

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Darah

Darah merupakan komponen tubuh makhluk hidup dengan volume sekitar 1/13 dari berat badan atau sekitar 4-5 liter. Volume darah yang berbeda pada setiap orang dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu, usia, pekerjaan, dan keadaan jantung atau pembuluh darah (Laisouw, 2017). Darah yang berada pada peredaran darah memiliki fungsi sebagai berikut : (a) media transport; (b) menjaga stabilitas suhu tubuh; (c) menjaga stabilitas pH; (d) regulasi cairan elektrolit tubuh (Pujihastuti, 2011).

Darah terdiri dari 2 (dua) komponen utama yaitu, serum/plasma (55%) darah yang sebagian besar terdiri dari air, protein-protein darah dan elektrolit. Komponen yang kedua adalah sel-sel darah (45%) yang terdiri dari eritrosit, leukosit, dan trombosit. Setiap komponen-komponen darah memiliki fungsi masing-masing seperti leukosit yang berfungsi sebagai pertahanan tubuh terhadap benda asing yang masuk ketubuh. Trombosit memiliki fungsi utama sebagai faktor pembekuan darah dan fungsi utama dari eritrosit sebagai pengangkut oksigen serta karbon dioksida. Serum/plasma darah merupakan cairan jernih dengan warna kekuningan yang berfungsi membawa sel-sel darah, hasil metabolisme dan bahan kimia lain ke seluruh bagian tubuh (Pujihastuti, 2011).

Darah makhluk hidup dibagi menjadi 3 (tiga) macam menurut sistem peredaran darahnya yaitu :

1. Darah Vena

Darah vena banyak mengandung karbondioksida. Darah vena mengalir satu arah dari seluruh tubuh menuju jantung. Pembuluh darah vena tempat beredarnya darah vena umumnya terletak dekat dengan permukaan tubuh serta tampak kebiruan.

Sampel darah vena biasanya diambil melalui tusukan pembuluh darah vena pada bagian lengan dan kaki. Pengambilan sampel darah vena biasanya diperlukan untuk pemeriksaan laboratorium kimia darah yang memerlukan volume sampel cukup banyak (Pujihastuti, 2011).

2. Darah Kapiler

Darah kapiler mengandung banyak nutrisi dikarenakan pada pembuluh darah kapiler terjadi pertukaran oksigen dan karbon dioksida, air, hormon, dan zat-zat lain yang langsung berhubungan dengan sel-sel tubuh. Pertukaran berbagai macam zat tersebut lebih mudah terjadi karena struktur pembuluh darah kapiler yang cenderung tipis tidak seperti pembuluh darah vena maupun pembuluh darah arteri (Maslina, 2017).

Sampel darah kapiler diperoleh dari tusukan permukaan kulit yang pada orang dewasa biasanya pada jari-jari tangan dan pada bayi baru lahir biasanya pada tungkai kaki (Laisouw, 2017). Darah kapiler banyak digunakan sebagai sampel pemeriksaan dengan metode POCT karena pengambilan sampel darah kapiler lebih mudah dibandingkan dengan pengambilan darah vena maupun darah arteri (Yasin, 2018).

3. Darah Arteri

Darah arteri berfungsi untuk mengedarkan oksigen dan nutrisi ke seluruh sel tubuh. Sampel darah arteri biasanya digunakan untuk pemeriksaan analisa gas darah (AGD) arteri. Sampel darah arteri biasanya diperoleh melalui tusukan kateter pembuluh darah pada pasien yang memerlukan pemeriksaan AGD secara rutin. Sampel darah arteri juga dapat diperoleh melalui tusukan pembuluh darah arteri secara langsung biasanya pada pasien yang hanya memerlukan satu kali pemeriksaan AGD (Hanggara, 2018).

Pengambilan sampel darah arteri jauh lebih sukar bila dibandingkan dengan pengambilan sampel darah vena, karena letak pembuluh darah arteri lebih dalam serta tidak terlihat/teraba (Hanggara, 2018).

B. Gula Darah

Gula darah merupakan salah satu monosakarida yang memiliki beberapa nama lain yaitu glukosa atau dekstrosa. Gula darah termasuk heksosa yang memiliki gugus aldehida atau biasa juga disebut dengan aldoheksosa (Rosman, 2018).

Metabolisme gula darah berlangsung melalui proses anaerobik dan proses aerobik. Metabolisme secara anaerobik akan berlangsung di dalam sitoplasma dan

proses metabolisme aerobik memerlukan enzim yang berfungsi sebagai katalis serta bantuan oksigen yang berlangsung di dalam mitokondria. Gula darah melalui proses oksidasi akan digunakan untuk mensintesis molekul *adenosine triphosphate* (ATP) yang merupakan molekul-molekul dasar penghasil energi di dalam tubuh. Gula darah dalam konsumsi keseharian menyediakan hampir 50-75% dari total kebutuhan energi seluruh tubuh (Herviyani, 2017).

Gula darah yang telah diserap oleh usus halus akan diedarkan ke seluruh sel-sel tubuh melalui aliran darah. Tubuh akan menyimpan gula darah dalam bentuk glikogen di dalam otot dan hati, serta dapat melepaskan glikogen tersebut ke dalam plasma/serum darah kembali dalam bentuk gula darah (Sulistiyono, 2017).

Metabolisme gula darah juga dapat terjadi di luar tubuh makhluk hidup, sehingga pada pemeriksaan laboratorium kadar gula darah sampel darah vena yang telah dikeluarkan dari pembuluh darah rentan terhadap glikolisis secara *in vitro* yang dapat menurunkan 5-7 % dari kadar gula darah sampel per jamnya. Proses glikolisis juga dapat meningkat kecepataannya apabila ada keadaan khusus seperti leukositosis atau peningkatan jumlah leukosit (Agung, dkk, 2017).

Gula darah merupakan sumber energi bagi sel-sel tubuh yang metabolismenya diatur oleh hormon insulin. Hormon insulin yang dihasilkan oleh pankreas akan memindahkan gula darah dari peredaran darah ke sel-sel tubuh serta mengatur kadar gula darah di dalam peredaran darah. Kadar gula darah dipengaruhi oleh asupan nutrisi yang masuk melewati sistem pencernaan dan akan mengalami peningkatan setelah mengkonsumsi makanan maupun minuman yang mengandung gula (Laisouw, 2017).

Kadar gula darah adalah istilah yang mengacu pada tingkat atau konsentrasi gula darah di dalam plasma/serum darah. Konsentrasi gula darah plasma/serum tersebut diatur dengan ketat di dalam tubuh. Kadar gula darah sepanjang hari bervariasi yang umumnya akan meningkat setelah mengkonsumsi makanan atau minuman dan kembali normal dalam waktu 2 jam (Rosman, 2018).

Kadar gula darah yang normal pada pagi hari setelah berpuasa selama 8-10 jam adalah 70-110 mg/dL. Kadar gula darah sepanjang hari biasanya bertahan antara 120-140 mg/dL. Kadar gula darah yang meningkat setelah makan atau

minum akan merangsang pankreas untuk menghasilkan insulin sehingga mencegah kenaikan kadar gula darah yang lebih lanjut dan menyebabkan kadar gula darah turun secara perlahan (Saskia, 2016).

Pemeriksaan kadar gula darah yang paling banyak dilakukan adalah pemeriksaan kadar gula darah sewaktu, yaitu pemeriksaan kadar gula darah yang dapat dilakukan setiap waktu serta sepanjang hari tanpa memerhatikan makanan terakhir yang dimakan dan kondisi tubuh orang tersebut. Pemeriksaan kadar gula darah juga dapat dilakukan setelah berpuasa selama 8-10 jam yang biasa disebut dengan pemeriksaan kadar gula darah puasa (Saskia, 2016).

Metode pemeriksaan kadar gula darah dapat dilakukan dengan cara otomatis dan konvensional, dengan prinsip pemeriksaan yang biasa digunakan adalah reduksi dan enzimatis. Spesifitas tertinggi untuk pemeriksaan kadar gula darah adalah metode enzimatis karena hanya gula darah saja yang terukur kadarnya. Metode enzimatis dibagi menjadi 3 macam yaitu glukosa oksidase, glukosa dehidrogenase, dan heksokinase (Yasin, 2018).

Pemeriksaan kadar gula darah dapat menggunakan sampel darah vena dan kapiler. Darah vena yang digunakan akan dipusingkan untuk diambil serumnya sebagai sampel pemeriksaan. Sampel darah vena harus segera dipisahkan antara serum dengan sel-sel darah, karena keberadaan sel-sel darah dapat mempercepat proses metabolisme gula darah. Keberadaan sel-sel darah dapat menghidrolisa gula darah dan dapat memakan gula darah pada saat proses pengendapan (Hilda,dkk, 2011). Darah kapiler akan digunakan dalam bentuk darah lengkap tanpa pemusingan terlebih dahulu (Rosman, 2018).

C. *Point of Care Testing* (POCT)

POCT atau uji memastikan kecermatan adalah metode pemeriksaan laboratorium yang muncul pada tahun 1980 dan didefinisikan sebagai teknologi pemeriksaan uji diagnostik yang dekat dengan penderita (Widagdho, 2013). POCT juga dapat dinyatakan secara lebih luas, yaitu sebagai uji laboratorik yang dapat digunakan oleh petugas yang berlatar pendidikan bukan sebagai tenaga laboratorium atau dapat dilakukan oleh penderitanya sendiri (Yasin, 2018). POCT dapat memberikan hasil pemeriksaan yang cepat sehingga bermanfaat bagi dokter

yang merawat penderita untuk menganalisis perkembangan keadaan penderita, dapat menentukan terapi selanjutnya dan dapat memonitor hasil terapi pengobatan. POCT tidak memerlukan penanganan sampel secara khusus seperti pemusingan dan tidak memerlukan volume sampel yang banyak. POCT dapat digunakan oleh tenaga kesehatan lain seperti perawat atau bidan yang telah mengikuti pelatihan tentang penjaminan mutu pelayanan POCT (Yasin, 2018).

POCT yang dapat digunakan dengan mudah adakalanya menimbulkan pemeriksaan yang melebihi keperluan atau tidak sesuai dengan gejala klinis yang muncul pada pasien dan akan menambah biaya pemeriksaan kesehatan. Sampel pemeriksaan yang sedikit sukar untuk diketahui kualitas sampel sehingga dapat berpengaruh terhadap ketepatan hasil pemeriksaan (Widagdho, 2013).

POCT telah diterapkan dalam beberapa macam jenis pemeriksaan laboratorium antara lain, pemeriksaan kadar gula darah, asam urat, kolesterol, hemoglobin, dan trigliserida (Endiyasa, dkk, 2018). Alat yang digunakan untuk pemeriksaan laboratorium metode POCT secara umum memiliki beberapa bagian utama yaitu :

- a. Alat analiser, adalah alat yang digunakan untuk membaca kadar parameter pemeriksaan yang ada pada strip tes.
- b. Strip tes, adalah zona pemeriksaan yang mengandung reagen kimia dan digunakan sebagai tempat penetasan sampel.
- c. Kalibrator, adalah cip kode yang telah disesuaikan dengan kode pada strip tes dan dapat berupa angka yang dimasukkan ke alat secara manual (Laisouw, 2017).

Pemeriksaan laboratorium metode POCT memerlukan tata laksana seperti pemantapan mutu pelayanan dan pelatihan pengguna alat metode POCT. Beberapa hal yang dapat diperhatikan dari tata laksana di atas adalah sebagai berikut (Anonim, 2016) :

1. Pemantapan Mutu Pelayanan Metode POCT

Pemantapan mutu yang dilakukan meliputi identifikasi pasien dengan benar, pemilihan jenis tes yang sesuai dengan permintaan klinisi, jenis spesimen yang digunakan untuk pemeriksaan, pencatatan dan pelaporan hasil pemeriksaan, serta

pemantapan mutu internal (PMI). Pemantapan mutu pelayanan ini bertujuan agar hasil pemeriksaan valid dan bermutu.

Pemantapan mutu internal (PMI) dilakukan untuk menilai proses analitik yang biasa disebut dengan kontrol kualitas. Kontrol kualitas dapat dilakukan pada saat berikut :

a) Setiap Penggantian Nomor *Lot* Strip Tes

Kalibrasi harus dilakukan setiap penggantian nomor *lot* strip tes baru dengan cara memeriksa kesesuaian antara kode chip dan kode tabung strip tes. Chip yang telah sesuai kemudian dipasang pada alat POCT. Kode yang muncul pada layar alat POCT harus sesuai dengan kode chip yang telah dipasang pada alat POCT.

b) Setelah Melakukan Kalibrasi

POCT yang telah dikalibrasi harus dilanjutkan dengan kontrol kualitas untuk menilai keakuratan hasil pembacaan parameter pemeriksaan. Hasil kontrol dinyatakan gagal apabila hasil pembacaan parameter pemeriksaan berada di luar batas-batas nilai yang tertera pada tabung strip tes. Kontrol alat POCT dapat dilakukan dengan cara berikut :

- 1) Strip tes dimasukkan pada alat POCT.
- 2) Cairan kontrol sebanyak 1 tetes diteteskan pada strip tes.
- 3) Hasil pembacaan kontrol ditunggu selama beberapa saat hingga muncul pada layar alat POCT.
- 4) Nilai pembacaan kontrol yang tercantum pada layar alat POCT harus berada di dalam batas-batas nilai pada tabung strip tes.

c) Setelah Penggantian Suku Cadang Alat

Pemeliharaan alat metode POCT harus dilakukan secara teratur mengikuti buku panduan yang dikeluarkan oleh perusahaan. Penggantian suku cadang alat harus dilakukan oleh perusahaan atau mitra perusahaan tempat produksi alat metode POCT.

2. Pelatihan Pengguna Alat Metode POCT

Kesalahan yang sering terjadi pada pemeriksaan metode POCT bersumber dari operator atau pengguna POCT yang belum mendapat pelatihan tentang

penjaminan mutu pelayanan dan tidak memiliki latar belakang pendidikan sebagai tenaga laboratorium.

Program pelatihan disusun dan dilaksanakan oleh laboratorium. Program pelatihan yang biasa dilakukan yaitu :

a) Pengertian Tentang Manfaat Pemeriksaan Metode POCT

Manfaat-manfaat metode POCT harus disampaikan untuk memberikan rasa percaya kepada pengguna maupun penerima jasa sebagai pertimbangan perlu dilakukannya pemeriksaan dengan metode POCT. Penyampaian manfaat tersebut harapannya juga dapat dirasakan secara langsung oleh pengguna metode POCT. Manfaat-manfaat penggunaan metode POCT juga diperlukan sebagai bahan pertimbangan dalam pemilihan dan perencanaan jenis alat metode POCT yang diperlukan oleh pengguna maupun fasilitas kesehatan (Anonim, 2016).

Pemeriksaan laboratorium sebagai penegak diagnosa sangat diperlukan untuk menentukan terapi pengobatan, menganalisis perkembangan penderita, maupun memonitor hasil pengobatan. Pasien atau penderita dengan keadaan gawat darurat adakalanya memerlukan pemeriksaan laboratorium yang dapat memberikan hasil dalam waktu singkat, sehingga perlu memilih jenis dan metode pemeriksaan yang tepat. Pemeriksaan laboratorium metode POCT menjadi solusi yang dapat diandalkan apabila dalam pelaksanaannya sesuai dengan pedoman praktik laboratorium yang baik dan benar (Kurniawan, 2014).

b) Pemantapan Mutu Pemeriksaan Metode POCT

Pemantapan mutu pemeriksaan diperlukan agar hasil pemeriksaan laboratorium valid dan akurat. Keakuratan hasil pemeriksaan dipengaruhi oleh proses pra analitik, analitik dan pasca analitik yang sesuai dengan pedoman praktik laboratorium yang baik dan benar (Furqon, dkk, 2016).

Prosedur kalibrasi dan kontrol kualitas dilakukan sesuai buku panduan yang dikeluarkan oleh perusahaan alat pemeriksaan. Kegiatan kalibrasi dan kontrol kualitas pemeriksaan metode POCT diharapkan mampu meningkatkan validitas hasil pemeriksaan dengan metode POCT (Anonim, 2016).

c) Pra Analitik Pemeriksaan Metode POCT

Proses pra analitik merupakan tahap persiapan awal yang dapat memengaruhi proses analitik selanjutnya. Pra analitik meliputi persiapan pasien dan pengumpulan sampel pemeriksaan. Pra analitik pemeriksaan metode POCT yang berkaitan dengan persiapan pasien disesuaikan dengan parameter pemeriksaan. Puasa sesuai anjuran petugas laboratorium dan menghentikan konsumsi obat-obatan tertentu yang dapat memengaruhi hasil pemeriksaan adalah beberapa contoh persiapan pasien sebelum melakukan pemeriksaan laboratorium (Anonim, 2018).

Proses pra analitik yang dilaksanakan oleh petugas dapat digunakan sebagai bahan penilaian tentang keakuratan hasil pemeriksaan. Proses pra analitik juga digunakan oleh petugas atau penyedia layanan sebagai acuan dalam menangani ketidaksesuaian hasil pemeriksaan laboratorium (Riswanto, 2010).

d) Analitik Pemeriksaan Metode POCT

Proses analitik pemeriksaan metode POCT digunakan untuk menentukan prosedur pemeriksaan atau cara kerja yang harus dilakukan oleh pengguna alat metode POCT. Prosedur pemeriksaan metode POCT disusun dan disesuaikan dengan buku panduan yang dikeluarkan oleh perusahaan alat metode POCT (Anonim, 2018).

e) Pasca Analitik Pemeriksaan Metode POCT

Pasca analitik pemeriksaan metode POCT yaitu, pelaporan hasil pemeriksaan dan dokumentasi hasil pemeriksaan. Data hasil pemeriksaan POCT harus tercatat dan diarsipkan sesuai ketentuan penyimpanan dokumentasi di laboratorium. Hasil pemeriksaan metode POCT dilaporkan kepada dokter yang menangani penderita disertai nilai kritis pemeriksaan (Anonim, 2016).

f) Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) Metode POCT

Kesehatan dan keselamatan kerja tetap dilaksanakan pada saat pemeriksaan laboratorium metode POCT. Bahan atau sampel pemeriksaan yang berasal dari pasien harus dianggap infeksius dan diperlakukan sebagai bahan infeksius. Prosedur K3 dilakukan guna mencegah infeksi yang didapat di rumah sakit (nosokomial) dan timbulnya kecelakaan kerja. Pengguna atau operator alat

metode POCT harus menerapkan kewaspadaan standar dengan menerapkan prosedur K3 seperti, menggunakan alat pelindung diri (APD), menggunakan jarum sekali pakai, serta melakukan tindakan desinfeksi sesuai prosedur (Anonim, 2016).

Peralatan habis pakai yang telah digunakan untuk pemeriksaan metode POCT termasuk ke dalam limbah medis dan harus dibuang pada tempat pembuangan yang sesuai peraturan pengelolaan limbah medis. Limbah medis memerlukan penanganan yang lebih khusus guna menghindari penyebaran penyakit (Anonim, 2016).

D. Pemeriksaan Kadar Gula Darah Sewaktu dengan Metode POCT

Pemeriksaan kadar gula darah sewaktu metode POCT dapat dilakukan dengan alat glukometer. Glukometer dapat mengukur kadar gula darah hanya dengan sampel darah kapiler tanpa eritrosit dilisiskan atau dalam bentuk darah lengkap. Penggunaan glukometer dalam dunia kesehatan hanya sebatas untuk monitoring atau pemantauan kadar gula darah bukan untuk mendiagnosis diabetes melitus (DM) (Anonim, 2018). Prinsip kerja dari glukometer adalah glukosa oksidase dengan mekanisme ketika darah diteteskan pada zona strip tes yang telah disambungkan dengan alat akan terjadi reaksi oksidasi antara gula darah dalam sampel darah dengan reagen pada strip tes. Reaksi oksidasi yang terjadi akan menimbulkan arus listrik yang besarnya setara dengan kadar gula darah dalam sampel dan dikonversi dalam bentuk angka untuk kemudian ditampilkan pada layar glukometer (Menisasti,dkk, 2017).

Pemeriksaan kadar gula darah metode POCT selain menggunakan glukometer juga dapat menggunakan alat POCT *3 in 1* yang digunakan untuk 3 parameter pemeriksaan yaitu kadar gula darah, asam urat dan kolesterol. POCT *3 in 1* memerlukan prosedur yang lebih jelas tentang parameter pemeriksaan yang harus dilakukan terlebih dahulu, karena berhubungan dengan waktu pembacaan alat, stabilitas zat yang akan diperiksa pada sampel, dan volume sampel darah kapiler yang dibutuhkan untuk setiap parameter pemeriksaan. Buku panduan kepemilikan alat POCT *3 in 1* menganjurkan bahwa prioritas pemeriksaan dimulai

dari pemeriksaan kadar gula darah, kemudian kolesterol dan asam urat (Anonim, 2013).

Prosedur pemeriksaan kadar gula darah sewaktu dengan POCT harus tetap dilaksanakan sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) untuk menjaga validitas hasil pemeriksaan. Kondisi pasien tertentu dapat memengaruhi keakuratan hasil pemeriksaan sehingga perlu diperhatikan sebelum dilakukannya pemeriksaan kadar gula darah, seperti pada pasien dengan keadaan hematokrit tinggi dapat menyebabkan hasil pemeriksaan gula darah rendah palsu karena dapat memperlambat proses difusi sampel darah pada lapisan strip tes pemeriksaan. Status oksigenasi yang tinggi pada pasien dengan terapi oksigen dan sampel darah dengan pH asam (<6.95) juga dapat menyebabkan penurunan kadar gula darah secara palsu khususnya pada alat metode POCT dengan prinsip kerja glukosa oksidase (Atmojo, 2016).

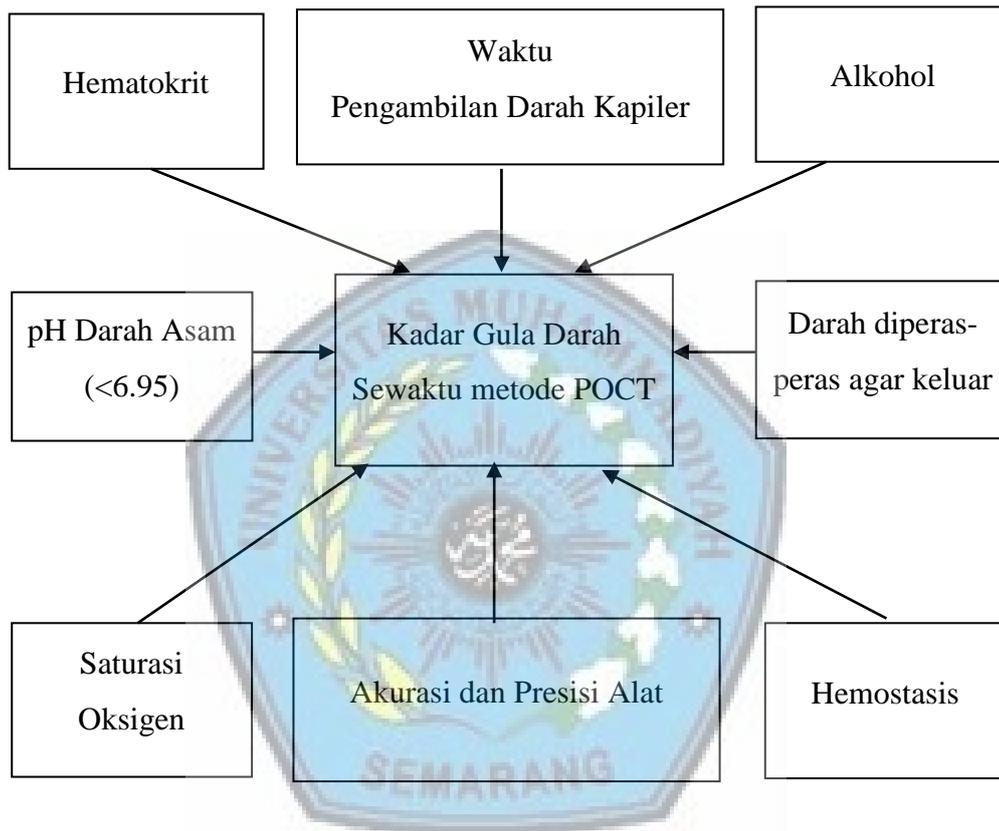
Sampel darah kapiler sebagai bahan pemeriksaan dengan metode POCT *3 in 1* hanya dilakukan sekali penusukan pembuluh darah kapiler untuk ketiga parameter pemeriksaan, sehingga selama menunggu alat POCT *3 in 1* membaca kadar parameter pemeriksaan, darah kapiler dibiarkan berada di atas permukaan jari tangan, hal tersebut secara tidak langsung sampel darah kapiler mengalami penundaan dan dapat memicu terjadinya bekuan darah. Gula darah yang rentan terhadap proses glikolisis dikhawatirkan mengalami penurunan kadar saat sampel darah kapiler berada di atas permukaan jari tangan. Bekuan darah yang terjadi juga dapat memengaruhi proses difusi sampel darah kapiler pada lapisan strip tes pemeriksaan kadar gula darah metode POCT (Anonim, 2013).

Beberapa contoh lain terkait kesalahan teknis yang dapat memengaruhi hasil pemeriksaan kadar gula darah dengan metode POCT, yaitu (Laisouw, 2017) :

- 1) Penusukan yang dilakukan sebelum alkohol mengering dapat menyebabkan hemolisis dan pengenceran sampel darah sehingga sulit untuk dihisap strip tes.
- 2) Tidak membersihkan tetesan darah pertama dengan kapas kering, sehingga dapat menyebabkan kadar gula darah rendah palsu karena tetes darah pertama masih mengandung banyak cairan jaringan.

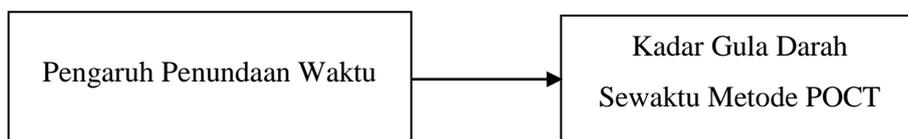
- 3) Terjadi bekuan darah karena terlalu lambat bekerja serta tidak memerhatikan prioritas pemeriksaan yang harus dilakukan terlebih dahulu.
- 4) Penusukan yang kurang dalam sehingga sampel harus diperas-peras agar keluar dan dapat menyebabkan hemolisis.

E. Kerangka Teori



Gambar 1. Kerangka Teori

F. Kerangka Konsep



Gambar 2. Kerangka Konsep

G. Hipotesis

Ada pengaruh penundaan waktu terhadap kadar gula darah sewaktu dengan metode POCT.

