

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Tinjauan Teori**

##### **1. Glukosa Darah**

Glukosa berperan sebagai sumber energi utama bagi jaringan. Penggunaannya sebagai energi diatur oleh hormon-hormon seperti insulin, kortisol, dan glukagon. Sebagian besar jaringan dan organ, terutama otak, membutuhkan pasokan glukosa secara terus-menerus sebagai sumber energi (Fristiohady, 2020).

Glukosa didapatkan dari makanan, dimana diangkut melalui dinding sel menuju sel hati atau jaringan lain, lalu diubah menjadi asam lemak, asam amino, dan glikogen, atau dioksidasi dalam berbagai jalur katabolik sel (Fristiohady, 2020).

Setelah glukosa diserap oleh sel-sel tubuh, konsentrasi glukosa dalam darah secara bertahap kembali ke tingkat normal. Tujuan utamanya adalah menjaga konsistensi kadar glukosa dalam aliran darah untuk memastikan pasokan energi yang konstan bagi sel-sel tubuh. Glukosa terus-menerus digunakan oleh sel-sel tubuh dan kebutuhannya akan meningkat sejalan dengan peningkatan aktivitas (Lieske & Zeibig, 2018).

Glukosa dapat diukur dari serum, plasma, atau darah utuh. Saat ini, sebagian besar pengukuran glukosa dilakukan pada serum atau plasma. Konsentrasi glukosa secara keseluruhan darah kira-kira 11% lebih rendah dari konsentrasi glukosa plasma. Serum atau plasma harus dipisahkan dari sel dalam waktu 1 jam untuk mencegah hilangnya glukosa dalam jumlah besar oleh fraksi sel, khususnya biasanya jika jumlah sel darah putih meningkat (Bishopdkk., 2010).

##### **a. Metabolisme Glukosa**

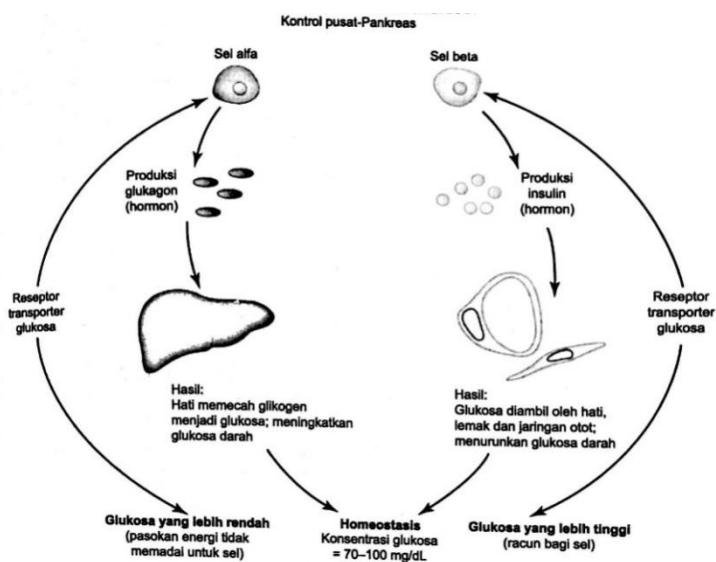
Metabolisme glukosa merupakan suatu proses untuk menghasilkan energi yang dapat digunakan oleh seluruh tubuh. Proses metabolisme glukosa

dimulai dari pencernaan di mulut atau biasa disebut pencernaan mekanik, yaitu proses mengunyah makanan menggunakan gigi dan pencernaan kimiawi menggunakan enzim ptialin (Nugraha, 2022).

Metabolisme glukosa melibatkan berbagai proses, termasuk glikolisis, glikogenesis, glikogenolisis, dan glukoneogenesis. Sekresi hormon tertentu dalam tubuh mengatur proses tersebut dengan mengaktifkan enzim-enzim yang bertanggung jawab dalam sintesis glikogen, pemecahan glikogen, dan pembentukan glukosa.

- 1) Metabolisme glukosa dapat dikategorikan menjadi dua jenis, yaitu yang berlangsung tanpa oksigen (anaerob) dan yang menggunakan oksigen (aerob). Pada reaksi anaerob, glukosa diubah menjadi asam laktat melalui rangkaian reaksi yang dikenal sebagai glikolisis (Poejiadi, 2012).
- 2) Glikogenesis adalah pembuatan glikogen dari glukosa. Hal ini terjadi akibat kenaikan kadar glukosa setelah makan, yang mengakibatkan pankreas melepaskan hormon insulin dan menyebabkan otot dan hati menyimpan glukosa sebagai glikogen. Proses glikogenesis kemudian diawali oleh enzim glikogen sintase (Hall. 2010).
- 3) Glikogenolisis merupakan suatu proses peningkatan kadar glukosa darah yang memicu terjadinya pemecahan glikogen menjadi glukosa di dalam hati dan otot. Proses ini dipicu oleh hormon glukagon, yang merangsang glikogen diubah kembali menjadi glukosa guna menyediakan energi yang dibutuhkan oleh tubuh. Glikogenolisis terjadi di hati, yang memiliki enzim untuk mengatur baik proses pemecahan (katabolisme) maupun sintesis (anabolisme) karbohidrat (Nugraha, 2022).
- 4) Glukoneogenesis merupakan peristiwa konversi asam amino dan asam lemak menjadi glukosa (Nugraha, 2022). Glukoneogenesis merupakan proses pembentukan glukosa dengan menggunakan sumber-sumber non karbohidrat. Asam piruvat merupakan molekul yang paling umum digunakan untuk sintesis glukosa.meskipun oksaloasetat dan dihidroksi

aseton fosfat juga dapat mengalami proses glukoneogenesis. Proses ini utamanya terjadi di hati, dengan sejumlah kecil terjadi di korteks ginjal. Glukoneogenesis menunjukkan aktivitas yang relatif rendah di otak, otot rangka, otot jantung, serta beberapa jaringan lainnya. Sebaliknya, organ dengan kebutuhan glukosa yang tinggi seperti hati berperan aktif dalam proses glukoneogenesis. Hal ini berkontribusi untuk menjaga keseimbangan kadar glukosa darah dalam batas normal (Murray. 2016).



Sumber: Buku Ajar LaboratoriumKlinis (Lieske &Zeibig, 2018)

Gambar 2.1 : Pengaturan Kadar Glukosa Darah

### b. Hipoglikemia dan Hiperglikemia

Hipoglikemia merupakan abnormalitas dimana terjadinya kadar glukosa mengalami penurunan dibawah kadar normal. Hal ini dapat mengganggu sistem fungsi organ. Gejala terjadinya hipoglikemia adalah merasa lemah, pusing, bingung, lapar. Selain itu sakit kepala, gemetar, keringat, peningkatan debaran jantung, dan demam (Fristiohady, 2020).

Hiperglikemia merupakan kondisi medis yang ditandai dengan peningkatan kadar glukosa darah diatas normal yang menjadi ciri khas beberapa penyakit terutama diabetes mellitus serta berbagai kondisi lainnya (Adi, 2021). Peningkatan kadar glukosa darah (hiperglikemia) atau intoleransi glukosa, dengan kadar glukosa puasa melebihi 120 mg/dL, dapat terjadi pada

berbagai kondisi medis seperti sindrom *Cushing* (ditandai dengan pembengkakan wajah), stress akut, feokromositoma, penyakit hati kronis, defisiensi kalium, penyakit kronis lainnya, dan sepsis (Sosialine, 2011).

c. Diabetes Melitus

Diabetes Melitus (DM) atau yang biasa disebut dengan kencing manis merupakan penyakit gangguan metabolisme tubuh yang menahun akibat hormon insulin dalam tubuh yang tidak dapat digunakan secara efektif dalam mengatur keseimbangan gula darah sehingga meningkatkan konsentrasi kadar gula di dalam darah (hiperglikemia) (Febrinasari, 2020).

Diabetes mellitus (DM) merupakan manifestasi klinik dari gangguan metabolismik yang ditandai dengan tingginya kadar glukosa darah (hiperglikemia) yang berhubungan dengan abnormalitas pada metabolism karbohidrat, lemak, dan protein. Diabetes mellitus dapat menyebabkan komplikasi kronis termasuk gangguan mikrovaskular, makrovaskular, dan neuropati. Diabetes mellitus terbagi menjadi:

- 1) Diabetes Mellitus (DM) Tipe 1 merupakan DM yang biasanya terjadi pada masa kanak-kanak atau dewasa awal. Kondisi ini berkaitan dengan gangguan autoimun yang merusak sel beta ( $\beta$ ) pankreas.
- 2) Diabetes Mellitus (DM) Tipe 2 merupakan DM yang terjadi akibat oleh resistensi insulin serta penurunan sekresi insulin.
- 3) Diabetes Mellitus gestational merupakan intoleransi glukosa yang terjadi selama kehamilan. Sementara itu, MODY (Maturity-onset diabetes of youth) merupakan gangguan sekresi insulin yang terjadi pada usia muda dengan sedikit atau tanpa resistensi insulin (Febrinasari, 2020).

Diagnosis DM didasarkan pada pemeriksaan kadar glukosa darah. Tes pemeriksaan glukosa darah yang dianjurkan melibatkan penggunaan teknik enzimatik dengan sampel plasma darah dari vena. Pemantauan respon pengobatan dapat dilakukan dengan menggunakan glukometer. Penting untuk dicatat bahwa diagnosis DM tidak dapat didasarkan hanya pada keberadaan

glukosuria (Adi S, 2021).

Tabel : Kriteria skrining prediabetes dan diabetes

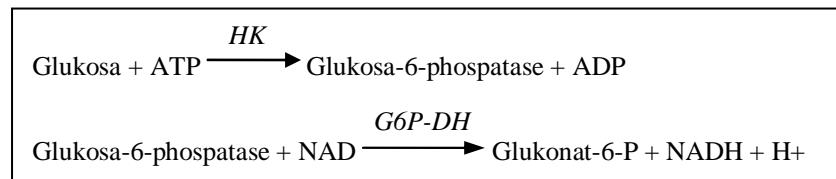
No	Kriteria	Prediabetes	Diabetes
1	Glukosa 2 Jam Post-Pandrial (GD2PP)	140 - 199 mg/dL	$\geq 200$ mg/dL
2	Glukosa Darah Puasa (GDP)	100 - 125 mg/dL	$\geq 126$ mg/dL
3	Glukosa Darah Sewaktu (GDS)	-	$\geq 200$ mg/dL

Sumber : American Diabetes Assosition, 2022

d. Metode Enzimatik Pemeriksaan Glukosa

Pengukuran kadar glukosa dilakukan dengan berbagai macam metode enzimatik. Metode hexokinase/ glucose-6phosphate dehydrogenase (G6PD) merupakan metode yang dikembangkan oleh American Association for Clinical Chemistry yang telah diterima sebagai metode standar penentuan kadar glukosa. Selain itu metode reduksi tembaga, metode o-toluidine, uji glukosa oksidase, dan uji glukosa oksidase dan peroksidase (GOD-POD) (Febrinasari, 2020).

Metode pemeriksaan kadar glukosa dengan heksokinase merupakan teknik yang direkomendasikan oleh WHO (World Health Organization) dan IFCC (International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine). Prinsip pemeriksaan ini adalah heksokinase mengkatalisis reaksi fosforilasi glukosa dengan ATP, menghasilkan glukosa-6-fosfat dan ADP (adenosine difosfat). Selanjutnya, enzim glukosa-6-fosfat dehydrogenase mengkatalisis oksidasi glukosa glukosa-6-fosfat dengan *Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate* (NADP<sup>+</sup>). Metode ini dianggap lebih baik karena melibatkan dua enzim yang spesifik, tetapi memiliki biaya yang lebih tinggi dibandingkan metode GOD-PAP (Nugraha, 2022).



Sumber : Glukose Reagen Kit Hexokinase Methode (Dirui, 2024)

Gambar 2.2 : Reaksi Heksokinase

e. Jenis Pemeriksaan Glukosa

1) Glukosa Puasa

Sebagian besar laboratorium memeriksa kadar glukosa darah pada plasma atau serum, dari pada darah utuh. Pasien harus berpuasa sebelum pemeriksaan, yang berarti tidak makan atau minum apapun selain air putih, dan tidak menggunakan obat sebelumnya. Kadar glukosa puasa serum atau plasma yang normal biasanya berada antara 70 hingga 100 mg/dL. Pasien dengan kadar glukosa darah puasa berkisar 100 hingga 125 mg/dL dikategorikan mengalami gangguan glukosa puasa, yang menandakan kondisi prediabetes. Jika hasilnya sama atau melebihi 125 mg/dL, itu dianggap sebagai indikasi diabetes (Lieske & Zeibig, 2018).

2) Glukosa Sewaktu

Pemeriksaan Glukosa Darah Sewaktu (GDS), juga dikenal sebagai *Random Blood Glucose* (RBG) adalah pengukuran kadar glukosa darah yang dapat dilakukan kapan saja. Pemeriksaan ini sering digunakan sebagai alat skrining untuk diabetes, dan juga digunakan secara rutin untuk memantau kadar glukosa darah pasien diabetes di rumah (Nugraha & Badrawi, 2018).

Jika hasil pengukuran glukosa sewaktu pasien menunjukkan gejala yang setara atau lebih dari 200 g/dL, maka pasien tersebut diklasifikasikan sebagai penderita diabetes sesuai dengan criteria *American Diabetes Association* (ADA) (Lieske & Zeibig, 2018).

3) Glukosa *Post Prandial*

*Post prandial* merujuk pada kejadian setelah makan atau sesudah waktu makan yang menggambarkan pemeriksaan glukosa yang dilakukan dalam konteks pasca-makan. Hal ini bias berarti pengambilan sampel darah pada waktu tertentu setelah makan atau bahkan pada interval tertentu setelah konsumsi minuman yang kaya glukosa. Untuk orang yang tidak memiliki diabetes, nilai ideal untuk glukosa darah adalah

kurang dari 140 mg/dL setelah 2 jam makan, sementara bagi penderita diabetes, penting untuk menjaga kadar glukosa di bawah 180 mg/dL pada waktu yang sama setelah makan. Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) yang disarankan oleh *National Institute of Health* dianggap lebih sensitive dalam mendeteksi kondisi prediabetes melalui evaluasi kadar glukosa saat puasa (Lieske & Zeibig, 2018).

Berbagai faktor dapat memengaruhi hasil dari tes toleransi glukosa oral (OGTT). Salah satunya adalah penggunaan obat-obatan tertentu seperti dosis tinggi salisilat, diuretik, atau antikonvulsan. Selain itu, kondisi medis seperti masalah dalam saluran pencernaan seperti malabsorpsi, riwayat operasi pada sistem pencernaan, kecenderungan muntah, serta gangguan endokrin, semuanya bias berdampak pada hasil dari OGTT (Bishop dkk.,2010).

#### 4) Hemoglobin Terglikolisis (HbA1c)

HbA1C merupakan molekul glukosa yang terikat secara kovalen dengan hemoglobin. Pengukuran kadar HbA1C dilakukan untuk mengukur kadar glukosa darah rata-rata 2- 3 bulan sesuai dengan waktu hidup eritrosit. Kadar HbA1C di atas 6,5% mencerminkan tingginya kadar glukosa dalam darah selama rata-rata tiga bulan. Oleh karena itu, HbA1C digunakan sebagai penanda dalam menegakkan diagnosis diabetes mellitus (Febrinasari, 2020).

Pengukuran kadar HbA1C dapat dilakukan dengan cara: immunoassay, HPLC (High Performance Liquid Chromatography/ kromatografi cair k/pinerja tinggi), dan uji enzimatik. Immunoassay bekerja dengan menggunakan antibody spesifik yang mengenali struktur N-terminal glycated amino acid dari rantai Hb  $\beta$ ; HPLC bekerja dengan memisahkan HbA1C dengan hemoglobin lainnya; dan metode enzimatik dengan mengukur HbA1C dengan menggunakan enzim yang secara spesifik memecah N-terminal valine HbA1C (Febrinasari, 2020).

## 2. Sample Glukosa Darah

### 1) Serum

Darah yang telah menggumpal akan dimasukkan ke dalam sentrifuge dan diputar. Komponen cairannya yang dihasilkan disebut serum. Serum merupakan bagian dari cairan yang tidak lagi mengandung faktor pembekuan, karena faktor-faktor ini telah digunakan dalam pembentukan gumpalan darah di dalam tabung (Lieseke & Zeibig, 2018). Sample serum dapat digunakan untuk pemeriksaan glukosa darah, tetapi harus sudah dipisahkan sebelum mencapai waktu 30 menit setelah pengambilan karena dikhawatirkan glukosa akan teroksidasi oleh sel-sel darah (Nugraha, 2022). Hal ini terjadi akibat durasi kontak yang terlalu lama antara dinding tabung dan sel-sel darah dapat menyebabkan perubahan kimia dalam serum yang dapat mempengaruhi hasil uji. Untuk memisahkan serum secara sempurna dari sel-sel, specimen perlu disentrifugasi selama minimal 10 menit. Setelah itu, serum dapat dipisahkan dari spesimen dan dipindahkan ke dalam tabung lain untuk proses selanjutnya (Lieseke & Zeibig, 2018).

### 2) Plasma

Plasma merupakan cairan yang berasal dari sampel darah yang diambil dengan menggunakan tabung yang telah ditambahkan aditif untuk mencegah pembekuan darah (antikoagulan). Seperti proses pengambilan sampel serum, sampel plasma perlu dicampur dengan baik dan segera disentrifugasi untuk melanjutkan pengolahan lebih lanjut (Lieseke & Zeibig, 2018).

### 3) Darah Lengkap (Whole Blood)

Darah lengkap merupakan darah yang mengandung seluruh komponen darah secara utuh dengan kondisinya yang menyerupai darah di dala. Jika spesimen darah lengkap didiamkan terlalu lama, pengendapan sel-sel darah akan memisahkan darah dari plasma, yang membuatnya perlu dicampur kembali sebelum dapat diperiksa (Nugraha, 2021).

### 3. Antikoagulan

Antikoagulan merupakan obat yang berfungsi mencegah pembekuan darah dengan menghambat aktivitas beberapa faktor pembekuan darah (Chairani, 2018).

Antikoagulan mencegah pembekuan darah dengan mengikat kalsium atau menghambat pembentukan trombin yang berperan dalam mengubah fibrinogen menjadi fibrin dalam proses koagulasi (Infolabmed, 2019).

Penggunaan antikoagulan terbagi menjadi dua, yakni penggunaan dalam tubuh makhluk hidup (*invivo*) dan di luar tubuh atau dalam tabung reaksi (*invitro*). Penggunaan *invivo* bertujuan untuk keperluan pengobatan guna mencegah pembentukan gumpalan darah pada kondisi tertentu, sementara penggunaan *invitro* bertujuan untuk memperoleh plasma untuk analisis komponen spesifik dalam darah (Sadikin, 2001).

Antikoagulan Natrium Fluorida (NaF) yang berfungsi sebagai pengawet glukosa. Natrium fluorida berperan sebagai agen glikolitik, membantu menjaga stabilitas kadar glukosa dalam sampel untuk periode tertentu setelah pengambilan. Tabung ini biasanya tidak digunakan untuk pengujian kimia umum, melainkan secara khusus dirancang untuk pengujian kadar glukosa (Lieseke & Zeibig, 2018).

### 4. Faktor Yang Mempengaruhi Penurunan Kadar Glukosa Darah

Faktor yang mempengaruhi penurunan kadar glukosa darah dalam serum ketika diperiksa dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu faktor biologis dan faktor teknis atau analitis. Faktor biologis terkait dengan kondisi pasien dan proses pre-analitik sebelum sample diuji, sedangkan faktor teknis berhubungan dengan proses analisis yang dilakukan di laboratorium.

#### a) Faktor Biologis

##### 1) Waktu Pengambilan Sample

Pentingnya waktu pengambilan sampel darah tidak bisa diabaikan. Misalnya, jika spesimen harus diambil saat pasien sedang berpuasa, informasi kepada pasien mengenai persiapan sebelum pengambilan

sampel menjadi kunci (Lieseke & Zeibig, 2018). Jika pasien puasa terlalu lama sebelum pengambilan sample, kadar gula darah serum bisa turun karena tubuh telah menghabiskan cadangan glukosa (Bishop, 2010)

#### 2) Aktifitas fisik

Aktivitas berat sebelum pengambilan sampel meningkatkan penggunaan glukosa otot, sehingga menurunkan kadar glukosa darah dalam serum (Burtiz, 2014).

#### 3) Makanan dan Minuman

Makanan yang mengandung banyak energi, seperti gula, dan makanan yang mengandung karbohidrat sederhana dapat meningkatkan berat badan, sehingga bisa menyebabkan obesitas. Keadaan obesitas dapat menyebabkan resistensi insulin dan gangguan toleransi glukosa yang jika terjadi dalam jangka waktu lama dapat berisiko menimbulkan komplikasi kesehatan (ADA, 2022).

#### 4) Penyakit

Gangguan metabolisme seperti diabetes melitus dan tirotoksikosis, merupakan penyakit yang berdampak pada kadar glukosa darah. Hormon tiroid memainkan peran penting dalam mengatur pertumbuhan sel, perkembangan tubuh, dan metabolisme energi. Pada kondisi tirotoksikosis, kadar hormon tiroid yang tinggi dapat meningkatkan kadar glukosa darah. Hal ini terjadi melalui mekanisme percepatan pemanfaatan glukosa oleh tubuh, peningkatan proses glukoneogenesis, percepatan penyerapan glukosa dari saluran cerna, serta pengaruhnya terhadap sekresi insulin yang terlibat dalam metabolisme karbohidrat (Guyton and Hall, 2014).

#### 5) Penggunaan Obat

Obat hipoglikemik seperti insulin atau sulfonylurea yang dikonsumsi pasien sebelum pengambilan sample dapat menyebabkan kadar glukosa rendah (Adi, 2021)

b) Faktor Teknis dan Analitis

1) Penanganan Sample Yang Tidak Tepat

Pengumpulan darah dalam tabung bekuan untuk analisis kimiawi serum dapat menyebabkan metabolisme glukosa dalam sample oleh sel-sel darah hingga pemisahan dilakukan melalui sentrifugasi. Jika jumlah sel darah sangat tinggi, glikolisis yang berlebihan dapat terjadi dan mengakibatkan penurunan kadar glukosa yang signifikan (Nugraha, 2017).

Eritrosit memetabolisme glukosa melalui glikolisis, konsentrasi glukosa darah dapat menurun sebanyak 10 mg/dL per jam. Untuk mencegah ini, apabila terjadi penundaan pemeriksaan sebaiknya menggunakan tabung vakum yang disertai gel separator sebagai wadah penampung sampel sehingga serum terpisah dari sel darah (Nugraha, 2017).

2) Suhu Penyimpanan

Suhu lingkungan tempat penyimpanan darah sebelum pemisahan turut memengaruhi laju glikolisis (Trisyani, 2020). Kondisi sample menjadi faktor yang berpengaruh besar terhadap hasil pemeriksaan. Hal ini dapat diatasi dengan menambahkan bahan pengawet seperti Natrium Fluorida (NaF) dalam pemeriksaan kadar glukosa darah (Burtis, 2012).

3) Interferensi Analitik

Serum dapat memberikan pengaruh terhadap hasil pengukuran kadar glukosa darah. Serum yang digunakan dalam pemeriksaan harus dalam keadaan yang jernih artinya sudah terpisah antara komponen darah yang lain. Kondisi yang keruh dapat mengganggu pemeriksaan kimia darah karena terhalangnya proses pencahayaan pada spektrofotometer atau alat lain dengan prinsip yang serupa. Kekeruhan diakibatkan karena adanya peningkatan konsentrasi lipoprotein dalam darah sehingga serum menjadi lipemik dan dapat mengganggu penyerapan serta penghamburan cahaya (Sugiarti, 2021). Sampel serum yang digunakan

untuk pemeriksaan glukosa tidak boleh mengalami hemolysis, karena hemolisis dapat memengaruhi hasil pemeriksaan (Adi, 2021)

##### 5. Pemeriksaan Glukosa dengan Alat Chemistry Autonalyzer

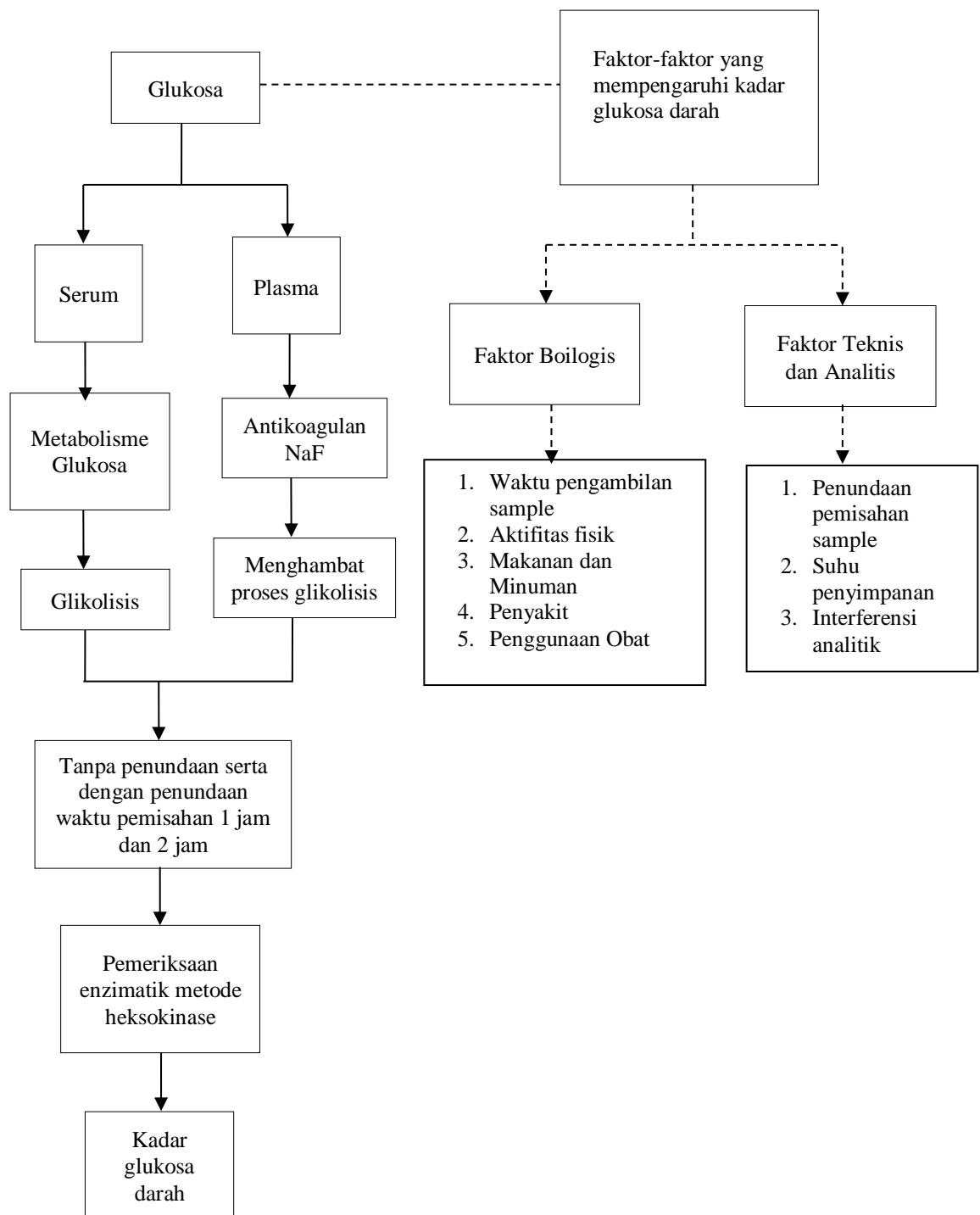
Chemistry autoanalyzer merupakan alat laboratorium yang dirancang untuk mengukur konsentrasi metabolit tertentu, elektrolit, protein, atau obat dalam serum, plasma, urine, ciran serebrospinal, serta cairan tubuh lainnya. Alat ini membantu praktisi dalam menegakkan diagnosis yang akurat dan menentukan terapi yang tepat (Jenica, 2019).

Chemistry autoanalyzer mampu mengukur konsentrasi glukosa dalam waktu singkat, hanya dalam beberapa menit. Kelebihan dari chemistry autoanalyzer adalah mampu mengerjakan lebih banyak sample pasien dalam waktu yang bersamaan. Alat ini dapat bekerja berdasarkan prinsip fotometri atau spektrofotometri, tergantung pada model dan metode yang diterapkan. (Zaetun, 2014).

Spektrofotometer adalah metode yang digunakan untuk mengukur konsentrasi suatu zat kimia dengan menganalisis jumlah cahaya yang diserap oleh larutan sample. Alat ini menghasilkan sinar dengan panjang gelombang tertentu. Keunggulan utama spektrofotometri adalah kemampuannya dalam menganalisis zat dalam jumlah kecil dengan cara sederhana. Selain itu, metode ini memberikan hasil yang cukup akurat, dimana nilai yang terbaca langsung dicatat oleh detektor dalam bentuk angka digital atau grafik yang telah diregresikan (Mubarok, 2021).

Prinsip kerja spektrofotometer didasarkan pada kenyataan bahwa setiap senyawa kimia dapat menyerap atau memantulkan cahaya maupun radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang tertentu. Intensitas cahaya yang diserap (absorbansi) berbanding lurus dengan konsentrasi zat dalam larutan yang ditempatkan di dalam kuvet. Larutan dimasukkan ke dalam kuvet, kemudian cahaya akan melewati larutan tersebut (Mubarok, 2021).

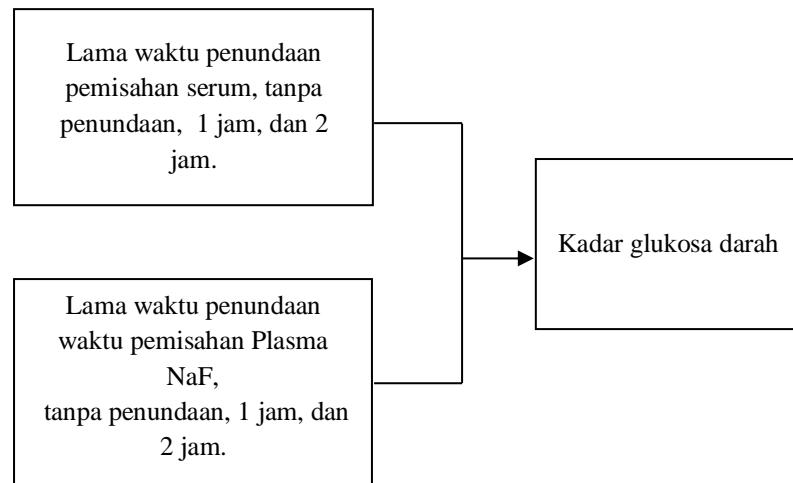
## B. Kerangka Teori



Sumber : (Kasimo, 2020), (Murray, 2016), (Poejiadi, 2012)

Gambar 2.3 : Kerangka Teori

### C. Kerangka Konsep



Gambar 2.4 : Kerangka Konsep

### D. Hipotesis

- $H_0$  : Tidak terdapat perbedaan kadar glukosa darah dalam serum dan plasma NaF tanpa penundaan serta dengan waktu penundaan pemisahan 1 jam dan 2 jam.
- $H_1$  : Terdapat perbedaan kadar glukosa darah dalam serum dan plasma NaF tanpa penundaan serta dengan waktu penundaan pemisahan 1 jam dan 2 jam.