dan penurunan jumlah kalsium yang hilang melalui urin. Keseimbangan kalsium diregulasi oleh aktivitas pada saluran pencernaan (absorpsi), ginjal (ekskresi), tulang (mobilisasi dan deposisi) (Wildayani, 2023).

d. Sumber Asupan Kalsium

Susu dan produk olahannya, seperti keju, merupakan sumber utama kalsium. Selain itu, ikan yang dikonsumsi bersama tulangnya, termasuk jenis ikan kering, juga menyediakan kalsium dalam jumlah tinggi. Bahan pangan lain seperti sereal, kacang-kacangan, serta hasil olahannya seperti tahu dan tempe, turut menyumbang asupan kalsium. Namun, beberapa dari makanan tersebut mengandung senyawa seperti serat, fitat, dan oksalat yang dapat menghambat proses penyerapan kalsium oleh tubuh. (Almatsier, 2009).

e. Gangguan Keseimbangan Kadar Kalsium

1) Hipokalsemia

Hipokalsemia adalah konsentrasi serum kalsium kurang dari 8 mg/dL. Ketidakmampuan untuk mengakses simpanan kalsium tulang akibat disfungsi, supresi, atau pengangkatan kelenjar paratiroid dapat menimbulkan hipokalsemia. Selain itu, hipokalsemia bisa disebabkan oleh defisiensi vitamin D, sehingga

menyebabkan penurunan absorpsi kalsium dalam diet. Peningkatan ikatan protein kalsium serum akibat penurunan hidrogen dapat menimbulkan hipokalsemia, karena gagal ginjal dapat menyebabkan kenaikan kadar fosfat (Tulia, 2020).

2) Hiperkalsemia

Hiperkalsemia terjadi ketika kadar kalsium dalam darah melebihi 11 mg/dL. Kondisi ini biasanya disebabkan oleh pelepasan kalsium yang berlebihan dari tulang, yang sering dijumpai pada penderita hiperparatiroidisme atau neoplasma tulang. Jenis kanker lain juga dapat mempengaruhi proses perombakan tulang dan menyebabkan hiperkalsemia. Selain itu, kondisi imobilisasi yang berlangsung lama dapat memicu hiperkalsemia. Peningkatan asupan vitamin D bersama dengan konsumsi kalsium yang berlebihan melalui makanan juga dapat menyebabkan hiperkalsemia (Tulia, 2020).

f. Bahan spesimen pemeriksaan

Jenis spesimen yang digunakan untuk pemeriksaan kalsium yaitu serum dan plasma.

1) Plasma

Plasma darah merupakan bagian utama dari darah utuh (whole blood), yang mencakup hampir setengah dari total volumenya. Cairan ini berwarna kuning pucat dan terdiri atas sekitar 92% air, serta 8% zat lain seperti glukosa, lemak, protein,

vitamin, hormon, enzim, antibodi, karbon dioksida, dan berbagai mineral. Warna kuning khas plasma berasal dari bilirubin—produk pemecahan sel darah merah yang telah tua—serta pigmen lain seperti karotenoid, hemoglobin, dan transferrin. Komponen protein dalam plasma meliputi albumin, globulin, fibrinogen, dan lebih dari 500 jenis protein lainnya yang diproduksi tubuh melalui metabolisme. Berbeda dengan serum, plasma masih mengandung fibrinogen yang berperan dalam proses pembekuan darah. Untuk memperoleh plasma, proses koagulasi dicegah dengan penambahan zat antikoagulan (Tunjung, dkk., 2024). Antikoagulan selain heparin sebaiknya tidak digunakan dalam pemeriksaan kalsium (Nurhayati, dkk., 2021).

2) Serum

Serum memiliki komposisi yang serupa dengan plasma darah, namun tidak mengandung kemampuan untuk pembekuan darah seperti plasma. Karena itu, serum tidak menggumpal seperti plasma. Untuk memisahkan serum, darah dapat dibekukan didiamkan 15-30 menit terlebih dahulu, kemudian diputar menggunakan alat sentrifugasi hingga terbentuk dua lapisan. Lapisan yang berwarna kuning muda adalah serum darah, sementara lapisan bawahnya berwarna merah. (Tunjung, dkk., 2024). Sampel serum lipemik tidak dapat digunakan untuk pemeriksaan kalsium. Serum lipemik dapat menyebabkan tinggi

palsu pada pemeriksaan kadar kalsium yang diperiksa menggunakan alat spektrofotometer (Sari, 2019).

g. Metode pemeriksaan kadar kalsium

1) Arsenazo III

Kalsium dengan arsenazo III pada pH netral akan membentuk kompleks berwarna biru yang intensitas warnanya sebanding dengan konsentrasi dari kalsium. Gangguan yang disebabkan oleh magnesium dieliminasi dengan penambahan *8-hydroxyquinoline-5-sulfonic acid*. Metode ini dapat diukur dengan panjang gelombang 650 nm (Diasys, 2008).

2) *Cresolphthalein-Complex* (CPC)

Cresolphthalein-Complex (CPC) bereaksi dengan kalsium dan magnesium dalam suasana alkalis menyusun senyawa yang berwarna ungu tua. Intensitas warna ungu yang terbentuk berbanding langsung dengan kadar kalsium yang dapat diukur secara fotometris dengan panjang gelombang antara 550 nm sampai 580 nm (Stefani dan Fitrianiingsih, 2024).

h. Faktor yang mempengaruhi kadar kalsium

1) Merokok dan Kopi

Penurunan massa tulang dapat dipicu dengan kebiasaan merokok dan minum kopi dalam jumlah banyak. Diduga Kafein dapat meningkatkan ekskresi kalsium melalui urin maupun tinja (Susilawati, dkk., 2024).

2) Alkohol

Konsumsi alkohol yang berlebih mengganggu metabolisme vitamin D, meningkatkan ekskresi kalsium, magnesium, dan ekskresi zinc pada urin (Stefani dan Fitriyaningsih, 2024).

3) Usia

Penuaan menyebabkan penurunan progresif *Glomerular Filtration Rate* (GFR) sehingga filtrasi ginjal menurun perubahan kalsium pada individu akan dimulai pada usia 30 tahun sebanyak 30% dan meningkat hingga 50% pada lanjut usia 70 tahun (Amalia, 2024)

6. Lansia

a. Pengertian

Lansia adalah individu yang telah mencapai tahap akhir dalam siklus kehidupan manusia. Proses perkembangan manusia mencakup beberapa tahapan, yakni masa kanak-kanak, remaja, dewasa, dan lanjut usia. Lansia merupakan fase yang tidak dapat dihindari dalam perjalanan hidup, menjadi salah satu tahap yang pasti dilewati, terutama bagi mereka yang diberi usia panjang hingga mencapai fase ini. Fase lansia berfungsi sebagai tahap penutup dalam perjalanan hidup manusia (Arna, dkk., 2024).

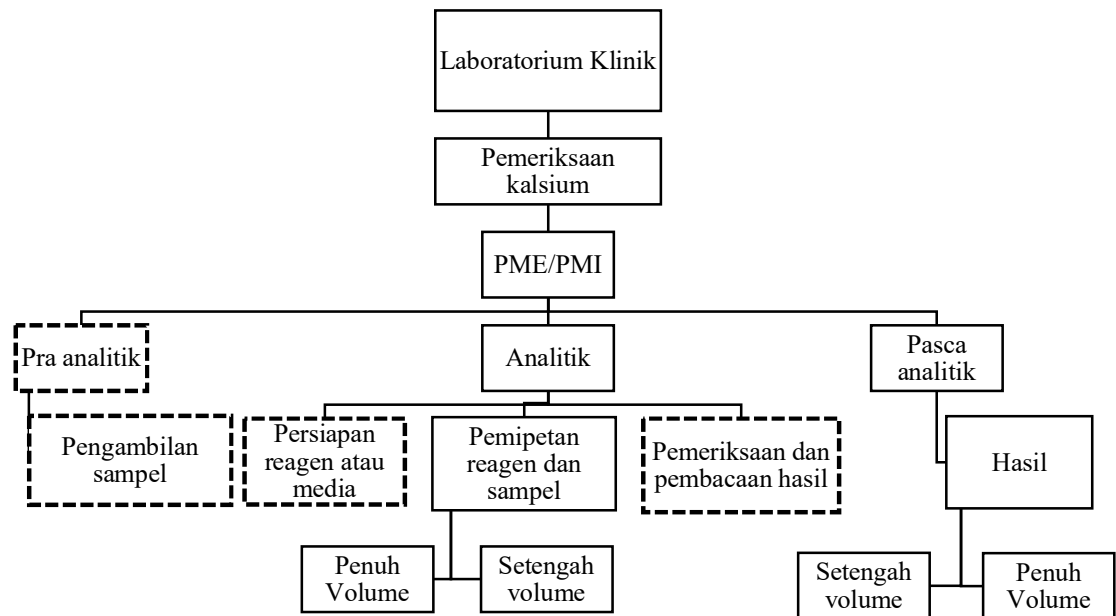
b. Klasifikasi lansia

Klasifikasi lanjut usia berdasarkan Depkes RI (2013) antara lain:

- 1) Pra lansia yaitu rentang usia 45-59 tahun
- 2) Lansia yaitu berusia 60 tahun atau lebih
- 3) Lansia risiko tinggi yaitu yang berusia 60 tahun atau lebih dengan masalah kesehatan.
- 4) Lansia potensial adalah 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.

(Mujiadi dan Rachmah, 2022).

B Kerangka Teori



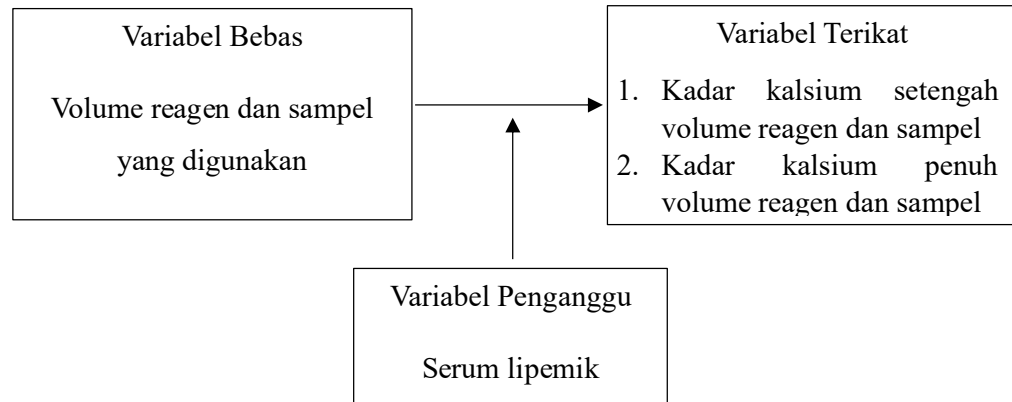
Keterangan

Diteliti : _____

Tidak diteliti : - - - - -

Gambar 1. Kerangka Teori

C Hubungan Antar Variabel



Gambar 2. Hubungan Antar Variabel.

D Hipotesis

Tidak ada perbedaan yang signifikan antara kadar kalsium yang diperoleh dari pemeriksaan dengan setengah volume reagen dan sampel dibandingkan dengan pemeriksaan volume penuh.