

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Diabetes Melitus (DM) adalah suatu kondisi penyakit yang dicirikan oleh adanya kadar glukosa yang tinggi dan disertai gangguan metabolisme pada karbohidrat, lemak dan protein. Kondisi ini terkait dengan kekurangan insulin, baik secara absolut maupun relatif, yang mempengaruhi sekresi dan fungsi insulin (Kusuma dkk., 2022). Berdasarkan data *International Diabetes Federation* (IDF) prevalensi diabetes melitus *global* pada usia 20-79 tahun pada tahun 2021, diperkirakan 10,5% (536,6 juta orang) meningkat menjadi 12,2% (783,2 juta) pada 2045 (IDF, 2021). Data dari Pemerintahan Kota Yogyakarta, Puskesmas Mantrijeron, Kota Yogyakarta mencatat pasien DM di sepanjang tahun 2023 mencapai 1.029 orang, sementara itu pada tahun 2024 hingga bulan Juli, tercatat jumlah pasien DM sebanyak 829 orang (Pemerintahan Kota Yogyakarta, 2024).

Kadar glukosa yang tinggi (Hiperglikemia) dapat mempengaruhi fungsi hati. Hati memiliki peran penting dalam sintesis albumin yang merupakan protein utama plasma. Pada pasien diabetes melitus, kondisi hiperglikemia dapat menyebabkan stres oksidatif dan inflamasi yang berdampak pada fungsi hati. Penurunan fungsi hati akibat diabetes melitus dapat menghambat proses sintesis albumin, sehingga kadar albumin serum menjadi rendah (Puteri, 2023). Selain itu, kadar glukosa yang tinggi secara

kronis dapat merusak membran penyaring ginjal (kapsula bowman), yang menyebabkan kebocoran protein urin (Albuminuria) (Anita, 2016).

Hasil pemeriksaan laboratorium berperan penting dalam proses pengambilan keputusan klinis untuk diagnosis pasien, sehingga kesalahan pada proses pemeriksaan laboratorium berdampak serius pada keselamatan pasien termasuk kesalahan diagnosis dan pengobatan. Kesalahan yang dapat terjadi di laboratorium meliputi tiga tahap diantaranya pra-analitik, analitik dan pascanalitik. Sekitar 46 - 68% kesalahan laboratorium terjadi pada tahap pra-analitik. Tahap ini dianggap paling rentan dari proses pemeriksaan, terutama tahap pengumpulan dan pemrosesan sampel darah. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas spesimen darah adalah kinerja tabung pengumpul darah. Tabung pengumpul darah yang digunakan di laboratorium bervariasi dalam hal merk, jenis dan bahan aditif di dalamnya (Sakdiah dkk., 2024).

Pada tabung vakum biasanya ditambahkan zat aditif yang memiliki satu atau lebih fungsi spesifik untuk tujuan pemeriksaan tertentu (Verdiansyah, 2016). Pada pemeriksaan kimia klinis umumnya menggunakan tabung tutup kuning atau *Serum Separator Tube* (SST). Tabung SST dirancang menggunakan bahan *silica clot activator* dan polimer gel untuk mempercepat proses pembekuan darah sekaligus mengurangi waktu sentrifugasi (Bowen dan Remaley, 2014). Namun tabung SST masih memerlukan waktu pembekuan minimal 30 menit, yang menjadi kendala dalam memenuhi *Turn Around Time* (TAT) laboratorium yang

lebih cepat. Hal ini menjadi tantangan di unit perawatan kritis, seperti Unit Gawat Darurat (IGD) dan unit perawatan intensif yang memerlukan waktu lebih singkat untuk mendukung pengambilan keputusan klinis yang cepat dan tepat (Yan dkk., 2014).

*Rapid Serum Tube* (RST) yang dikeluarkan oleh Becton-Dickinson (BD) baru-baru ini mengandung *bovin trombin* untuk mempercepat waktu pembekuan darah menjadi 3–5 menit. Tabung RST dapat mengatasi masalah waktu pembekuan yang lama, permintaan *Turn Around Time* (TAT) laboratorium yang lebih cepat, serta resiko pembekuan yang dapat menyebabkan penyumbatan pada alat analisa atau hasil pemeriksaan yang keliru (Yan dkk., 2014). Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan kadar albumin menggunakan tabung *Rapid Serum Tube* (RST) dan *Serum Separator Tube* (SST) pada serum penderita diabetes melitus.

## **B. Rumusan Masalah**

Apakah terdapat perbedaan kadar albumin pada sampel darah yang menggunakan *Rapid Serum Tube* (RST) dan *Serum Separator Tube* (SST) pada penderita diabetes melitus?

## **C. Tujuan Penelitian**

### **1. Tujuan Umum**

Mengetahui perbedaan kadar albumin pada sampel darah yang menggunakan tabung *Rapid Serum Tube* dan tabung *Serum Separator Tube* pada penderita diabetes melitus.

## 2. Tujuan Khusus

- a. Mengetahui rata-rata kadar albumin pada sampel darah penderita diabetes melitus yang menggunakan *Rapid Serum Tube*.
- b. Mengetahui rata-rata kadar albumin pada sampel darah penderita diabetes melitus yang menggunakan *Serum Separator Tube*.

## D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah bidang Teknologi Laboratorium Medik khususnya subbidang Kimia Klinik.

## E. Manfaat Penelitian

### 1. Manfaat Teoritis

Memberikan informasi ilmiah dalam bidang Kimia Klinik mengenai pengolahan sampel darah terhadap hasil pemeriksaan kadar albumin.

### 2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi pedoman dalam pengolahan darah untuk pembuatan serum terhadap pemeriksaan kadar albumin.

## F. Keaslian Penelitian

1. Ayala-Lopez dkk., (2021) dengan judul “*Comparative Evaluation of Blood Collection Tubes for Clinical Chemistry Analysis*”. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar albumin pada serum orang sehat yang menggunakan *Rapid Serum Tube* dan *Serum Separator Tube* langsung disentrifus menunjukkan hasil yang tidak berbeda signifikan.

Peneliti akan melakukan penelitian serupa dengan persamaan variabel bebas penggunaan tabung RST dan SST, sedangkan perbedaan penelitian ini terletak pada variabel terikat yaitu kadar albumin pada serum patologis yaitu serum pasien diabetes melitus.

2. Purba dkk., (2020) dengan judul “*Pemeriksaan Kadar Albumin pada Pasien Penderita Diabetes Mellitus Tipe II yang Rawat Inap di Rumah Sakit Adam Malik*”. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar albumin serum pada pasien penderita diabetes mellitus tipe II yang rawat inap di Rumah Sakit Adam Malik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pasien dengan kadar albumin normal sebanyak 5 sampel pasien atau setara dengan 25%. Kemudian pasien dengan kadar albumin menurun adalah sebanyak 15 sampel pasien atau setara dengan 75%. Peneliti akan melakukan penelitian serupa dengan persamaan pada kadar albumin serum terhadap penderita diabetes melitus, sedangkan perbedaan penelitian ini terletak pada penanganan sampel yang menggunakan tabung *Rapid Serum Tube* dan *Serum Separator Tube*.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Telaah Pustaka**

##### **1. Diabetes Melitus**

Diabetes Melitus (DM) adalah kondisi serius jangka panjang dengan gejala penyakit yang menunjukkan gangguan metabolisme dengan kadar glukosa darah melebihi normal. Hal ini terjadi saat kadar glukosa darah sewaktu berada di angka 200 mg/dL atau lebih dan kadar glukosa darah puasa mencapai 126 mg/dL atau lebih, sehingga tubuh tidak bisa menghasilkan atau mengeluarkan hormon insulin dalam jumlah yang cukup. Penyakit jantung dan pembuluh darah, kebutaan dan gagal ginjal adalah contoh penyakit lain yang disebabkan oleh diabetes. Selain itu, diabetes dikenal sebagai silent killer karena dapat membunuh manusia secara diam-diam yang tidak disadari dan sudah terjadi komplikasi saat diketahui (Fauziyyah dan Utama, 2024). Menurut Tandra, (2020) diabetes melitus diklasifikasikan dalam beberapa kategori umum yaitu sebagai berikut:

##### **a. Diabetes Melitus Tipe 1**

Diabetes melitus tipe 1 (*Insulin-dependent diabetes mellitus*) adalah kondisi tubuh ketika pankreas tidak dapat membuat cukup insulin untuk tubuh atau jika tidak ada sama sekali, gula menumpuk di peredaran darah karena tidak dapat diangkut ke dalam sel. Diabetes melitus tipe 1 biasanya muncul pada usia anak-anak atau

remaja dan dapat didiagnosis pada pria maupun wanita. Gejalanya sering muncul dengan cepat dan jika tidak diobati dengan suntikan insulin segera, kondisi ini dapat menjadi sangat parah hingga penderitanya koma.

b. Diabetes Melitus Tipe 2

Diabetes melitus tipe 2 adalah jenis diabetes yang paling umum, dengan 90-95% penderita berada di atas 40 tahun. Namun, diabetes ini juga bisa muncul pada anak-anak atau remaja. Diabetes melitus tipe 2 meskipun pankreas masih dapat membuat insulin, kualitasnya buruk dan tidak berfungsi dengan baik yang menyebabkan peningkatan gula darah. Meskipun pasien biasanya tidak memerlukan suntikan insulin, mereka harus mengonsumsi obat oral atau tablet, yang berfungsi untuk meningkatkan fungsi insulin, mengurangi jumlah gula dalam darah dan meningkatkan bagaimana hati mengolah gula.

c. Diabetes Gestational

Diabetes tipe gestasi atau gestational diabetes adalah kondisi yang disebabkan oleh perkembangan hormone pada wanita hamil, yang menyebabkan resistensi insulin. Diabetes melitus gestasional dapat didiagnosis pada trimester kedua atau ketiga kehamilan tanpa gejala diabetes kehamilan yang jelas (Johnson dkk., 2020).

#### d. Diabetes Lainnya

Diabetes sekunder atau sebagai akibat dari penyakit lain adalah diabetes lain yang tidak termasuk dalam kelompok di atas. Diabetes ini mengganggu produksi insulin atau mempengaruhi kerja insulin. Gangguan kelenjar adrenal atau hipofisis, penggunaan hormone kortikosteroid, pemakaian beberapa obat antihipertensi atau antikolesterol, beberapa contohnya adalah malnutrisi atau infeksi.

### 2. Laboratorium Klinik

#### a. Pengertian Laboratorium Klinik

Laboratorium 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 (Permenkes, 2013)

#### b. Tahap Pemeriksaan Laboratorium Klinik

##### 1) Tahap Pra Analitik

Tahap pra analitik dilakukan untuk memastikan bahwa sampel dengan akurat mewakili kondisi pasien, mencegah kekeliruan dan menghindari terjadinya pertukaran sampel antar pasien. Kesalahan yang terjadi pada tahap pra analitik dapat mencapai 60-70% (Siregar, 2016). Tahap praanalitik meliputi :

- a) Formulir permintaan pemeriksaan
- b) Persiapan pasien
- c) Pengambilan dan penerimaan spesimen
- d) Penanganan spesimen
- e) Persiapan sampel untuk analisa

## 2) Tahap Analitik

Tahap analitik merupakan tahap pengerjaan pengujian sampel sehingga diperoleh hasil pemeriksaan.

Tahap analitik meliputi:

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

## 3) Tahap Pasca Analitik

Tingkat kesalahan pada tahap pasca analitik bisa mencapai 15-20%, yang lebih rendah dibandingkan dengan tahap pra analitik. Kesalahan dalam penulisan hasil pemeriksaan pasien dapat mengakibatkan kesalahan dalam diagnosis oleh dokter. Selain itu, kesalahan dalam pelaporan hasil juga dapat membahayakan keadaan pasien (Siregar, 2016). Tahap pasca analitik meliputi:

- a) Verifikasi hasil

- b) Validasi hasil
- c) Cara pencatatan hasil
- d) Cara pelaporan

### 3. Tabung Penampung Darah

Untuk mendapatkan serum dibutuhkan wadah penampung darah yang disebut dengan tabung vakum. Penggunaan sampel serum dimaksudkan untuk menghindari adanya pengaruh antikoagulan terhadap pemeriksaan. Di dalam tabung vakum biasanya ditambahkan zat aditif yang memiliki satu atau lebih fungsi spesifik untuk tujuan pemeriksaan tertentu (Verdiansyah, 2016).

#### a. Tabung *Serum Separator Tube* (SST)

*Vacutainer serum separator* adalah tabung vakum yang berisi aktivator pembekuan berisi gel yang dapat memisahkan serum dan darah biasa. Waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan serum lebih singkat sekitar 30 menit dengan adanya silika dan gel polimer sebagai pemisah serum, gel pemisah serum yang terletak di ujung tabung berperan sebagai penghalang kimiawi dan fisik yang stabil antara serum dan darah beku sehingga diperoleh kualitas serum yang bagus dan mengurangi resiko timbulnya fibrin yang dapat menyumbat alat (Setiawan dkk., 2021).

#### b. Tabung *Rapid Serum Tube* (RST)

Dinding tabung *Rapid Serum Tube* (RST) dilapisi dengan aktivator bekuan berbasis trombin yang memberikan pembekuan

cepat. Tabung RST diperkenalkan untuk mengatasi masalah pembekuan pada sampel serum yang lama (Ucar dkk., 2015). Waktu yang diperlukan untuk pembekuan darah tabung RST adalah 3-5 menit (Yan dkk., 2014).

Tabung RST dan SST memiliki beberapa perbedaan karakteristik. Perbedaan RST dan SST adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Perbedaan RST dan SST

| <b>Perbedaan</b> | <b>RST</b>      | <b>SST</b>                |
|------------------|-----------------|---------------------------|
| Separator Gel    | Gel polimer     | Gel polimer               |
| Dimensi tabung   | 13x100          | 13x75<br>13x100<br>16x100 |
| Volume tabung    | 5 ml            | 3-10 ml                   |
| Aktivator bekuan | <i>Thrombin</i> | <i>Silica</i>             |
| Waktu pembekuan  | 5 menit         | 30 menit                  |

Sumber: Ucar, dkk. 2015.

#### 4. Serum

##### a. Pengertian Serum

Serum adalah cairan darah berwarna kuning jernih yang bebas dari sel dan tanpa fibrinogen (Nuradi dkk., 2019). Fibrinogen diubah menjadi fibrin dengan menghabiskan faktor V, VIII dan protombin selama proses pembekuan. Faktor pembekuan lain dan protein yang tidak ada hubungannya dengan hemostasis tetap ada dalam serum dengan kadar yang sama seperti dalam plasma. Jika serum masih mengandung sisa fibrinogen, produk perombakan fibrinogen atau protombin yang tidak diubah kemungkinan proses pembekuan tidak normal (Subiyono dkk., 2016).

## b. Serum Tidak Normal

### 1) Serum Hemolisis

Hemolisis Hemolisis didefinisikan sebagai gangguan pada membran eritrosit dan menghasilkan lepasnya hemoglobin. Hemolisis dapat mempengaruhi hampir seluruh pemeriksaan kimia klinik di dalam laboratorium, karena serum hemolisis berwarna merah. Warna merah dalam serum dapat mengganggu penyerapan cahaya pada saat melewati spesimen pada tes spektrofotometri (Riviana dkk., 2019)

### 2) Serum Lipemik

Serum lipemik adalah serum yang keruh, serum lipemik terjadi akibat peningkatan konsentrasi trigliserida dalam serum. Kekeruhan dapat mempengaruhi absorbansi spektrofotometer pada semua panjang gelombang sehingga menyebabkan kesalahan pada nilai analisa (Rahmawati dkk., 2023).

### 3) Serum Ikterik

Serum ikterik adalah serum yang berwarna kuning coklat akibat adanya hiperbilirubinemia (peningkatan kadar bilirubin dalam darah). Serum ikterik dapat mempengaruhi pengukuran pada panjang gelombang 400-500 nm. pemeriksaan yang didasarkan pada reaksi oksidase atau

peroksidase, seperti glukosa, kolesterol, trigliserida dan asam urat (Sujono dkk., 2023).

## 5. Albumin

### a. Pengertian Albumin

Albumin merupakan protein utama yang terdapat dalam tubuh manusia yang berkisar antara 55-60%. Menurut kamus kedokteran albumin merupakan protein yang larut dalam air dan juga dalam larutan garam konsentrasi sedang. Albumin terdiri dari rantai tunggal polipeptida dan 585 asam amino. Sekitar 40% albumin terdapat dalam plasma dan 60% sisanya terdapat diruang ekstrasel. Albumin diproduksi oleh hepatosit yang ada pada hati. Protein ini dapat meningkatkan tekanan osmotik untuk mempertahankan cairan vaskuler. Albumin mengikat dan membawa berbagai macam molekul hidrofobik, seperti kolesterol, asam lemak, bilirubin, obat-obatan, racun, ion logam transisi dan gas (Subiyanti, 2017).

### b. Fungsi Albumin

Albumin merupakan substansi terbesar dari protein yang dihasilkan oleh hati. Fungsi albumin adalah mengatur tekanan onkotik, yaitu tekanan yang menjaga agar air tetap berada dalam plasma. Albumin mempunyai peranan penting sebagai pengangkut bahan kimia tertentu termasuk obat-obatan melalui sistem sirkulasi, pengangkut berbagai materi yang tak larut dalam air (bilirubin, asam lemak, dan beberapa macam hormon), membantu metabolisme zat

gizi dan mempercepat pemulihan jaringan sel. Apabila terdapat gangguan fungsi sintesis sel hati maka kadar albumin serum akan menurun (hipoalbumin) terutama apabila terjadi lesi sel hati yang luas dan kronik (Prastowo dkk., 2016; Rosida, 2016)

c. Faktor yang Mempengaruhi Kadar Albumin

Ada beberapa Faktor utama yang mempengaruhi sintesis albumin seperti asupan makanan yang mengandung protein, tekanan osmotik koloid dan aksi hormon tertentu (misalnya hormon tiroid dan hormon glukortikoid). Faktor yang menyebabkan menurunnya tingkat albumin adalah kekurangan protein, kekurangan energi, kekurangan zink, infeksi dan gangguan hati. Sementara, faktor yang menyebabkan tingginya tingkat albumin adalah dehidrasi, muntah dan diare (Irna dkk., 2023).

d. Tinjauan Klinis

1) Hipoalbuminemia

Hipoalbuminemia adalah kondisi di mana kadar albumin dalam darah turun jauh di bawah nilai normal. Penyebab hipoalbumin diantaranya terdapat kebocoran albumin di tempat lain seperti ginjal, akibat malabsorpsi protein pada usus dan kebocoran melalui kulit pada kasus luka bakar yang luas. Hipoalbumin juga dapat disebabkan intake kurang, peradangan atau infeksi (Rosida, 2016).

2) Hiperalbuminemia

Hiperalbuminemia adalah kondisi yang ditandai dengan peningkatan kadar albumin dalam serum yang melebihi batas normal. Kadar albumin yang tinggi umumnya ditemukan pada individu yang mengalami dehidrasi akut dan syok (Susetyowati dan Andri, 2017)

e. Pemeriksaan Kadar Albumin

Pemeriksaan kadar albumin serum salah satunya menggunakan metode *bromcresol green*. Prinsip pemeriksaan metode *bromcresol green* adalah dengan adanya ikatan *anionic dye* dan protein albumin pada pH asam yang menghasilkan perubahan warna dari kuning ke hijau, intensitas warna yang terbentuk sebanding dengan konsentrasi albumin pada sampel (Glory, 2025). *Bromcresol green* (BCG) adalah zat warna dari *triphenylmethane family* (*triarylmethane dyes*) yang digunakan sebagai petunjuk pH dan sebagai tracking *dye* untuk elektroforesis gel agarose DNA. (Ilmiah dkk., 2018).

f. Nilai Normal Albumin

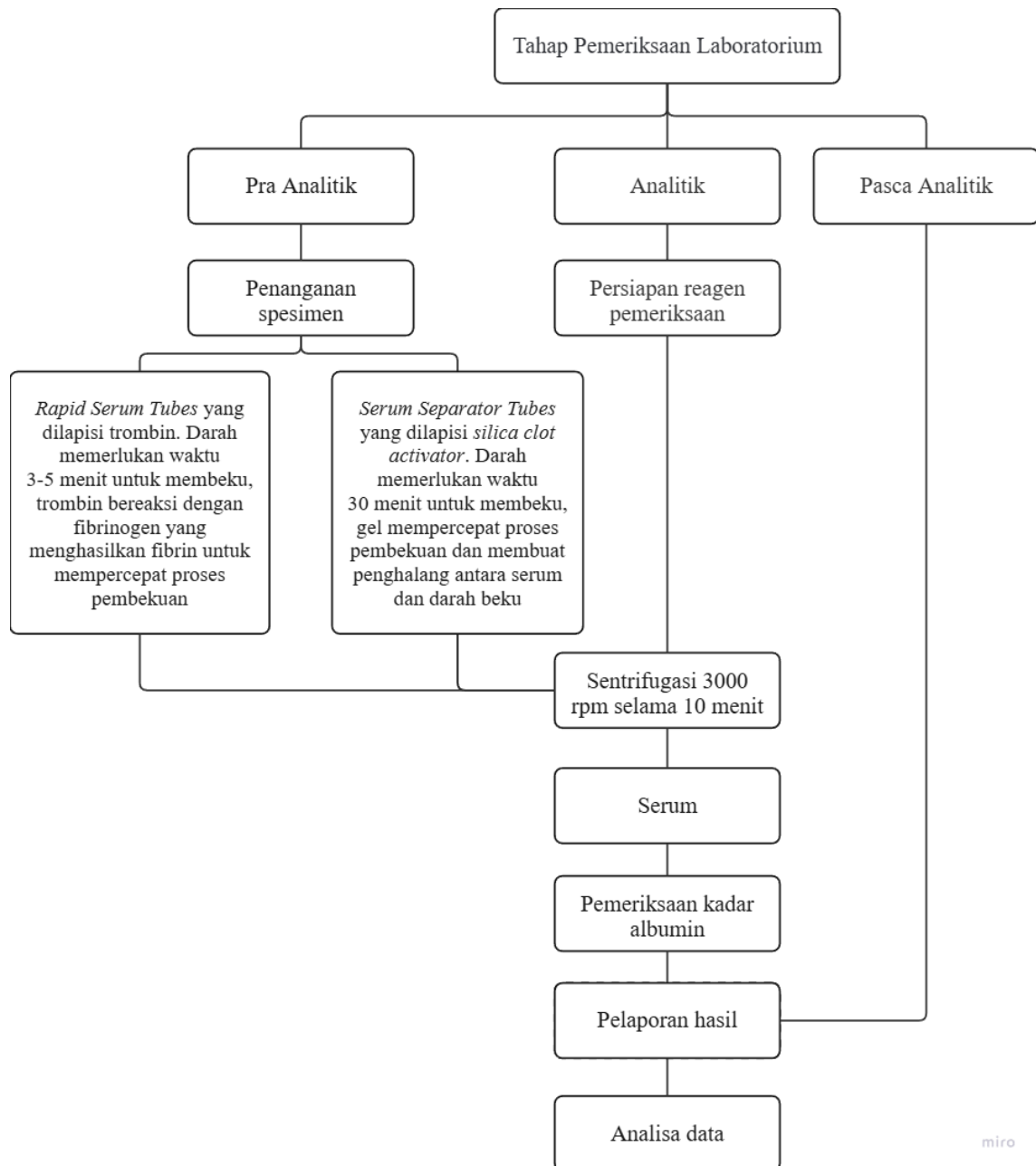
Nilai rentang untuk usia dewasa adalah 3.81 – 4.65 g/dL atau 35.1 – 46.5 g/L (Glory, 2025). Nilai rentang kadar albumin pada kriteria lainnya dijelaskan pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai Normal Albumin

| Kriteria         | Nilai Normal |
|------------------|--------------|
| Wanita dewasa    | 3,5-5,0 g/dL |
| Laki-laki dewasa | 3,8-5,1 g/dL |
| Anak             | 4,0-5,8 g/dL |
| Bayi             | 4,4-5,4 g/dL |
| Bayi baru lahir  | 2,9-5,4 g/dL |

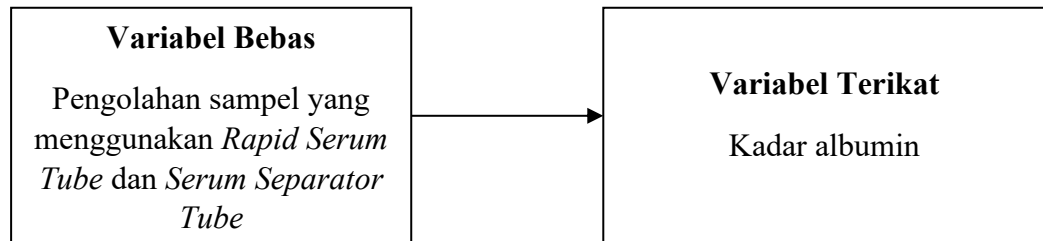
Sumber : Sutedjo, 2013

## B. Kerangka Teori



Gambar 1. Kerangka Teori

### C. Hubungan Antar Variabel



Gambar 2. Hubungan Antar Variabel

### D. Hipotesis Penelitian

Hasil pemeriksaan kadar albumin pada penderita diabetes melitus menggunakan tabung *Serum Seraparator Tube* (SST) dan *Rapid Serum Tube* (RST) didapatkan hasil yang sama.