

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Glukosa

Glukosa adalah sumber energi utama bagi tubuh. Hormon yang mempengaruhi kadar glukosa adalah insulin dan glukagon yang berasal dari pankreas. Insulin dibutuhkan untuk permeabilitas membran sel terhadap glukosa dan untuk transportasi glukosa ke dalam sel (Joyce, 2013). Glukosa merupakan salah satu karbohidrat yang sangat penting dan dibutuhkan sebagai sumber energi dan merupakan bahan bakar utama bagi otak dan sel darah merah. Glukosa dapat diperoleh dari makanan yang mengandung karbohidrat (Marks, 1996).

Kadar glukosa dalam tubuh dapat meningkat apabila pankreas mengalami gangguan dalam memproduksi insulin sehingga mengganggu kerja dari sistem pankreas tersebut. Kadar glukosa darah dikatakan abnormal apabila terjadi peningkatan ataupun penurunan dari nilai rujukan kadar glukosa. Nilai rujukan pada glukosa darah sekitar 60 – 110 mg/dL (Widmman, 1995).

Penurunan kadar glukosa darah disebut dengan hipoglikemia yang terjadi akibat tidak edkuatnya asupan makanan atau darah banyak mengandung insulin. Peningkatan kadar glukosa darah disebut dengan hiperglikemia yang terjadi akibat insulin yang beredar tidak mencukupi atau kekurangan insulin yang diproduksi oleh pankreas. Menurut Joyce (2013) nilai rujukan kadar gula darah dalam serum atau

plasma adalah 70 - 110 mg/dL, gula 2 jam post prandial 140 mg/dL, dan gula darah sewaktu adalah 110 mg/dL.

### **2.1.1. Metabolisme Glukosa**

Karbohidrat yang berada dalam makanan berupa polimer heksana yaitu glukosa, galaktosa dan fruktosa masuk melalui dinding usus halus kedalam aliran darah, kemudian fruktosa dan galaktosa akan diubah di dalam tubuh menjadi glukosa. Glukosa tersebut merupakan hasil akhir dari pencernaan dan diabsorpsi secara keseluruhan menjadi karbohidrat. Kadar glukosa yang terdapat di dalam darah bervariasi tergantung dari daya penyerapan. Peningkatan kadar glukosa terjadi setelah makan dan penurunan kadar glukosa terjadi jika tidak ada makanan yang masuk selama beberapa jam. Glukosa disimpan sebagai glikogen di dalam hati oleh insulin yang merupakan suatu hormon yang disekresikan oleh pankreas. Apabila hormon insulin yang tersedia kurang dari kebutuhan maka gula darah akan menumpuk pada sirkulasi darah sehingga glukosa pada darah akan meningkat (Jan Tambayong, 2001).

### **2.1.2. Sumber Glukosa Darah**

Tubuh mendapatkan glukosa dari beberapa sumber, diantaranya adalah :

#### **2.1.2.1. Karbohidrat makanan**

Sebagian besar karbohidrat yang terdapat dalam makanan akan membentuk glukosa, galaktosa, dan fruktosa pada pencernaan. Zat-zat ini kemudian diabsorpsi kedalam vena porta, galaktosa dan fruktosa diubah menjadi glukosa di dalam hati (Irawan,2007).

#### 2.1.2.2. Senyawa glukogenik yang mengalami glukoneogenesis

Senyawa-senyawa ini dibagi dalam dua kategori: (1) Senyawa yang langsung diubah menjadi glukosa tanpa banyak resiklus, seperti beberapa asam amino dan propionat, (2) Senyawa yang merupakan hasil dari metabolisme parsial glukosa dalam jaringan tertentu yang diangkut ke hati dan ginjal, dimana mereka disintesis kembali menjadi glukosa. Misalnya, laktat yang dibentuk dari oksidasi glukosa dalam otot rangka, oleh eritrosit ditransport ke hati dan ginjal dimana mereka diubah menjadi glukosa yang dapat digunakan lagi melalui sirkulasi untuk oksidasi dalam jaringan. Proses ini dikenal sebagai siklus cori atau siklus asam laktat. Gliserol untuk triasilgliserol jaringan adipose mula-mula berasal dari glukosa darah karena gliserol bebas tidak segera dapat dipergunakan untuk sintesis triasilgliserol dalam jaringan ini. Asilgliserol jaringan adiposa secara kontinu mengalami hidrolisis untuk membentuk gliserol bebas, yang berdifusi keluar dari jaringan masuk ke dalam darah kemudian diubah kembali menjadi glukosa oleh mekanisme glukoneogenesis dalam hati dan ginjal. Terdapat suatu siklus yang kontinyu dimana glukosa ditransport dari hati dan ginjal ke jaringan adiposa dan gliserol kemudian dikembalikan untuk disintesis menjadi glukosa oleh hati dan ginjal.

#### 2.1.2.3. Glikogen hati oleh glikogenolisis

Glukosa bila tidak digunakan akan disimpan dalam bentuk glikogen di hati sebagai cadangan makanan. Proses penyimpanan glukosa menjadi glikogen disebut glikogenesis. Glikogen akan dipecah menjadi glukosa melalui proses glikogenolisis jika tubuh mengalami kekurangan glukosa. (Murray *et al.*, 2009)

### **2.1.3. Hormon Yang Mempengaruhi Kadar Glukosa Dalam Darah**

Hormon–hormon yang dapat mempengaruhi kadar glukosa dalam darah, diantaranya adalah :

#### **2.1.3.1.Hormon insulin**

Hormon insulin diproduksi di dalam pankreas oleh sel beta pulau langerhans, dimana hormon ini dapat menurunkan kadar glukosa darah dengan meningkatkan penyimpanan glukosa sebagai glikogen atau perubahan menjadi asam lemak serta meningkatkan masuknya glukosa ke dalam sel (Sacher, 2012). Sekresi insulin pada orang sehat dapat menyeimbangi jumlah asupan makanan, tetapi sebaliknya orang yang menderita diabetes mellitus tidak mampu mensikresi insulin dalam jumlah yang cukup untuk mempertahankan tubuh, akibatnya kadar glukosa meningkat sebagai respon terhadap makanan (Price & Wilson, 2005)

#### **2.1.3.2.Hormon tiroid**

Hormon tiroid merupakan hormon metabolisme utama didalam tubuh yang dihasilkan oleh kelenjar tiroid yang larut dalam lemak. Hormon tiroid terkait dengan oksidasi glukosa, mengatur metabolisme, meningkatkan sintesis protein serta mempunyai efek meningkatkan kadar glukosa (Saryono, 2009).

#### **2.1.3.3.Hormon pertumbuhan**

Hormon pertumbuhan merupakan hormon yang terbentuk di hipofisis anterior yang memiliki efek metabolik melawan kerja insulin. Hormon ini dapat meningkatkan kadar glukosa darah (Murray, 2005). Hormon pertumbuhan dapat

menurunkan pemasukan glukosa oleh hati dan juga dapat menurunkan peningkatan insulin oleh jaringan (Ganong, 1990).

#### 2.1.3.4.Hormon glukagon

Hormon glukagon diproduksi di dalam pankreas oleh sel-sel alfa pulau langerhans, dimana hormon ini dapat meningkatkan kadar glukosa dalam darah dengan meningkatkan pembebasan glukosa dari glikogen (Sacher, 2012).

#### 2.1.3.5.Hormon epinefrin

Hormon epinefrin disekresikan oleh medula adrenal akibat rangsangan yang menimbulkan stress dan menyebabkan glikogenesis di hati dan otot, dimana hormon ini dapat meningkatkan kadar glukosa dalam darah (Murray, 2005)

#### 2.1.3.6.Hormon somatostatin

Hormon ini diproduksi di dalam sel D pankreas dimana hormon somatostatin ini dapat meningkatkan kadar glukosa darah (Sacher, 2012).

#### 2.1.3.7.Hormon kortisol

Hormon kortisol disekresikan oleh korteks adrenal, dan dapat meningkatkan kadar glukosa dalam darah dengan mensintesis glukosa dari asam amino (Sacher, 2012).

#### 2.1.3.8.Hormon ACTH

Hormon ini terbentuk di hipofisis anterior yang dapat meningkatkan kadar glukosa darah (Sacher, 2012).

#### 2.1.4. Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Glukosa

Faktor–faktor yang dapat mempengaruhi kadar glukosa dalam darah terdiri dari :

- a. Makanan yang banyak mengandung karbohidrat, protein dan lemak sangat berpengaruh dalam peningkatan kadar glukosa.
- b. Alkohol dapat menghambat hati melepaskan glukosa ke darah sehingga kadar glukosa di dalam darah menurun, tetapi sebaliknya alkohol dapat meningkatkan glukosa darah apabila mengandung kalori yang tinggi.
- c. Merokok dapat meningkatkan kadar glukosa darah (Tandra Hans, 2008). Rokok mengandung banyak radikal bebas, kelebihan radikal bebas akan bereaksi dengan protein, lemak dan asam nukleat seluler sehingga terjadi kerusakan dan disfungsi organ tertentu termasuk pancreas (Lutumahina, 2011). Proses tersebut akan berlanjut pada gangguan sensitivitas insulin dan mengakibatkan diabetes mellitus tipe 2 (Targher, 2005).
- d. Obat yang dapat meningkatkan kadar glukosa darah diantaranya adalah obat dirutik, obat kortison dan tiazid.
- e. Trauma atau stress dapat meningkatkan kadar glukosa darah.
- f. Olahraga dapat menurunkan kadar glukosa darah dan juga mengurangi resistensi insulin sehingga kerja insulin menjadi lebih baik dan mempercepat pengangkutan glukosa untuk masuk ke dalam sel sebagai kebutuhan energi.
- g. Penundaan pemeriksaan dapat menurunkan kadar glukosa darah dalam serum diakibatkan karena adanya aktifitas yang dilakukan oleh sel darah.

### **2.1.5. Glukosa Darah Abnormal**

Menurut Elizabeth (2009) keadaan kadar glukosa abnormal ditandai dengan peningkatan ataupun penurunan kadar glukosa di dalam darah, diantara keadaan abnormal tersebut adalah :

#### **2.1.5.1. Hiperglikemia (Peningkatan kadar glukosa darah)**

Hiperglikemia adalah keadaan dimana terjadinya peningkatan kadar glukosa darah yang disebabkan oleh defisiensi insulin atau penurunan responsivitas sel terhadap insulin.

#### **2.1.5.2. Hipoglikemia (Penurunan kadar glukosa darah)**

Hipoglikemia merupakan keadaan dimana terjadinya penurunan kadar glukosa darah yaitu kurang dari 50 mg/100 ml darah. Hipoglikemia disebabkan karena olahraga dan puasa, karena olahraga dapat meningkatkan penggunaan glukosa oleh sel-sel otot rangka. Kelebihan hipoglikemia dapat disebabkan karena berlebihnya dosis insulin pada penderita diabetes mellitus. Hipoglikemia menyebabkan beberapa gejala gangguan fungsi sistem saraf pusat diantaranya konfusi iritabilitas, kejang dan koma.

### **2.2. Diagnosis Diabetes Mellitus**

Penyakit diabetes mellitus (DM) merupakan penyakit kelainan hormon yang mengakibatkan sel-sel dalam tubuh tidak dapat menyerap glukosa dari darah. Pemeriksaan kadar gula darah secara berkala merupakan hal yang sangat penting

dalam penatalaksanaan penyakit DM. Evaluasi hasil diet dan pengobatan dapat dipantau melalui pemeriksaan glukosa darah secara rutin. (Depkes, 2007).

*American Diabetes Association* (ADA) memberikan klasifikasi diabetes mellitus tipe 1, tipe 2, diabetes mellitus gestational dan diabetes mellitus tipe khusus lain. Klasifikasi ini telah disepakati oleh WHO dan telah dipakai diseluruh dunia (ADA, 2010)

#### 2.2.1. Diabetes mellitus tipe 1 (IDDM)

Diabetes tipe 1 merupakan diabetes yang tergantung dengan insulin. Pada kasus ini terjadi karena adanya kerusakan sel-sel pada pankreas sehingga tidak dapat menghasilkan insulin lagi sehingga sel-sel tidak dapat menyerap glukosa dari darah. Tipe ini biasanya sering didapatkan pada orang dibawah 30 tahun dan paling sering di mulai saat usia remaja 10-13 tahun. Diabetes tipe ini biasanya diberikan terapi insulin.

#### 2.2.2. Diabetes mellitus tipe 2 (NIDDM)

Diabetes tipe 2 merupakan diabetes yang tidak tergantung dengan insulin, terjadi akibat penuaan. Banyak penderita diabetes tipe 2 ini mengalami penurunan pada fungsi sel-sel pankreas sehingga berkurangnya jumlah insulin yang dihasilkan. Diabetes tipe 2 biasanya banyak ditemukan saat usia diatas 40 tahun, dengan kejadian lebih banyak yang terdapat pada orang yang mengalami kegemukan.

### 2.2.3. Diabetes gestational

Diabetes gestational biasanya terjadi akibat kenaikan kadar gula darah pada masa kehamilan, biasanya terdeteksi pada saat trimester II dan III dan umumnya diabetes tipe ini akan hilang dengan sendirinya setelah melahirkan.

### 2.2.4. Pra diabetes

Pra diabetes merupakan diabetes yang terjadi sebelum berkembang menjadi diabetes tipe 2, ditandai dengan meningkatnya kadar glukosa di dalam darah melebihi nilai normal. Kadar glukosa darah puasa berada disekitar 60 – 110 mg/dl.

## 2.3. Pemeriksaan Glukosa Darah

Beberapa jenis pemeriksaan yang dilakukan untuk pemeriksaan glukosa darah, diantaranya adalah :

### 2.3.1. Glukosa darah sewaktu (GDS)

Pemeriksaan glukosa darah sewaktu (GDS) bisa dilakukan setiap waktu tanpa memperhatikan makanan yang dikonsumsi terakhir dan kondisi tubuh orang tersebut (Depkes RI, 1999).

### 2.3.2. Glukosa darah puasa (GDP)

Pada pemeriksaan glukosa darah puasa, penderita dipuasakan 8-12 jam sebelum tes dengan menghentikan semua obat yang digunakan, bila ada obat yang harus diberikan perlu ditulis dalam formulir. Interpretasi pemeriksaan gula darah puasa sebagai berikut : kadar glukosa plasma puasa  $< 110$  mg/dL dinyatakan normal,  $\geq 126$  mg/dL adalah diabetes mellitus, sedangkan antara 110-126 mg/dL disebut glukosa

darah puasa terganggu (GDPT). Pemeriksaan gula darah puasa lebih efektif dibandingkan dengan pemeriksaan tes toleransi glukosa oral.

#### 2.3.3. Glukosa 2 jam post prandial (GD2PP)

Pemeriksaan glukosa darah puasa dilakukan setelah pasien diminta untuk melakukan puasa selama 8 – 10 jam, sedangkan pemeriksaan 2 jam post prandial merupakan pemeriksaan glukosa darah yang dilakukan setelah 2 jam dihitung dari waktu pertama setelah makan (Depkes RI, 1999).

#### 2.3.4. Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO)

Pemeriksaan Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) dilakukan apabila pada pemeriksaan glukosa sewaktu kadar gula darah berkisar 140-200 mg/dL untuk memastikan diabetes atau tidak. Sesuai kesepakatan WHO tahun 2006, tatacara tes TTGO dengan cara melarutkan 75 gram glukosa pada dewasa, dan 1,25 mg pada anak-anak kemudian dilarutkan dalam air 250-300 ml dan dihabiskan dalam waktu 5 menit. TTGO dilakukan minimal pasien telah berpuasa selama minimal 8 jam. Penilaian adalah sebagai berikut; 1) Toleransi glukosa normal apabila  $\leq 140$  mg/dL; 2) Toleransi glukosa terganggu (TGT) apabila kadar glukosa  $> 140$  mg/dl tetapi  $< 200$  mg/dL; dan 3) Toleransi glukosa  $\geq 200$  mg/dL disebut diabetes mellitus.

#### 2.3.5. Pemeriksaan HbA1c

HbA1c merupakan reaksi antara glukosa dengan hemoglobin yang tersimpan dan bertahan dalam sel darah merah selama 120 hari sesuai dengan umur eritrosit. Kadar HbA1c bergantung dengan kadar glukosa dalam darah, sehingga HbA1c

menggambarkan rata-rata kadar gula darah selama 3 bulan. Pemeriksaan gula darah hanya mencerminkan saat diperiksa, dan tidak menggambarkan pengendalian jangka panjang. Pemeriksaan gula darah diperlukan untuk pengelolaan diabetes terutama untuk mengatasi komplikasi akibat perubahan kadar glukosa yang berubah mendadak.

Tabel 1. Kategori HbA1c

Prosentase	Kategori
HbA1c < 6,5%	Kontrol glikemik baik
HbA1c 6,5 – 8%	Kontrol glikemik sedang
HbA1c > 8%	Kontrol glikemik buruk

#### 2.4. Fungsi Pemeriksaan Glukosa Darah

Menurut Hardjoeno (2003) pemeriksaan glukosa darah memiliki beberapa fungsi, diantaranya adalah :

##### 2.4.1. Tes saring

Tes saring merupakan tes yang digunakan untuk mendeteksi kasus diabetes mellitus secara dini sehingga dapat dicegah terjadinya komplikasi akibat penyakit diabetes mellitus tersebut. Tes saring biasanya dilakukan menggunakan glukosa darah sewaktu.

##### 2.4.2. Tes diagnostik

Tes ini bertujuan untuk memastikan diagnosis diabetes mellitus dengan ciri-ciri khusus atau yang terdiagnosis pada saat pemeriksaan pada tes skrening, biasanya tes ini menggunakan sampel glukosa darah puasa dan glukosa dua jam post prandial.

### 2.4.3. Tes pengendalian

Tes ini bertujuan untuk memantau pengobatan diabetes mellitus agar dapat mencegah terjadinya komplikasi, dan juga untuk mengetahui tingkat keberhasilan dalam pengobatan diabetes mellitus. Pemeriksaan dengan tes ini menggunakan glukosa darah sewaktu, glukosa darah puasa dan glukosa 2 jam post prandial. Apabila pemeriksaan glukosa 2 jam post prandial di dapatkan hasil yang abnormal maka dilakukan test toleransi glukosa oral.

## 2.5. Metode Pemeriksaan Glukosa Darah

### 2.5.1. Cara Strip POCT (*Point Of Care Testing*)

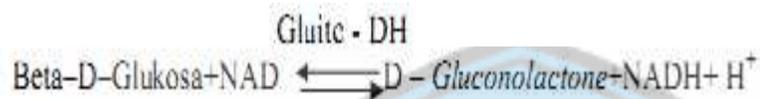
POCT merupakan alat sederhana yang digunakan untuk pemeriksaan glukosa darah, alat ini dirancang untuk penggunaan sampel darah kapiler bukan untuk serum ataupun plasma. Prinsip pemeriksaan pada metode ini adalah strip tes diletakan pada alat, ketika darah ditetaskan pada zona reaksi tes strip maka katalistor glukosa akan mereduksi glukosa dalam darah. Intensitas dari elektron yang terbentuk dalam strip setara dengan konsentrasi glukosa dalam darah (Depkes, 2005).

Kelebihan dengan cara ini adalah selain mudah digunakan juga hasil segera dapat diketahui, juga sampel yang dibutuhkan sedikit dan tidak membutuhkan reagen khusus. Kekurangan dari metode ini adalah akuratnya belum diketahui serta memiliki keterbatasan yang di pengaruhi oleh volume sampel yang kurang dan suhu. Cara strip ini tidak digunakan untuk menegakan diagnosis klinis.

## 2.5.2. Metode Enzimatis

### 2.5.2.1. *Gluc* – DH

Prinsip : Glukosa dehidrogenase mengkatalisasi oksidasi dari glukosa sesuai persamaan sebagai berikut :



Jumlah NADH yang terbentuk sebanding dengan konsentrasi glukosa. Apabila glukosa di dalam urin atau *liquor* yang harus diukur, maka dianjurkan menggunakan metode ini, karena lebih spesifik.

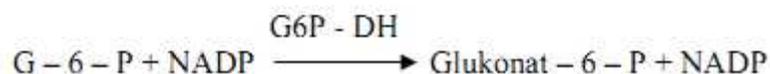
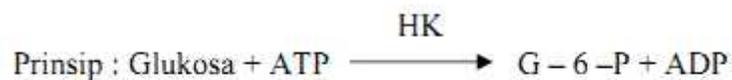
### 2.5.2.2. GOD – PAP

GOD-PAP merupakan reaksi kolorimetri enzimatis untuk pengukuran pada daerah cahaya yang terlihat oleh mata. Prinsip glukosa oksidasi (GOD) mengkatalisasi oksidasi dari glukosa menurut persamaan berikut :

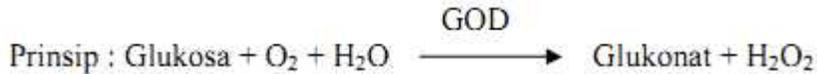


Hidrogen peroksida yang terbentuk dalam reaksi ini bereaksi dengan 4-aminoantipyrin (*4-Hydroxybenzoic acid*), adanya peroksidase (POD) dan membentuk N-(4-antipyril)-P *benzoquinone imine*. Jumlah zat warna yang terbentuk sebanding dengan konsentrasi glukosa.

### 2.5.2.3. *Gluco Quant* ( Heksokinase/ G6 – DH)



#### 2.5.2.4. GOD Period ( Test combinatioan )



Presipitasi ringan yang terlihat pada larutan deproteinisasi tidak akan mempengaruhi hasil pemeriksaan. (Pusdiknakes, 1985).

#### 2.5.3. Metode Kimiawi

Metode ini merupakan metode yang memanfaatkan sifat reduksi dari glukosa dengan bahan indikator yang akan berubah warna apabila tereduksi, akan tetapi metode ini tidak spesifik karena senyawa-senyawa lain yang didalam darah juga dapat mereduksi (misalnya urea yang apat meningkat cukup bermakna pada uremia) (Sacher, 2004). Contoh pemeriksaan dengan metode kimia yang masih digunakan adalah metode toluidin. Metode toluidin adalah metode yang sederhana, cara pengerjaan yang mudah dan bahan yang di perlukan mudah di dapat (Depkes, 2005).

### 2.6. Sampel Untuk Pemeriksaan Glukosa Darah

Sampel untuk pemeriksaan glukosa yang dapat digunakan, diantaranya adalah sampel serum dan plasma.

#### 2.6.1. Serum

Serum adalah cairan yang berwarna kuning dan sudah tidak mengandung fibrinogen yang merupakan fraksi cair dari seluruh darah yang dikumpulkan setelah terjadi pembekuan darah. Kandungan yang ada pada serum adalah antigen, antibodi,

hormon, dan terdiri dari 6-8% protein yang membentuk darah. Serum terdiri dari tiga jenis berdasarkan komponen yang terkandung di dalamnya yaitu serum albumin, serum globulin, dan serum lipoprotein. Cara mendapatkan serum yaitu membiarkan darah yang terdapat di dalam tabung reaksi tanpa antikoagulan membeku lalu di centrifugasi dengan kecepatan yang tinggi untuk mengendapkan seluruh sel darah. Serum mempunyai susunan yang sama dengan plasma kecuali fibrinogen dan faktor pembekuan faktor II, V, VIII, XIII yang sudah tidak ada (Widmann, 1995).

Penggunaan serum dalam pemeriksaan kimia klinik lebih luas dibandingkan dengan plasma, hal tersebut diakibatkan karena didalam serum tidak mengandung bahan-bahan lain seperti penambahan antikoagulan yang bisa mengganggu aktifitas atau reaksi dari serum tersebut. Kandungan yang terdapat pada serum adalah antigen, antibodi, hormon dan protein yang membentuk darah. Terdapat tiga jenis serum berdasarkan komponen yang terkandung didalamnya, diantaranya adalah serum albumin, serum globulin dan serum lipoprotein.

### **2.6.2. Plasma**

Plasma merupakan komponen darah terdapat di dalam tabung yang telah berisi antikoagulan yang kemudian di centrifuge pada waktu tertentu dan kecepatan tertentu sehingga bagian plasma dan bagian lainnya terpisah. Plasma masih mengandung fibrinogen dan tidak mengandung faktor-faktor pembekuan II, V, VIII tetapi mengandung tinggi serotonin. Plasma masih mengandung fibrinogen karena penambahan antikoagulan yang mencegah terjadinya pembekuan darah (Guder, 2009).

Komposisi dari plasma diantaranya adalah 91-92% terdiri dari air, 7-8% mengandung protein plasma (albumin, globulin, fibrinogen dan thrombin). Unsur organik yang terdapat pada plasma adalah urea, kreatinin, asam urat, glukosa, lemak asam amino, hormon dan enzim, sedangkan unsur anorganik yang terdapat didalam plasma adalah natrium, kalium, magnesium, zat-zat besi dan iodin (Gibson, 1995).

Pengendapan sel-sel darah dalam pembuatan plasma berdasarkan massa jenis menjadi dua bagian, dimana sel-sel darah dalam hal ini terpisah menjadi lapisan eritrosit yang merupakan lapisan tebal yang mencakup hampir setengah dari volume darah, selanjutnya terdapat juga lapisan putih yang terdapat diatas lapisan eritrosit yang dinamakan sebagai buffycoat terdiri dari sel leukosit dan sejumlah sel trombosit (Sakidin, 2001).

### **2.7. Antikoagulan**

Antikoagulan adalah zat yang dapat mencegah penggumpalan darah dengan cara mengikat kalsium atau menghambat pembentukan trombin yang digunakan untuk mengubah fibrinogen menjadi fibrin dalam proses pembekuan. Tidak semua antikoagulan dapat dipakai karena berpengaruh terhadap bentuk eritrosit atau leukosit yang akan diperiksa morfologinya (Gandasoebrata,2010).

Penambahan antikoagulan berdasarkan keperluan pemeriksaan sebab sifat dari zat adiktif yang ditambahkan mempunyai pengaruh yang berbeda-beda terhadap sampel darah. Beberapa Antikoagulan yang sering digunakan dalam pemeriksaan laboratorium antara lain (Nugraha,2015) :

### 2.7.1. EDTA (Ethylen Dismine Tetra Acetat)

Umumnya EDTA tersedia dalam bentuk kering yaitu garam di-kalium ( $K_2EDTA$ ) dan garam di-natrium ( $Na_2EDTA$ ) atau kalium ( $K_3EDTA$ ) dalam bentuk cair. Kelebihan EDTA yaitu sebagai antikoagulan yang memiliki sifat zat aditif yang tidak dapat merubah morfologi sel dan mencegah trombosit bergumpal. sehingga sangat baik dipakai sebagai antikoagulan hematologi seperti pemeriksaan hemoglobin, hematokrit, laju endap darah (LED), apusan darah, hitung leukosit dan hitung trombosit. Kekurangan EDTA mempunyai sifat yang sulit larut dibandingkan dengan antikoagulan yang lain. Antikoagulan yang sering digunakan dalam laboratorium yaitu  $K_3EDTA$  karena tingginya kelarutan sehingga menghasilkan sampel yang memiliki gumpalan lebih sedikit.

### 2.7.2. Natrium Sitrat

Natrium sitrat atau *trisodium citrate dihidrat* umumnya digunakan dalam bentuk larutan dengan konsentrasi 3,2% dan 3,8%. Antikoagulan ini dapat mencegah koagulasi dengan cara mengendapkan ion kalsium, sehingga menjadi bentuk yang tidak aktif. Natrium sitrat digunakan untuk pemeriksaan Laju Endap Darah (LED) cara westergreen.

### 2.7.3. Heparin

Heparin merupakan antikoagulan yang kurang banyak dipakai dalam pemeriksaan hematologi karena harganya mahal, namun heparin menjadi antikoagulan pilihan sebab tidak mengubah komposisi darah. Ada beberapa macam heparin yang digunakan dalam laboratorium, yaitu ammonium heparin, lithium

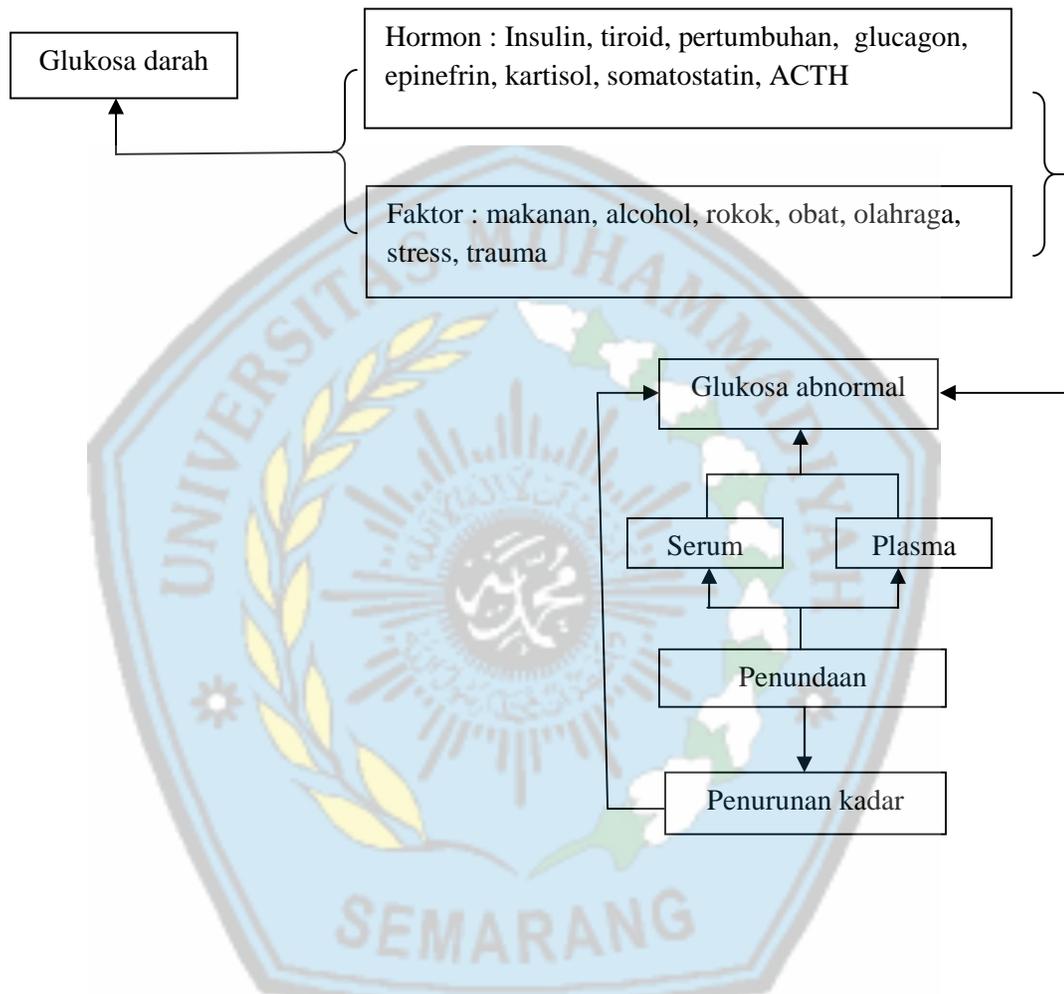
heparin dan sodium heparin. Antikoagulan heparin tidak diperbolehkan untuk pemeriksaan apusan darah tepi karena dapat menyebabkan latar belakang berwarna gelap (biru) (Nugraha, 2015).

#### 2.7.4. NaF (Natrium Flourida)

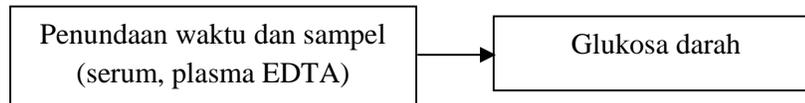
Antikoagulan Natrium Flourida yang dikombinasikan dengan Kalsium Oksalat untuk pemeriksaan glukosa darah, NaF merupakan antiglikolitik yang dapat mencegah metabolisme glukosa yaitu dengan cara menghambat kerja enzim *phosphoenol pyruvate* serta *urease* sehingga kadar glukosa dalam darah tetap stabil.



## 2.8. Kerangka Teori



## 2.9. Kerangka Konsep



## 2.10. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah “ada perbedaan glukosa darah sewaktu segera dan ditunda antara serum dan plasama EDTA”.

