

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Tinjauan Umum Remaja Akhir

a. Definisi

Masa remaja akhir adalah periode penting di mana proses perkembangan diri, baik secara psikologis maupun fisik, mencapai tahap penutupan. Pada tahap ini, seorang remaja harus mempersiapkan diri untuk memasuki dunia dewasa, yang memerlukan kesiapan mental yang matang. Selain kesiapan mental, kesiapan fisik juga merupakan aspek yang tidak kalah penting untuk dipersiapkan. Selama masa transisi ini, berbagai perubahan dalam diri remaja dapat mempengaruhi mereka secara signifikan. Oleh karena itu, bimbingan dan arahan dari orang tua sangat krusial untuk membantu remaja dalam menyiapkan diri dan mencapai kematangan yang diperlukan untuk menghadapi tantangan dan tanggung jawab di dunia dewasa. Perkembangan yang dialami oleh remaja akhir mencakup berbagai aspek, tidak hanya terbatas pada aspek fisik tetapi juga meliputi perkembangan psikis mereka. Perubahan ini mencakup berbagai bidang, seperti tanggung jawab sebagai remaja akhir, serta perkembangan dalam aspek emosional, sosial, agama, intelektual, fisik, dan moral. Seluruh aspek ini saling terkait dan dapat menimbulkan berbagai tantangan bagi remaja akhir. Jika mereka tidak mampu menjalani fase perkembangan ini dengan baik, hal tersebut dapat menyebabkan masalah yang berdampak negatif pada perkembangan mereka di masa depan.

Pada remaja akhir menuju ke dewasa muda terjadi gangguan metabolisme glukosa. Menurut penelitian Mamay dkk (2023) sensitifitas insulin mulai terganggu dikarenakan jika tubuh kelebihan kadar trigliserida akan mengakibatkan resistensi insulin mulai terganggu. Kadar gula darah apabila naik dan berlangsung lama, maka akan memicu

terjadinya peningkatan kadar trigliserida. Keadaan ini ditandai oleh resistensi insulin disertai defisiensi insulin relatif. Diabetes mellitus tipe 2 adalah diabetes yang tidak tergantung insulin terjadi akibat penurunan sensitivitas insulin (yang disebut resistensi insulin) atau akibat penurunan jumlah produksi insulin.

2. Tinjauan Umum Glukosa Terganggu

a. Definisi

Di dalam tubuh, glukosa berfungsi sebagai sumber energi utama untuk kerja otak dan sel-sel lainnya. Glukosa yang ada dalam darah berasal dari karbohidrat yang dikonsumsi dalam makanan dan disimpan dalam bentuk glikogen. Ketika kadar glukosa darah mencapai 140 mg/dL atau lebih, atau jika glukosa darah puasa menunjukkan nilai lebih dari 120 mg/dL, hal ini dapat dijadikan dasar untuk diagnosis diabetes mellitus. Glukosa memainkan peran penting sebagai molekul utama dalam pembentukan energi, termasuk untuk sel darah merah (Subiyono, 2016).

Toleransi Glukosa Terganggu atau awal dari Prediabetes adalah keadaan Glukosa darah yang lebih tinggi dari normal tetapi belum mencapai tingkat yang memenuhi kriteria diabetes dikenal sebagai kondisi dengan glukosa darah puasa terganggu (GDPT) atau toleransi glukosa terganggu (TGT). TGT adalah bagian dari gangguan metabolik yang disebabkan oleh kelainan dalam sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya. Kondisi ini mencakup gangguan dalam regulasi glukosa darah yang belum mencapai tingkat diabetes, tetapi menunjukkan adanya masalah dengan pengaturan glukosa dalam tubuh.

Menurut pedoman PERKENI tahun 2021, diagnosis prediabetes ditentukan berdasarkan beberapa kriteria pemeriksaan glukosa. Jika hasil pemeriksaan glukosa plasma puasa berada di antara 100-125 mg/dL dan hasil Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) menunjukkan glukosa plasma 2 jam setelah tes kurang dari 140 mg/dL, maka kondisi ini dikenal sebagai Glukosa Darah Puasa Terganggu (GDPT). Sebaliknya, jika

glukosa plasma 2 jam setelah TTGO berada dalam rentang 140-199 mg/dL, sementara glukosa plasma puasa kurang dari 100 mg/dL, maka ini disebut sebagai Toleransi Glukosa Terganggu (TGT). Prediabetes dapat diidentifikasi dalam kedua kondisi tersebut, yaitu GDPT dan TGT. Selain itu, diagnosis prediabetes juga dapat ditegakkan berdasarkan hasil pemeriksaan HbA1c yang menunjukkan angka antara 5,7% hingga 6,4%.

Ketidakstabilan kadar glukosa darah mengacu pada variasi kadar glukosa yang mengalami perubahan signifikan dari rentang normal, baik dalam bentuk kenaikan (hiperglikemia) maupun penurunan (hipoglikemia). Pada pasien Diabetes Mellitus, ketidakstabilan kadar glukosa darah sering kali disebabkan oleh disfungsi pankreas, resistensi insulin, dan disfungsi hati. Di sisi lain, penurunan kadar glukosa darah dapat dipicu oleh beberapa faktor, seperti penggunaan insulin atau obat-obatan yang menurunkan kadar glukosa, hiperinsulinemia, endokrinopati, serta disfungsi hati dan ginjal kronis. Gangguan metabolik bawaan juga dapat berkontribusi terhadap penurunan kadar glukosa darah (Tim Pokja SDKI DPP PPNI, 2017).

b. Kriteria diabetes dan prediabetes

Menurut Perkeni (2019), hasil yang tidak memenuhi kriteria normal atau kriteria diabetes melitus (DM) dikategorikan sebagai prediabetes. Kelompok prediabetes ini yaitu:

- 1) Glukosa Darah Puasa Terganggu (GDPT) adalah kondisi di mana hasil pemeriksaan glukosa plasma saat puasa menunjukkan angka antara 100 hingga 125 mg/dL, dan hasil pemeriksaan tes toleransi glukosa oral (TTGO) pada 2 jam setelah konsumsi glukosa adalah kurang dari 140 mg/dL.
- 2) Toleransi Glukosa Terganggu (TGT) adalah kondisi di mana hasil pemeriksaan glukosa plasma 2 jam setelah tes toleransi glukosa oral (TTGO) berada dalam kisaran 140 hingga 199 mg/dL, sementara hasil pemeriksaan glukosa plasma saat puasa kurang dari 100 mg/dL.

3) Selain itu, diagnosis prediabetes juga dapat ditegakkan berdasarkan hasil pemeriksaan HbA1c, di mana kadar HbA1c berada dalam rentang 5,7% hingga 6,4% (Perkeni, 2019).

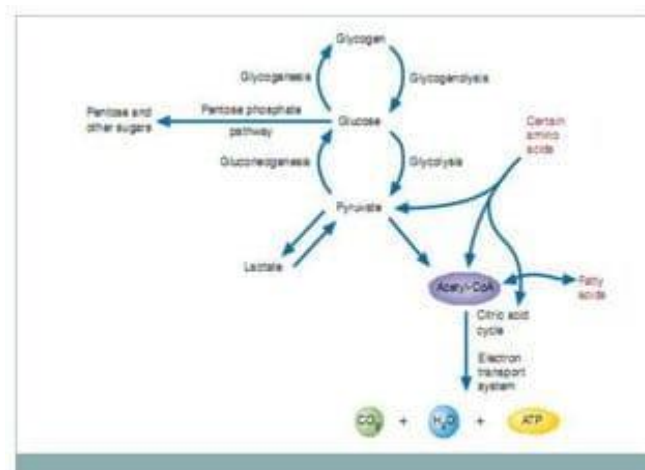
c. Metabolisme Karbohidrat

Karbohidrat diserap dalam bentuk monosakarida di bagian duodenum dan jejunum dari usus halus. Glukosa dan galaktosa diserap melalui mikrovili ke dalam aliran darah dengan mekanisme transport aktif, sedangkan fruktosa diserap melalui difusi. Fruktosa dan galaktosa, hasil pencernaan sukrosa dan laktosa, diubah menjadi glukosa oleh sel-sel hati. Salah satu faktor yang mempengaruhi penyerapan karbohidrat adalah hormon insulin, yang berfungsi untuk meningkatkan transport glukosa ke sel-sel jaringan. Glukosa kemudian dibawa ke hati melalui pembuluh darah vena, sebelum disebarkan ke seluruh jaringan tubuh yang membutuhkannya (Triana, 2017).

Sebagian glukosa disimpan dalam hati dan otot dalam bentuk glikogen sebagai cadangan energi. Karena kapasitas pembentukan glikogen terbatas, kelebihan glukosa akan diubah menjadi lemak dan disimpan dalam jaringan adiposa. Glikogen di hati dan otot akan dipecah menjadi glukosa ketika kebutuhan glukosa tubuh melebihi jumlah glukosa yang tersedia dalam darah. Selain dipengaruhi oleh berbagai enzim, metabolisme glukosa juga diatur oleh hormon-hormon tertentu. Hormon insulin dan glukagon yang diproduksi oleh pankreas memainkan peran penting dalam proses metabolisme glukosa (Triana, 2017).

Glukosa merupakan prekursor utama dalam sintesis berbagai senyawa non-karbohidrat. Selain dapat diubah menjadi lemak—termasuk asam lemak, kolesterol, dan hormon steroid—glukosa juga dapat diubah menjadi asam amino dan asam nukleat. Dalam tubuh manusia, senyawa yang dapat disintesis dari glukosa meliputi vitamin, asam amino esensial, dan asam lemak esensial. Karbohidrat dalam makanan terdiri dari polimer heksana seperti glukosa, galaktosa, dan fruktosa. Glukosa biasanya diubah menjadi glukosa-6-fosfat melalui proses difosforilasi,

yang dikatalisis oleh enzim heksokinase. Aktivitas heksokinase meningkat di bawah pengaruh insulin dan menurun pada kondisi kelaparan atau diabetes. Selain itu, glukosa dapat disimpan di hati atau otot dalam bentuk glikogen. Glikogen, yang merupakan polimer dari banyak residu glukosa, disimpan dalam bentuk yang dapat dilepaskan dan dimetabolisme sebagai glukosa saat diperlukan, terutama untuk aktivitas otot dan pemulihan kadar gula darah. Hati berperan penting dalam mendistribusikan glukosa untuk menghasilkan energi, karena ukurannya yang besar dan keberadaan enzim yang mendukung transformasi metabolisme. Sebagian besar energi yang digunakan untuk fungsi sel dan jaringan berasal dari glukosa (Wulandari, 2016).



Gambar 1. Metabolisme karbohidrat, Sumber (Henggu dan Nurdiansyah, 2021).

d. Faktor Risiko

1) Usia

Risiko terjadinya diabetes mellitus tipe II meningkat seiring bertambahnya usia, dengan perubahan fisiologis yang signifikan sering terjadi setelah usia 40 tahun. Resistensi insulin mulai muncul pada usia sekitar 45 tahun dan cenderung memburuk pada usia di atas 65 tahun. Hal ini disebabkan oleh kebiasaan kurang bergerak, kehilangan massa otot, dan peningkatan berat badan yang sering

terjadi pada kelompok usia tersebut. Selain itu, proses penuaan juga mengakibatkan penurunan fungsi sel beta pankreas, yang berdampak pada penurunan produksi insulin (Lestari dkk, 2021).

2) Stress

Stres adalah salah satu faktor risiko diabetes mellitus yang dapat memicu peningkatan aktivitas metabolisme dalam tubuh, sehingga kebutuhan akan energi juga meningkat. Akibatnya, pankreas harus bekerja lebih keras untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Peningkatan beban kerja pada pankreas ini dapat menyebabkan kerusakan pada organ tersebut, yang pada akhirnya berdampak pada penurunan produksi insulin (Fatimah, 2018).

e. Hormon Yang Mempengaruhi Glukosa Darah

1) Hormon Insulin

Hormon insulin diproduksi oleh sel beta di pankreas dan memiliki peran utama dalam mengatur kadar glukosa dalam darah dengan mengontrol produksi dan penyimpanannya. Jika fungsi insulin tidak normal, hal ini dapat menyebabkan peningkatan penggunaan glukosa dalam darah, yang mengarah pada kondisi hiperglikemia (Indriyaningsih dan Novi, 2022).

2) Hormon Tiroid

Hormon tiroid adalah hormon yang berperan dalam meningkatkan aktivitas metabolisme di hampir seluruh jaringan tubuh. Hormon ini mempengaruhi penggunaan glukosa dengan meningkatkan proses glikolisis, glukogenesis, serta mempercepat absorpsi di saluran cerna. Selain itu, hormon tiroid juga meningkatkan sekresi insulin. Efek keseluruhan dari hormon tiroid adalah peningkatan kadar glukosa dalam darah (Guyton dan Hall, 2014).

3) Hormon Pertumbuhan

Hormon pertumbuhan, yang disekresikan oleh kelenjar hipofisis anterior, mempengaruhi metabolisme glukosa dengan cara mengurangi efektivitas insulin dalam merangsang konsumsi glukosa

dan menghambat pembentukan glukosa (glukoneogenesis) oleh hati. Dampaknya adalah peningkatan kadar glukosa darah dan peningkatan sekresi insulin (Guyton dan Hall, 2014).

4) Hormon Glukagon

Glukagon adalah untuk meningkatkan kadar glukosa darah, yang merupakan kebalikan dari fungsi insulin. Glukagon bekerja dengan merangsang glikogenolisis (pemecahan glikogen di hati) dan glukoneogenesis (pembentukan glukosa dari lemak dan protein). Dengan cara ini, glukagon mencegah kadar glukosa darah turun di bawah tingkat tertentu, terutama selama puasa atau di antara waktu makan (Indriyaningsih dan Novi, 2021).

5) Hormon Kortisol

Kortisol adalah hormon yang dikeluarkan oleh korteks adrenal. Fungsi utama hormon ini adalah meningkatkan kadar glukosa darah dengan menurunkan sensitivitas jaringan terhadap insulin (Indriyaningsih dan Novi, 2021).

6) Hormon ACTH

Adrenocorticotrophic hormon (ACTH) adalah hormon yang disekresikan oleh kelenjar hipofisis anterior. Hormone ini dapat menyebabkan tingginya konsentrasi glukosa darah mencapai 200 mg/dL setelah makan, sebanyak dua kali dari nilai normal dengan mensekresi ACTH secara berlebihan hingga terjadi sindrom cushing yang ditandai dengan tingginya kadar ACTH dan kortisol (Guyton and Hall, 2014).

f. Kelainan Metabolisme Glukosa

1) Hiperglikemia

Hiperglikemia adalah kondisi di mana kadar glukosa dalam darah meningkat melebihi batas normal. Hal ini dapat disebabkan oleh konsumsi makanan yang berlebihan, stres emosional, atau penghentian pengobatan diabetes mellitus secara mendadak. Gejala dari hiperglikemia meliputi penurunan kesadaran dan dehidrasi.

2) Hipoglikemia

Hipoglikemia adalah kondisi di mana kadar glukosa dalam darah turun di bawah 60 mg/dL, yang bisa menyebabkan gejala seperti rasa lapar, gemetar, keringat dingin, dan pusing. Dalam kasus yang lebih parah, dapat terjadi penurunan kesadaran hingga koma. Penanganan segera diperlukan dengan memberikan gula murni, minuman manis, permen, atau makanan yang mengandung karbohidrat seperti roti. Koma hipoglikemia sendiri terjadi ketika kadar glukosa darah turun di bawah 30 mg/dL (Irianto dan Koes, 2014).

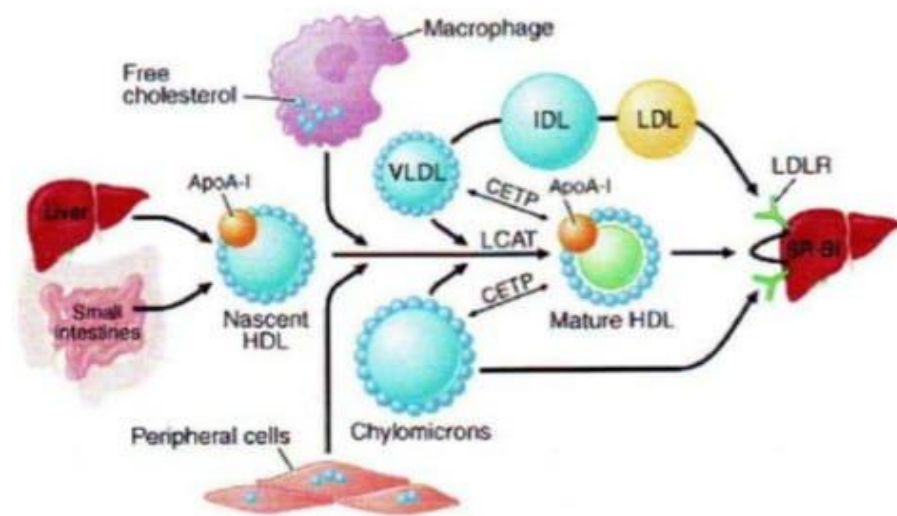
3. Tinjauan Umum *High Density Lipoprotein*

a. Definisi

High Density Lipoprotein (HDL) kolesterol dikenal sebagai jenis kolesterol "baik" karena berfungsi untuk membawa kolesterol dari pembuluh darah kembali ke hati, di mana kolesterol tersebut diolah dan dibuang. Ini membantu mencegah penebalan dinding pembuluh darah dan mengurangi risiko aterosklerosis atau pengerasan pembuluh darah. Oleh karena itu, kadar HDL kolesterol yang rendah dapat meningkatkan risiko penyakit jantung koroner. Untuk meningkatkan kadar HDL, disarankan untuk berhenti merokok, mengurangi berat badan, dan meningkatkan aktivitas fisik (Anies, 2015). HDL membantu melarutkan LDL kolesterol dalam tubuh dan membawanya ke hati untuk pemrosesan dan pembuangan, meskipun tidak sepenuhnya menghilangkan LDL. Kadar HDL yang sehat seharusnya lebih dari 40 mg/dL pada pria dan lebih dari 50 mg/dL pada wanita. Faktor-faktor yang dapat menurunkan kadar HDL meliputi kurangnya aktivitas fisik, obesitas, dan kebiasaan merokok. Selain itu, hormon seperti testosteron dan progesteron dapat menurunkan HDL, sementara estrogen dapat meningkatkan kadar HDL (Husein dkk, 2020).

Pemeriksaan HDL melibatkan tiga tahap utama: pra-analitik, analitik, dan pasca-analitik. Pada tahap pra-analitik, penting untuk memastikan identitas pasien benar dan lengkap. Pengambilan sampel

harus dilakukan dengan hati-hati untuk menghindari hemolisis, yaitu pecahnya sel darah merah yang dapat menyebabkan zat dari bekuan masuk ke dalam plasma. Sampel harus diambil dalam posisi duduk dan disimpan sebagai serum. Tahap analitik mencakup penggunaan reagen dan alat. Reagen perlu diperiksa fisik, kemasan, dan tanggal kedaluwarsa, serta disimpan dengan benar untuk menjaga kualitasnya. Reagen harus disimpan dalam botol tertutup, terhindar dari sinar matahari langsung, pada suhu 2-8°C, dan dilengkapi dengan kartu kontrol. Alat yang digunakan harus berfungsi dengan baik dan terkalibrasi dengan tepat. Pada tahap pasca-analitik, hasil pemeriksaan harus dicatat dan dilaporkan dengan akurat, memastikan bahwa hasil yang dikeluarkan sesuai dengan hasil yang diperoleh (Sari, 2018).



Gambar 2. Metabolisme HDL Sumber: (Rader DJ dan Hobbs HH, 2008).

b. Faktor Risiko

Peningkatan profil lipid erat kaitannya dengan adanya resistensi insulin yang menyebabkan lipolisis

1) Aktivitas Fisik

Kurangnya aktivitas fisik adalah sebagian dari pemicu tingginya kadar kolesterol total (Zahroh, 2021). Kelebihan berat badan, rendahnya aktivitas fisik dapat berdampak pada kolesterol total dalam

tubuh. Akibat ketidakseimbangan antara asupan makanan dan aktivitas fisik, nutrisi makanan yang terkumpul di dalam tubuh berubah menjadi lemak (Amelia dkk, 2021).

2) Meminum Kopi

Seperti yang diketahui kopi termasuk meningkatkan kadar kolesterol. Kadar asam lemak dan kolesterol yang tinggi dapat menyebabkan penumpukan lemak dan plak yang menempel dan menyumbat dinding arteri, akibat terlalu banyak mengonsumsi cafestol. Minum 1-3 atau >3 cangkir kopi per hari meningkatkan kadar kolesterol (Diarti dkk., 2016).

3) Usia

Kadar kolesterol total lebih tinggi pada orang yang lebih tua yang dibandingkan pada orang yang lebih muda. Hal ini karena seiring bertambahnya usia, aktivitas reseptor LDL menurun atau plak menumpuk di arteri (Amelia Dkk, 2021). Sistem metabolisme tubuh menurun, dan kemampuan tubuh dalam memproses kolesterol dan lemak kurang optimal, sehingga dapat menyebabkan penumpukan kolesterol dalam darah orang lanjut usia. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya usia (Anggraeni dan Banamtuan, 2016). Kadar kolesterol mulai meningkat pada usia 20 tahun dan terus meningkat hingga usia 60-65 tahun (Martyaningrum, 2018).

4) Memiliki kebiasaan makan makanan berminyak

Tingginya kadar kolesterol dalam darah disebabkan oleh rutinya konsumsi makanan berlemak sehingga meningkatkan kadar kolesterol dalam darah. Makanan berlemak mengandung lemak jenuh sehingga meningkatkan kadar kolesterol karena kolesterol berasal dari dua sumber, yaitu kolesterol endogen yang terbentuk di sel-sel tubuh terutama hati, dan makanan yang kita konsumsi sehari-hari (Rahman dkk, 2021).

5) Obesitas

Kegemukan mengacu pada penimbunan lemak yang berlebihan dalam tubuh. Obesitas erat kaitannya dengan tingginya kandungan lemak dalam tubuh. Salah satu parameter peningkatan lemak darah yaitu peningkatan kadar kolesterol (Sugiritama dkk, 2020).

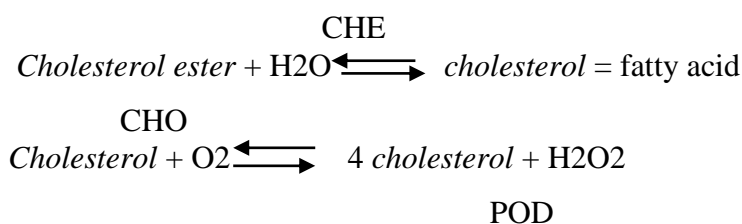
4. Tinjauan Umum *Dislipidemia*

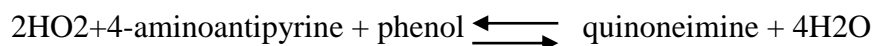
Metabolisme lipid melibatkan peningkatan kadar kolesterol total, trigliserida, dan low density lipoprotein (LDL), serta penurunan kadar high density lipoprotein (HDL). Kondisi dislipidemia ini dapat mempercepat pembentukan plak aterosklerosis, yang pada gilirannya dapat memicu berbagai penyakit kardiovaskuler. Selain meningkatkan risiko penyakit jantung, rendahnya kadar HDL juga dapat memperburuk perkembangan penyakit diabetes (FK UMI, 2022).

5. Metode Penelitian

a. Metode CHOD PAP

Metode untuk mengukur kadar kolesterol meliputi metode kolorimetri dan enzimatik. Salah satu contoh metode kolorimetri adalah metode Lieberman-Burchard, yang bekerja dengan prinsip pembentukan warna hijau kecoklatan antara kolesterol, asam asetat, anhidrida, dan asam sulfat pekat. Intensitas warna ini berbanding lurus dengan kadar kolesterol dalam sampel. Di sisi lain, metode CHOD-PAP adalah metode enzimatik yang sering digunakan di laboratorium karena memberikan hasil yang lebih akurat. Namun, reagen dalam metode ini harus disimpan dengan baik karena enzim dapat mudah rusak. Pada metode ini, kolesterol direaksikan dengan enzim tertentu yang bertindak sebagai biokatalisator, sehingga menghasilkan reaksi yang lebih spesifik (Purbayanti, 2015).





Metode CHOD-PAP adalah teknik enzimatik yang memanfaatkan kolesterol oksidase untuk menghasilkan peroksida. Peroksida yang terbentuk kemudian diwarnai dengan campuran empat aminoantipirin dan fenol, menghasilkan senyawa kuinonimine yang berwarna merah ungu. Metode ini menunjukkan linearitas yang baik hingga kadar kolesterol 500 mg/dL. Namun, sampel yang keruh, lipemik, ikterik, atau hemolisis dapat memengaruhi hasil pemeriksaan. Dalam metode ini, bilirubin dapat menyebabkan interferensi negatif karena bilirubin bereaksi dengan H_2O_2 , mengurangi jumlah peroksida yang tersedia untuk membentuk kompleks berwarna (Murniata, 2019).

b. Metode Spektrofotometri

Spektrofotometri adalah teknik yang menggunakan alat untuk mengukur seberapa banyak cahaya yang diserap atau ditransmisikan oleh suatu sampel, berdasarkan panjang gelombangnya. Sebagai metode dalam kimia analisis, spektrofotometri sering dipakai untuk menentukan komposisi sampel secara kuantitatif dan kualitatif, berdasarkan interaksi antara materi dan cahaya. Spektrofotometer memancarkan cahaya dengan panjang gelombang tertentu, sedangkan fotometer mengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diserap oleh sampel. Dengan demikian, spektrofotometer digunakan untuk mengukur energi relatif yang ditransmisikan atau dipantulkan sebagai fungsi dari panjang gelombangnya (Kusliyana, 2018).

Metode spektrofotometri memiliki beberapa keuntungan, antara lain memberikan cara yang sederhana untuk menentukan kualitas zat dalam jumlah yang sangat kecil. Selain itu, hasil yang diperoleh cukup akurat karena angka yang terbaca langsung dicatat oleh detektor dan dapat dicetak dalam format digital maupun grafik yang telah diregresikan (Pangestu, 2019). Metode ini juga memiliki beberapa kekurangan. Absorbansi dapat dipengaruhi oleh pH larutan, suhu, adanya zat pengganggu, dan kebersihan kuvet. Metode ini hanya efektif pada gugus

fungsional yang mengandung elektron valensi dengan energi rendah, serta memerlukan sinar yang bersifat monokromatis (Rohmah dkk, 2021).

c. Metode POCT

Metode penggunaan strip untuk sampel darah kapiler atau whole blood sering digunakan dalam pemeriksaan glukosa darah. Prinsip pemeriksaan Point of Care Testing (POCT) melibatkan meletakkan strip tes ke dalam alat, lalu meneteskan darah ke area reaksi pada strip. Katalis glukosa pada strip akan mengurangi kandungan glukosa dalam darah. Tingkat konsentrasi glukosa darah kemudian diukur berdasarkan intensitas elektron yang dihasilkan pada strip tes (Fahmi dkk, 2020). Metode penggunaan strip untuk sampel darah kapiler atau whole blood banyak diterapkan dalam pemeriksaan glukosa darah. Pada prinsip Point of Care Testing (POCT), strip tes ditempatkan dalam alat, kemudian darah diteteskan ke area reaksi pada strip tersebut. Katalis glukosa pada strip akan mengurangi kadar glukosa dalam darah. Konsentrasi glukosa darah diukur berdasarkan intensitas elektron yang dihasilkan pada strip tes (Fahmi dkk, 2020).