

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Laboratorium Klinik

a. Pengertian Laboratorium Klinik

Laboratorium Klinik adalah 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. Setiap Laboratorium Klinik harus diselenggarakan secara baik dengan memenuhi kriteria organisasi, ruang dan fasilitas, peralatan, bahan, spesimen, metode pemeriksaan, mutu, keamanan, pencatatan dan pelaporan. Dalam keadaan keterbatasan sumber daya, beberapa kriteria dapat tidak terpenuhi oleh Laboratorium Klinik sepanjang tidak mengurangi mutu dan keakuratan data hasil pemeriksaan laboratorium dalam pemberian pelayanan kesehatan kepada masyarakat (Permenkes, 2013). Laboratorium harus mampu memberikan hasil tes yang akurat dan berkualitas tinggi yang relevan dengan kondisi pasien (Riswanto, 2013).

b. Tahap Pemeriksaan Laboratorium Klinik

Pemeriksaan laboratorium terdiri atas 3 tahapan, yaitu :

1) Tahap Praanalitik

Kegiatan tahap pra analitik adalah serangkaian kegiatan laboratorium sebelum pemeriksaan spesimen, yang meliputi :

- a) Persiapan pasien
- b) Pemberian identitas spesimen
- c) Pengambilan dan penampungan spesimen
- d) Penanganan spesimen
- e) Pengiriman spesimen
- f) Pengolahan dan penyiapan spesimen

Kegiatan ini dilakukan untuk memastikan sampel secara akurat mewakili kondisi pasien, tidak terjadi kekeliruan, dan mencegah sampel pasien tertukar satu sama lain (Siregar, dkk., 2018). Keselamatan pasien harus dipertimbangkan saat mengumpulkan sampel. Laboratorium merupakan mitra klinisi dalam melaksanakan upaya kesehatan dan penyembuhan pasien sehingga keandalan dan kualitas hasil pemeriksaan menjadi perhatian utama (Usman, 2015). Kesalahan yang terjadi pada tahap pra analitik dapat mencapai 60 – 70 % (Siregar, dkk., 2018). Meminimalisir kesalahan pada proses pra analitik dapat dilakukan dengan memastikan petugas laboratorium menguasai standar operasional prosedur (SOP) pada setiap tahapan pemeriksaan. (Khotimah dan Nurhayati, 2022).

2) Tahap Analitik

Menurut Permenkes (2015) kegiatan laboratorium yang dilakukan pada tahap analitik meliputi :

- a) Persiapan reagen
- b) Pipetasi reagen dan sampel
- c) Inkubasi
- d) Pemeriksaan spesimen
- e) Pembacaan hasil

Tahapan kedua dalam pemeriksaan laboratorium adalah tahap analitik (Khotimah dan Nurhayati, 2022). Tujuan pengendalian tahap analitik adalah untuk memastikan bahwa hasil pengujian sampel pasien dapat dipercaya atau valid sehingga dokter dapat menggunakan hasil pengujian laboratorium tersebut untuk menegakkan diagnosis pasien. Tingkat kesalahan pada tahap analitik adalah sekitar 10-15%. Meskipun lebih rendah dibandingkan tahap pra analirik, namun harus tetap memperhatikan kegiatan selama tahap ini. Laboratorium harus memelihara dan mengkalibrasi peralatan secara teratur atau sesuai kebutuhan untuk menghindari kendala atau gangguan teknis yang berasal dari peralatan laboratorium saat pemeriksaan sampel pasien (Siregar, dkk., 2018). Kesalahan pada tahapan analitik dapat di minimalisir dengan memastikan reagen agar tidak terkontaminasi atau kadaluarsa, memeriksa reagensia yang digunakan dan melakukan kalibrasi rutin (Khotimah dan Nurhayati, 2022).

3) Tahap Pasca Analitik

Menurut Permenkes (2015) kegiatan laboratorium yang dilakukan pada tahap pasca analitik yaitu sebelum hasil pemeriksaan diserahkan ke pasien meliputi:

- a) Verifikasi hasil
- b) Validasi hasil
- c) Penulisan hasil pemeriksaan
- d) Pelaporan hasil pemeriksaan

Seperti pada tahap analitik, tingkat kesalahan tahap pasca analitik hanya sekitar 15 – 20%. Tingkat kesalahan pada tahap ini lebih kecil dari kesalahan tahap pra analitik, tetapi masih memegang peran penting. Kesalahan dalam penulisan hasil tes pasien dapat menyebabkan dokter salah mendiagnosis pasien. Kesalahan dalam menafsirkan dan melaporkan hasil tes juga dapat membahayakan pasien (Siregar, dkk., 2018).

2. Darah

Darah adalah cairan tubuh yang terdapat di dalam pembuluh darah. Darah berfungsi sebagai alat pengangkut yang mengambil oksigen dari paru-paru dan mengedarkannya ke seluruh jaringan tubuh, mengangkut karbondioksida dari jaringan untuk dikeluarkan melalui paru-paru, mengambil nutrisi atau zat makanan dari usus halus untuk distribusikannya ke seluruh jaringan tubuh, mengangkut zat-zat yang tidak berguna bagi tubuh untuk dikeluarkan melalui kulit dan ginjal, menyebarkan panas ke

seluruh tubuh dan sebagai pertahanan tubuh terhadap serangan penyakit (Hupitoyo dan Sri, 2019).

Darah berupa jaringan cair meliputi plasma darah (cairan *intersellulair* 55%) yang di dalamnya terdapat sel-sel darah (unsur padat 45%). Volume darah secara keseluruhan berkisar 1/12 dari berat badan. Secara fisiologis, volume darah adalah konstan (homeostatik) dan diatur oleh tekanan osmotik koloid protein dalam plasma dan jaringan. Darah membentuk 6-8% dari total berat badan dan terdiri dari sel darah merah, sel darah putih dan trombosit yang tersuspensi dalam cairan yang disebut plasma. Darah dalam keadaan fisiologisnya selalu terdapat di dalam pembuluh darah, maka dapat berfungsi sebagai pembawa oksigen (*oxygen carrier*), mekanisme pertahanan tubuh terhadap infeksi dan mekanisme hemostatis (Bakta, 2013).

3. Glukosa darah

a. Pengertian Glukosa Darah

Glukosa adalah karbohidrat dalam bentuk monosakarida. Glukosa dalam darah yang tidak dibutuhkan disimpan dalam bentuk glikogen melalui proses glikogenesis di hati. Bila diperlukan, glikogen ini diubah menjadi glukosa melalui proses glikogenolisis dan dilepaskan ke dalam darah (Keputusan Menteri Kesehatan RI, 2012).

Glukosa darah adalah istilah yang mengacu pada tingkat glukosa dalam darah. Konsentrasi glukosa darah atau kadar glukosa serum diatur secara ketat di dalam tubuh. Glukosa yang mengalir dalam

darah merupakan sumber energy utama bagi sel-sel tubuh. Glukosa darah puasa tidak boleh melebihi 110 mg/dL dan tidak boleh kurang di bawah 60 mg/dL. Pemeriksaan glukosa darah diperlukan untuk mengetahui kadar glukosa dalam darah melebihi batas normal atau tidak. Hal ini dikarenakan apabila mekanisme pengaturan kadar glukosa dalam darah tidak berjalan dengan baik atau terjadi kerusakan pada organ-organ tubuh maka akan mengakibatkan gangguan pada proses metabolisme glukosa (Sacher dan McPherson, 2012).

b. Metabolisme Glukosa

Metabolisme adalah proses biokimia yang terjadi di dalam tubuh untuk mempertahankan eksistensi kehidupan biologis dalam berbagai tingkat dan jenis sel pada hewan dan tumbuhan. Tujuan utama dalam berbagai macam proses metabolisme adalah menghasilkan glukosa, karena glukosa merupakan pusat semua metabolisme, bahan bakar universal dan merupakan sumber karbon untuk sintesis sebagian besar senyawa yang lain (Hupitoyo dan Sri, 2019).

Glukosa berfungsi sebagai sumber energi utama bagi tubuh. Glukosa berfungsi sebagai bahan bakar utama otak dan sel darah merah. Glukosa merupakan parameter untuk sintesis semua karbohidrat dalam tubuh (Joyce, 2013). Glukosa merupakan prekursor sintesis berbagai macam gula dalam rangka menyusun senyawa khusus misalnya, laktosa, antigen permukaan sel, nukleotida dan glikoaminoglikan (Hupitoyo dan Sri, 2019). Glukosa juga merupakan prekursor utama

senyawa non-karbohidrat seperti asam lemak, kolesterol, asam amino dan asam nukleat. Hanya senyawa yang disintesis dari vitamin, asam amino esensial, dan asam lemak esensial yang tidak dapat disintesis dari glukosa. (Hupitoyo dan Sri, 2019).

Metabolisme glukosa menghasilkan asam piruvat, asam laktat dan asetil-coenzim A. Glukosa yang teroksidasi total akan menghasilkan karbondioksida, air dan energi yang disimpan di hati dan otot dalam bentuk glikogen. Hati dapat mengubah glukosa yang tidak terpakai menjadi asam lemak melalui jalur metabolisme lain dan menyimpannya sebagai trigliserida atau mengubahnya menjadi asam amino untuk membentuk protein (Sacher dan McPherson, 2012).

Glikolisis adalah proses katabolisme glukosa (memiliki 6 atom karbon) secara enzimatik melalui tahap reaksi enzimatik untuk menghasilkan 2 molekul piruvat (memiliki 3 atom C) (Simorangkir, 2016). Reaksi jalur pada proses glikolisis yang berlangsung dengan adanya oksigen (aerob) akan menghasilkan asam piruvat, sedangkan yang berlangsung tanpa oksigen (anaerob) menghasilkan asam laktat. Jika glukosa diperlukan segera setelah memasuki sel untuk memasuk energi, maka akan dimulai proses metabolisme yang disebut dengan glikolisis. Produk akhir glikolisis adalah asam piruvat dan ATP. Glikolisis menghasilkan ATP dan reaksi terus mengkonversi asam piruvat menjadi asetil CoA dan asam sitrat (Hupitoyo dan Sri, 2019).

Tubuh akan mempertahankan kadar glukosa dalam darah yang konstan sekitar 80-100 mg/dL walaupun pasokan makanan dan kebutuhan jaringan berubah-ubah sewaktu kita tidur, makan dan bekerja. Proses ini disebut homeostasis glukosa (Marks, 2012).

Insulin dan glukagon dianggap sebagai hormon penting dalam homeostasis metabolisme karena keduanya secara terus menerus berfluktuasi merespon pola asupan. Hormon lain yang turut berpengaruh terhadap metabolisme adalah pinephrine, norepinephrine dan kortisol. Insulin merupakan hormon utama untuk proses anabolisme yang mendorong sintesis glukosa menjadi glikogen yang disimpan dalam hati dan otot, sintesis gliserol dari glukosa dalam hati dan penyimpanannya dalam jaringan adipose, serta penyerapan asam amino dan sintesa protein dalam otot rangka. Insulin juga meningkatkan sintesis albumin dan protein darah dan juga dalam hati, juga meningkatkan penggunaan glukosa sebagai bahan bakar, dengan merangsang transport glukosa ke dalam otot jaringan adipose. Pada saat yang sama insulin menghambat mobilisasi bahan bakar. Sekresi insulin terutama akibat stimulasi kadar glukosa darah yang meningkat dan kadarnya meningkat 30-45 menit setelah makan makanan tinggi karbohidrat. Kadarnya kembali ke tingkat basal seiring dengan penurunan kadar glukosa darah sekitar 120 menit setelah makan (Hupitoyo dan Sri, 2019).

c. Jenis Pemeriksaan Glukosa Darah

1) Glukosa Darah Sewaktu

Glukosa Darah Sewaktu (GDS) adalah pemeriksaan kadar glukosa darah pada pasien yang tidak melakukan puasa serta dapat dilakukan kapan saja. Pemeriksaan ini sering dilakukan sebagai pemeriksaan penyaring (*screening*) diabetes dan dilakukan secara rutin untuk memantau kadar glukosa darah pasien (Nugraha dan Badrawi, 2018).

2) Glukosa Darah Puasa

Glukosa Darah Puasa (GDP) disebut juga glukosa darah *Nuchter* atau *Fasting Blood Sugar* (FBS) merupakan pemeriksaan kadar glukosa darah pada pasien yang berpuasa. Pemeriksaan glukosa darah puasa pada dasarnya sama dengan pemeriksaan glukosa darah sewaktu, perbedaan terletak pada persiapan pasien. Pemeriksaan glukosa darah puasa dilakukan pada pasien yang telah berpuasa selama 10 – 12 jam dan tidak melakukan aktivitas berat sebelumnya (Nugraha dan Badrawi, 2018).

3) Glukosa Darah Postprandial

Glukosa Darah Postprandial disebut juga glukosa darah 2 jam setelah puasa (glukosa darah 2 jam PP) atau *Postprandial Blood Sugar* (PPBS). Setelah pasien berpuasa selama 10-12 jam, pasien diharuskan mengkonsumsi makanan dengan komposisi tinggi karbohidrat. Setelah 2 jam selesai makan, dilakukan pengambilan

darah untuk pemeriksaan glukosa darah 2 jam PP. Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengukur respon pasien terhadap asupan tinggi karbohidrat 2 jam setelah makan. Pemeriksaan ini sering dilakukan bersamaan dengan pemeriksaan glukosa darah puasa (Nugraha dan Badrawi, 2018).

d. Metode Pemeriksaan Glukosa Darah

Pemeriksaan glukosa darah dapat dilakukan dengan dua metode yaitu metode enzimatik dan metode kimia.

1) Metode Enzimatik

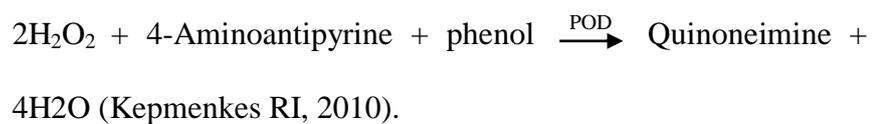
Menurut Sacher dan McPherson (2004) Metode Enzimatik umumnya menggunakan kerja enzim glukosa oksidase atau heksokinase yang akan bereaksi dengan glukosa tetapi tidak bereaksi pada gula lain atau bahan pereduksi lain (Reswari, 2021).

a) Metode Glukosa Oksidase (GOD-PAP)

Menurut panil (2008) metode GOD-PAP merupakan metode pemeriksaan glukosa darah yang paling akurat (Reswari, 2021). Pemeriksaan glukosa darah metode GOD-PAP memiliki banyak kelebihan yaitu presisi dan akurasi tinggi, spesifik serta relatif bebas dari gangguan seperti kadar hematokrit, vitamin C, lipid, volume spesimen dan suhu (Santoso, 2015). Selain itu waktu yang diperlukan untuk pemeriksaan glukosa darah relative lebih singkat dan interferensi yang terjadi pada analisis titik akhir dapat diatasi dengan pengukuran laju reaksi. Oleh karena itu,

pemeriksaan menggunakan metode ini banyak digunakan di laboratorium (Sacher dan McPerson, 2012).

Metode ini merupakan metode yang direkomendasikan dan sesuai dengan standar WHO (*World Health Organization*) dan IFCC (*International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*) (Kepmenkes RI, 2010). Prinsip dari Metode GOD-PAP adalah glukosa dioksidasi secara enzimatik menggunakan enzim GOD (glukosa oksidase) membentuk asam glukonik dan H_2O_2 kemudian bereaksi dengan fenol dan 4-aminoantipirin dengan enzim peroksidase (POD) sebagai katalisator membentuk quinoneimine. Intesitas warna yang terbentuk sebanding dengan konsentrasi glukosa dalam sampel yang diukur dan dilakukan pembacaan secara fotometri pada panjang gelombang 340 nm (Kepmenkes RI, 2010).



2) Metode Kimia

Menurut Sacher (2004) metode kimiawi memanfaatkan sifat mereduksi dari glukosa, dengan bahan indikator yang akan berubah warna apabila tereduksi. Metode ini tidak spesifik karena senyawa-senyawa lain yang terkandung di dalam sampel juga dapat mereduksi seperti urea, Contoh dari metode kimiawi pada pemeriksaan glukosa

adalah metode toluidine. Dengan metode kimiawi, kadar glukosa dapat lebih tinggi 5 sampai 15 mg/dl dibandingkan dengan kadar glukosa yang diperoleh dengan metode enzimatik (yang lebih spesifik untuk glukosa) (Wulandari, 2020).

e. Nilai Rujukan Glukosa

Tabel 1. Nilai Rujukan Kadar Glukosa Darah Puasa

Kategori	Kadar glukosa darah (mg/dL)
Bayi	33 – 99
Anak-anak (puasa)	
1 – 6 tahun	74 – 127
7 – 19 tahun	70 – 106
Dewasa (puasa)	70 – 115

Sumber: Proline, 2019

Tabel 2. Nilai Rujukan Kadar Glukosa Darah Sewaktu

	Kadar glukosa darah (mg/dL)
Glukosa darah sewaktu	≤ 110

Sumber: Joyce, 2013

f. Faktor yang Mempengaruhi Hasil Pemeriksaan Glukosa Darah

- 1) Asupan Makanan yang mengandung karbohidrat tinggi akan menyebabkan terjadinya kenaikan kadar glukosa darah, makanan dengan serat tinggi dapat mempengaruhi sel beta pankreas dalam menghasilkan insulin serta konsumsi makanan berlemak dapat mempengaruhi kepekaan insulin (Paramitasari, 2017)
- 2) Obat-obatan seperti jenis Thiazid dan obat antidiabetika.
- 3) Alkohol, konsumsi minuman beralkohol dapat meningkatkan kadar glukosa darah.

4) Aktivitas fisik dapat menyebabkan terjadinya pemindahan cairan tubuh antara kompartemen didalam pembuluh darah dan interstitial, kehilangan cairan karena berkeringat dan perubahan kadar hormon. Akibatnya, akan terjadi perbedaan yang signifikan antara kadar glukosa darah di arteri dan vena.

5) Merokok

6) Demam, pada saat demam akan terjadi peningkatan kadar glukosa darah pada tahap permulaan yang berakibat terjadinya peningkatan kadar insulin dan menyebabkan penurunan kadar glukosa pada tahap lebih lanjut (Permenkes, 2013).

4. Spesimen Pemeriksaan Glukosa Darah

Pemeriksaan glukosa darah dapat dilakukan dengan beberapa jenis spesimen, diantaranya adalah plasma dan serum.

a. Serum

1) Pengertian Serum

Cairan yang diperas dari bekuan darah berwarna kuning, inilah yang disebut sebagai serum, yaitu cairan darah yang tidak mengandung fibrinogen. Hal ini dikarenakan pada proses pembuatan serum tidak dilakukan penambahan antikoagulan sehingga fibrinogen dalam darah telah diubah menjadi fibrin maka serum sudah tidak mengandung fibrinogen (Maharani, 2018). Menurut Kosasih (2008) Serum normal tidak mengandung fibrinogen, protrombin, faktor

VIII, V dan faktor XIII, yang ada ialah faktor XII, XI, IX, X dan VII (Reswari, 2021).

Serum diperoleh dari spesimen darah yang tidak ditambahkan antikoagulan kemudian dilakukan pemisahan menjadi 2 bagian dengan menggunakan sentrifus (Nugraha, 2015). Setelah disentrifus akan tampak gumpalan darah yang bentuknya tidak beraturan dan bila penggumpalan berlangsung sempurna, gumpalan darah tersebut akan terlepas atau dengan mudah dapat dilepaskan dari dinding tabung. Selain itu akan tampak pula bagian cair dari darah. Bagian ini, karena sudah terpisah dari gumpalan darah maka tidak lagi berwarna merah keruh akan tetapi berwarna kuning jernih. Gumpalan darah tersebut terdiri atas seluruh unsur figuratif darah yang telah mengalami proses penggumpalan atau koagulasi spontan, sehingga terpisah dari unsur larutan yang berwarna kuning jernih (Sadikin, 2014).

2) Pembuatan Serum

Pembuatan serum dimulai dengan membiarkan darah membeku terlebih dahulu pada suhu kamar selama 20 – 30 menit, kemudian disentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 5-15 menit. Pemisahan serum dilakukan paling lambat dalam waktu 2 jam setelah pengambilan sampel. Serum yang memenuhi syarat tidak boleh terlihat merah dan keruh (lipemik) (Permenkes, 2013).

3) Jenis Serum Abnormal

a) Serum Hemolisis

Menurut Lippi dkk. (2011) hemolisis merupakan kerusakan sel darah merah (eritrosit) yang menyebabkan lepasnya hemoglobin dan komponen intraseluler lainnya ke dalam cairan di sekitarnya. Hemolisis dapat dideteksi secara visual setelah sentrifugasi sampel darah. Serum hemolisis akan menunjukkan adanya warna kemerahan pada serum atau plasma. Sel darah merah (eritrosit) yang pecah menyebabkan hemoglobin bebas masuk ke serum sehingga terjadinya perubahan warna serum dan mengakibatkan gangguan penyerapan warna pada analisa fotometri yang mempengaruhi hasil pemeriksaan kimia darah, akan menyebabkan nilai tinggi palsu atau rendah palsu (Rozali, 2020).

b) Serum Lipemik

Serum lipemik merupakan serum berwarna putih keruh seperti susu yang disebabkan oleh adanya partikel besar lipoprotein seperti trigliserida (Lieseke dan Zeibig, 2017).

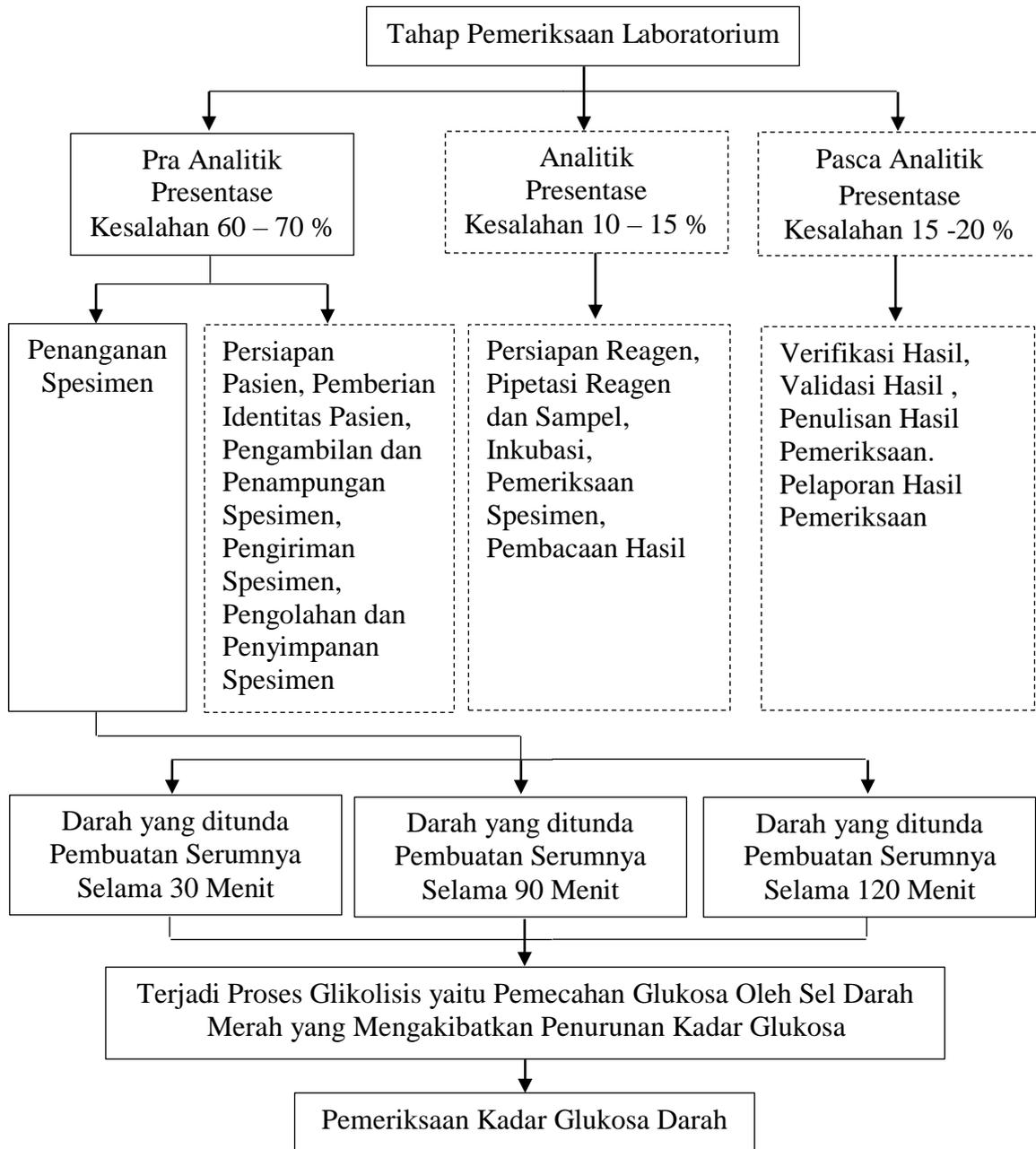
Menurut Castro (2018) Kekeruhan yang terlihat disebabkan oleh akumulasi partikel lipoprotein. Lipoprotein merupakan molekul yang mengandung kolesterol dalam bentuk bebas maupun ester, trigliserida, fosfolipid, yang berikatan dengan protein yang disebut apoprotein. Penyebab paling umum dari

kekeruhan adalah konsentrasi trigliserida yang tinggi (Amalia, 2022) Kekeruhan pada serum lipemik mempengaruhi hasil absorbansi spektrofotometer pada semua panjang gelombang sehingga menyebabkan kesalahan pada nilai analisa sampel (Piyophiprapong, dkk., 2010).

c) Serum Ikterik

Serum ikterik merupakan serum yang berwarna kuning coklat yang disebabkan oleh peningkatan konsentrasi bilirubin di dalam darah (Lieseke dan Zeibig, 2017). Serum ikterik dapat mengganggu pemeriksaan secara spektrofotometri antara panjang gelombang 340-500 nm (Piyophiprapong, dkk., 2010).

B. Kerangka Teori



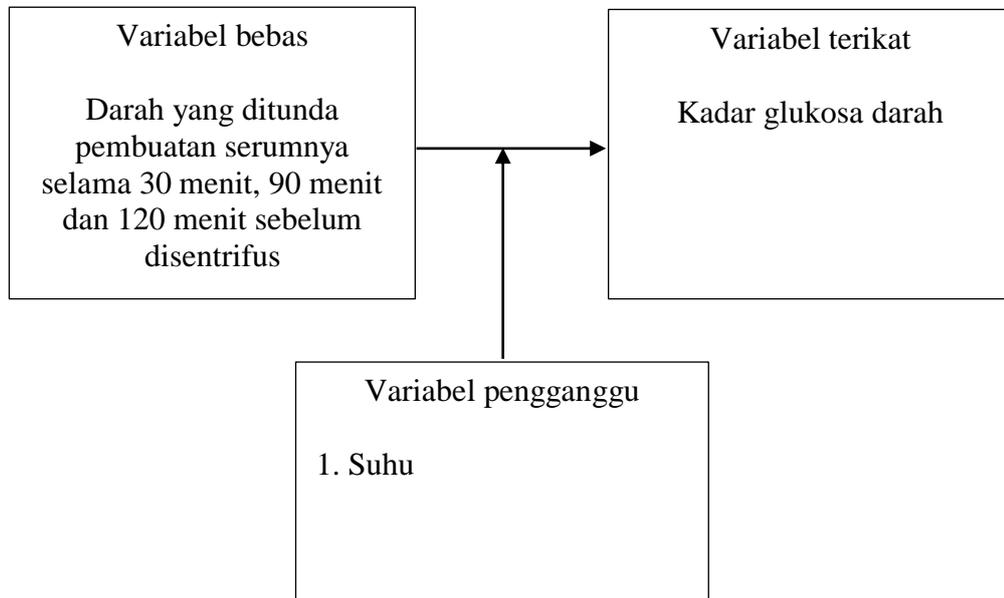
Keterangan :

Diteliti

Tidak Diteliti

Gambar 1. Kerangka Teori

C. Hubungan Antar Variabel



Gambar 2. Hubungan Antar Variabel

D. Hipotesis Penelitian

Ada pengaruh lama penundaan pembuatan serum terhadap penurunan kadar glukosa darah