

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Glukosa

2.1.1 Definisi Glukosa Darah

Glukosa darah atau kadar gula darah adalah istilah yang mengacu kepada tingkat glukosa di dalam darah. Konsentrasi gula darah atau tingkat glukosa serum diatur dengan ketat di dalam tubuh. Glukosa darah atau kadar gula darah adalah suatu gula monosa-karida, karbohidrat terpenting yang digunakan sebagai sumber tenaga utama dalam tubuh (N. Putri, 2020).

Istilah “gula darah” secara bebas digunakan untuk glukosa dan gula-gula lainnya serta kadang-kadang zat-zat pereduksi lain yang mungkin terdapat didalam darah (Baron, 2015). kadar gula darah dipengaruhi oleh hormon insulin. Insulin mengangkut glukosa dari darah ke dalam sel tubuh agar sel dapat menggunakan glukosa sebagai energi atau makanannya. Tanpa adanya insulin, sel-sel tubuh tidak bisa memanfaatkan glukosa yang ada di dalam darah (Susanto, 2017).

Ketidakstabilan kadar glukosa darah adalah variasi dimana kadar glukosa darah mengalami kenaikan atau penurunan gula darah dari rentang normal yang disebut dengan hiperglikemi atau hipoglikemia (Wilkinson, 2015).

Kadar glukosa darah yang tinggi dapat disebabkan karena adanya beberapa faktor yaitu konsumsi makanan yang tinggi lemak, karbohidrat sederhana dan makanan olahan dengan kurang aktifitas fisik dan olahraga berkaitan dengan peningkatan kadar gula darah (Ayu, 2015). Diabetes melitus (DM) merupakan sekelompok gangguan metabolik dengan gejala umum hiperglikemia. Penyakit ini merupakan suatu kelompok penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena kelainan sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya. Beberapa proses patologis

terlibat dalam terjadinya diabetes, mulai dari perusakan sel β pada pankreas dengan konsekuensi definisi insulin, sampai abnormalitas yang berujung pada resistensi insulin (Firgiansyah, 2016).

Menurut Shi et al. (2020) pemeriksaan glukosa darah dapat menggunakan dua alat yaitu Spektrofotometer dan Glukometer (Point of Care Test). Spektrofotometer menggunakan serum atau plasma sehingga tidak dipengaruhi sel-sel darah seperti pada sampel whole blood (Stevens et al., 2019). Penggunaan alat spektrofotometer yaitu membutuhkan sampel menggunakan serum sehingga memerlukan lebih banyak darah dan dalam pengerjaannya memerlukan waktu yang lama. Point off Care Test merupakan pemeriksaan glukosa darah yang terdiri dari alat meter glukosa darah, strip tes glukosa darah total dan autoklik lanset (jarum pengambil sampel). Alat meter glukosa adalah alat yang digunakan untuk mengukur kadar glukosa darah total berdasarkan deteksi elektrokimia dengan dilapisi enzim glucose oxidase pada strip membrane (Taylor et al., 2021).

2.1.2 Metabolisme Glukosa

Glukosa dalam tubuh merupakan karbohidrat utama dalam memberikan energi bagi sel tubuh. Ini karena semua jenis karbohidrat yang biasa dikonsumsi manusia, termasuk monosakarida, disakarida dan polisakarida, diubah menjadi glukosa. Kemudian, glukosa akan menjadi salah satu molekul terpenting pembentuk energi dalam tubuh. (Herawati, 2017). Glukosa di dalam tubuh yang sudah diabsorpsi oleh dinding usus, menuju ke aliran darah dan hati, di mana akan disaring untuk mengeluarkan glikogen kemudian dioksidasi ke CO_2 dan H_2O , menuju ke sel tubuh. Hormon juga mengatur kadar glukosa darah adalah hormon insulin. Ketika hormon insulin rendah dari kebutuhan tubuh, maka glukosa dalam darah terjadi penumpukan peredaran darah, yang akan meningkatkan kadar

glukosa. Jika kadar glukosa darah menuju ke tingkat ginjal, glukosa darah akan dikeluarkan melalui urin (Dzulhidayat, 2022).

2.1.3 Penyakit Pada Glukosa Darah

a. Hipoglikemia

Hipoglikemia mengacu rendahnya glukosa dalam darah dengan nilai ≤ 70 mg/dl (3,9 mmol/L), yang berarti glukosa darah kategori waspada oleh American Diabetes Association. Tanda dan gejala hipoglikemia dibagi menjadi dua kategori, yaitu bersifat otonom dan neuroglukopenik. Tanda dan gejala otonom termasuk berkeringat, palpitasi, tremor, pusing, dan kelaparan, sedangkan gejala neuroglukopenik seperti kebingungan, lesu, kesulitan berbicara, perilaku aneh, dan tidak mampu melakukan koordinasi (Budiawan et al., 2020).

Hipoglikemia merupakan efek samping paling umum dari penggunaan insulin dan sulfonilurea dalam pengobatan diabetes mellitus, karena proses mekanisme kerja obat ini untuk mencegah peningkatan gula darah dari pada menurunkan konsentrasi glukosa (Rusdi, 2020).

Hipoglikemia dapat menyebabkan kegagalan fungsional otak, yang biasanya terjadi ketika kadar glukosa tinggi. Kematian otak terjadi pada hipoglikemia jangka pendek, sedangkan pada hipoglikemia berkepanjangan jarang terjadi. Selain itu, hipoglikemia dapat menyebabkan berbagai penyakit kardiovaskular, termasuk koagulopati, peradangan, disfungsi endotel, dan aktivasi sistem saraf simpatik (Budiawan et al., 2020).

b. Hiperglikemia

Hiperglikemia merupakan suatu keadaan terjadi peningkatan pada glukosa dalam darah meningkat >200 mg/dL, hiperglikemia adalah

diagnosis tanda pertama terjadinya peningkatan kadar glukosa darah, yang sering kita sebut dengan diabetes mellitus (DM). Hiperglikemia dipengaruhi oleh tubuh yang sedikitnya kadar insulin. (Yuniastuti et. al., 2018).

Terjadinya hiperglikemia dapat menyebabkan penurunan sekresi pada insulin, sehingga meningkatkan resistensi insulin. Resistensi insulin menciptakan siklus yang sama berbahayanya, dan peningkatan glukosa darah yang tinggi dapat menyebabkan penurunan produksi insulin dalam tubuh. Hiperglikemia yang tidak terkontrol dapat menyebabkan osmolalitas yang tinggi (Lutfi, 2019).

2.1.4 Faktor Penyebab Glukosa Darah Tinggi

Faktor-faktor yang dapat memicu terjadinya kadar gula darah meningkat antara lain :

a. Faktor pola makan

Makan secara berlebihan dan melebihi jumlah kadar kalori yang dibutuhkan oleh tubuh dapat memacu timbulnya Diabetes Mellitus. Konsumsi makanan yang berlebihan dan tidak diimbangi dengan sekresi insulin dalam jumlah yang memadai dapat menyebabkan kadar gula dalam darah meningkat dan pastinya akan menimbulkan penyakit Diabetes Mellitus (Hasdinah, 2012).

b. Faktor kelebihan berat badan

Kelebihan berat badan atau kegemukan (obesitas) adalah pemicu timbulnya berbagai penyakit serius, salah satunya Diabetes Mellitus akut. Orang yang berat badannya berlebih pada umumnya mengalami kesulitan untuk bergerak secara bebas. Kurang gerak akibat kelebihan berat badan juga merupakan faktor timbulnya Diabetes Mellitus (Susilo & Wulandari, 2011).

c. Faktor keturunan (genetis)

Diabetes Mellitus dapat di wariskan dari orang tua kepada anak. Gen penyebab Diabetes Mellitus akan dibawa oleh anak jika orang tuanya menderita penyakit tersebut. Pewarisan gen ini dapat sampai ke cucunya bahkan cicit meskipun resikonya sangat kecil.

d. Faktor usia

Semakin bertambahnya usia maka perubahan fisik dan penurunan fisiologi tubuh akan mempengaruhi konsumsi serta penyerapan zat gizi. Masalah gizi pada usia lanjut sebagian besar merupakan masalah gizi berlebih dan kegemukan yang akan memicu timbulnya penyakit defradatif seperti halnya Diabetes Mellitus.

e. Bahan-bahan kimia dan obat-obatan yang merusak pankreas

Bahan-bahan kimia dapat membuat iritasi pada pankreas yang menyebabkan radang pankreas, radang pada pankreas akan menimbulkan fungsi pankreas menurun sehingga tidak ada sekresi hormon-hormon untuk proses metabolisme tubuh termasuk insulin. Segala jenis residu obat yang terakumulasi dalam waktu yang lama dapat mengiritasi pankreas (Hasdianah, 2012).

Beberapa obat dapat meningkatkan kadar gula darah. Contoh : hormon steroid, beberapa obat anti hipertensi (penyakit beta dan diuretic), obat penurun kolesterol (niacin), obat tuberkulosa (INH), obat asma (salbutamol dan terbutaline), obat HIV (pentamidine, protease inhiumber) dan hormon tiroid (levothyroxine) aloksan sebagai diabetogenik.

Aksi toksik aloksan pada sel beta diinisiasi oleh radikal bebas yang dibentuk oleh reaksi redoks. Aloksan dan produk reduksinya, asam dialurik, membentuk siklus redoks dengan formasi radikal superoksida. Radikal ini mengalami dismutasi menjadi hydrogen peroksida. Radikal hidroksil dengan kereaktifan yang tinggi dibentuk oleh reaksi Fenton.

Aksi radikal bebas dengan rangsangan tinggi meningkatkan konsentrasi kalsium sitosol yg menyebabkan destruksi cepat sel beta pankreas. Meningkatnya konsentrasi kalsium sitosol juga disebabkan karena aloksan menginduksi pengeluaran kalsium dari mitokondria yang kemudian menyebabkan terganggunya proses oksidasi sel beta pankreas. Karena rusaknya sel beta pankreas maka insulin tidak terbentuk sehingga kadar glukosa darah meningkat.

f. Penyakit dan infeksi pada pankreas

Infeksi mikroorganisme dan virus pada pankreas juga dapat menyebabkan radang pankreas yang otomatis pula menyebabkan fungsi pankreas menurun sehingga tidak ada sekresi hormon untuk proses metabolisme tubuh termasuk insulin. Penyakit termasuk kolesterol tinggi dan dislipidemia dapat menyebabkan resiko terkena penyakit Diabetes Mellitus.

g. Faktor pola hidup

Pola hidup juga sangat mempengaruhi pula faktor penyebab Diabetes Mellitus. Orang malas untuk berolah raga memiliki resiko lebih tinggi untuk terkena penyakit Diabetes Mellitus karena olah raga berfungsi untuk membakar kalori yang berlebih dalam tubuh. Kalori yang ditimbun dalam tubuh merupakan faktor utama penyebab Diabetes Mellitus.

2.1.5 Macam-Macam Pemeriksaan Glukosa Darah

Glukosa darah dapat diketahui kadarnya dengan memeriksa kadar glukosa darah sewaktu, glukosa darah puasa, glukosa 2 jam post prandial, dan tes toleransi glukosa oral. (Fajarna et al., 2022)

1. Glukosa darah sewaktu

Glukosa darah sewaktu adalah pemeriksaan kadar glukosa darah yang dilakukan seketika waktu tanpa harus puasa atau melihat makanan

yang terakhir yang dimakan. Kadar normal glukosa darah sewaktu kurang dari 110 mg/dl.

2. Glukosa darah puasa

Merupakan pemeriksaan kadar glukosa darah yang dilakukan setelah pasien berpuasa selama 10-12 jam. Kadar normal glukosa darah puasa antara 70-110 mg/dl. Glukosa darah puasa ini dapat menunjukkan keadaan keseimbangan glukosa secara keseluruhan dan pengukuran rutin sebaiknya dilakukan pada sampel glukosa puasa.

3. Glukosa 2 jam post prandial

Pemeriksaan glukosa 2 jam post prandial biasanya dilakukan untuk menguji respon metabolik terhadap pemberian karbohidrat 2 jam setelah makan, sampel darah diambil 2 jam setelah makan atau pemberian karbohidrat. Kadar normal glukosa 2 jam post prandial adalah kurang dari 140 mg/dl, jika 2 jam setelah makan kadar glukosa kurang dari 140 mg/dl, maka kadar glukosa tersebut sudah kembali ke kadar sesudah kenaikan awal yang berarti bahwa pasien tersebut mempunyai mekanisme pembuangan glukosa yang normal. Sebaliknya, jika kadar glukosa 2 jam setelah makan masih tetap tinggi, maka dapat dikatakan adanya gangguan metabolisme pembuangan glukosa.

4. HbA1c

HbA1c adalah zat yang terbentuk dari reaksi antara glukosa dan hemoglobin (bagian dari sel darah merah yang bertugas mengangkut oksigen ke seluruh bagian tubuh). Makin tinggi kadar gula darah, maka semakin banyak molekul hemoglobin yang berkaitan dengan gula. Apabila pasien sudah pasti terkena DM, maka pemeriksaan ini penting dilakukan pasien setiap 3 bulan sekali. Jumlah HbA1c yang terbentuk, bergantung pada kadar glukosa dalam darah sehingga hasil pemeriksaan HbA1c dapat menggambarkan rata-rata kadar gula pasien DM dalam waktu 3 bulan. Selain itu, pemeriksaan HbA1c juga dapat dipakai untuk

menilai kualitas pengendalian DM karena hasil pemeriksaan HbA1c tidak dipengaruhi oleh asupan makanan, obat, maupun olahraga sehingga dapat dilakukan kapan saja tanpa ada persiapan khusus (Widyastuti, 2011).

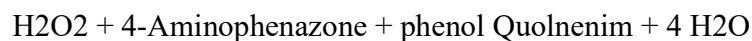
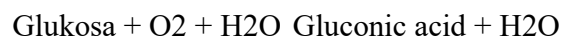
2.1.6 Metode Pemeriksaan Glukosa Darah

Pemeriksaan glukosa darah dapat dilakukan dengan metode enzimatik, kimiawi, serta cara strip (Kristiana, 2015), tetapi metode yang lebih banyak digunakan yaitu metode enzimatik yang lebih spesifik (menggunakan glukosa oksidase atau heksokinase yang bekerja pada glukosa tetapi tidak pada gula lain (Putri, 2017)

1. Metode Glukosa Oksidase (GOD-PAP)

Metode glukosa oksidase (GOD-PAP) merupakan metode pemeriksaan yang spesifik untuk melakukan pengukuran kadar glukosa dalam serum atau plasma melalui reaksi dengan glukosa oksidase. Prinsip metode ini adalah reaksi enzimatik dengan adanya glukosa oksidase (GOD), membentuk asam glukonik hidrogen peroksidas. Hidrogen peroksidas yang terbentuk akan bereaksi dengan katalisator yaitu enzim peroksidas (POD), phenol dan 4-aminohenazone membentuk quinonemine. Kemudian terbentuk intensitas warna merah violet yang diukur dengan fotometer.

Reaksi :



2. Metode Kimiawi

Metode kimiawi sekarang sudah jarang digunakan karena sensitifitas pemeriksaannya kurang tinggi. Gula selain glukosa yang ada di dalam darah akan terukur pada metode ini, sehingga dapat

menyebabkan hasilnya akan lebih tinggi dari metode enzimatik (Kristiana, 2015)

3. Cara Strip POCT (Point Of Care Testing)

Cara strip merupakan alat pemeriksaan sederhana untuk penggunaan sampel darah kapiler. Cara strip memiliki keterbatasan yang dipengaruhi oleh suhu dan volume sampel yang kurang serta akurasi belum diketahui. Cara strip tidak digunakan untuk menegakkan diagnosis klinis (Kristiana, 2015).

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).

2.2. Spektrofotometer

Spektrofotometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur absorbansi dengan cara melewati cahaya dengan panjang gelombang tertentu pada suatu obyek kaca atau kuarsa yang disebut kuvet. Sebagian dari cahaya tersebut akan diserap dan sisanya akan dilewatkan. Alat ini memiliki prinsip kerja hasil penggabungan dari alat spektrometer dan fotometer. Spektrometer adalah alat yang menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu. Sedangkan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diabsorbsikan. Spektrometer memiliki alat pengurai seperti prisma yang dapat menyeleksi panjang gelombang dari sinar putih. Pada fotometer terdapat filter dari berbagai warna yang memiliki spesifikasi melewati trayek panjang gelombang tertentu. (Astari, 2017)

Spektrofotometer merupakan suatu alat/instrumen yang dilengkapi dengan sumber cahaya (gelombang elektromagnetik), baik cahaya UV (Ultra Violet) ataupun cahaya nampak (visible). Spektrofotometer mampu membaca/mengukur kepekatan warna dari sampel tertentu dengan panjang gelombang tertentu pula. Alat ini digunakan untuk mengukur konsentrasi beberapa molekul seperti DNA/ RNA (UV light, 260 nm), protein (UV, 280 nm), kultur sel bakteri, ragi/ yeast (Vis light, 600 nm), dan lain-lain. Sinar UV digunakan untuk mengukur bahan (larutan) yang terbaca dengan panjang gelombang di bawah 400 nano meter (nm). Sedangkan visible light bisa digunakan untuk mengukur bahan dengan panjang gelombang 400-700 nm. Penyerapan sinar UV dan sinar tampak oleh molekul, melalui 3 proses yaitu penyerapan oleh transisi elektron ikatan dan elektron anti ikatan, penyerapan oleh transisi elektron d dan f dari molekul kompleks, dan penyerapan oleh perpindahan muatan.

Spektrofotometer dibagi menjadi dua jenis yaitu spektrofotometer single beam dan spektrofotometer double-beam. Pada single-beam, cahaya hanya melewati satu arah sehingga nilai yang diperoleh hanya nilai absorbansi dari larutan yang dimasukkan. Berbeda dengan single-beam, pada spektrofotometer double-beam, nilai blanko dapat langsung diukur bersamaan dengan larutan yang diinginkan dalam satu kali proses yang sama. Suatu spektrofotometer tersusun dari sumber spektrum tampak yang kontinyu, monokromator, sel pengabsorpsi untuk larutan sampel atau blanko dan suatu alat untuk mengukur perbedaan absorpsi antara sampel dan blanko ataupun pembandingan.

Selain itu spektrofotometer juga dikenal dalam pengukuran intensitas cahaya atau penyerapan cahaya pada daerah panjang gelombang yang sempit, yang disebut amperemonocromatic, yang dapat diperoleh dengan menggunakan monokromator. Monokromator merupakan suatu alat khusus untuk menyingkirkan atau membuang bagian-bagian dari cahaya yang tidak diperlukan dalam sistem pemeriksaan. Dengan spektrofotometer maka senyawa-senyawa organik maupun anorganik dapat diidentifikasi.

Di laboratorium ataupun klinik pada umumnya spektrofotometer digunakan untuk memeriksa parameter kadar kimia dalam darah antara lain kolesterol, gula darah, asam urat, trigliseride, sgot, sgpt, albumin, bilirubin, dan lain-lain.

Tabel 2.1 spektrum panjang gelombang, serta warna asli dan warna komplementer (Day dan Underwood diterjemahkan oleh Iis Sopyan diterjemahkan oleh Iis Sopyan, 1999: 384)

Spektrum Sinar Tampak		
Panjang gelombang (nm)	Warna	Warna komplementer
400-435	Ungu	Kuning-hijau
435-480	Biru	Kuning
480-490	Hijau-biru	Jingga
490-500	Biru-hijau	Merah
500-560	Hijau	Ungu
560-580	Kuning-hijau	Ungu
580-595	Kuning	Biru
595-610	Oranye	Hijau-biru
610-750	Merah	Biru-hijau

Dalam spektrum cahaya terdapat warna asli dan warna komplementer, warna asli merupakan warna yang diserap oleh benda, sedangkan warna komplementer merupakan warna yang diteruskan atau warna yang terlihat oleh mata manusia (tampak). Sebagai contoh larutan atau benda akan terlihat berwarna kuning karena menyerap spektrum warna biru. Hal ini menjadi salah satu inti dari metode spektroskopi sinar tampak, dimana sampel yang akan diuji harus bersifat tembus cahaya dan berwarna. Warna sampel merupakan warna komplementer dari warna yang diserap oleh larutan; spektrum warna yang diserap inilah yang akan dijadikan sebagai salah satu karakteristik dari sampel

(Day dan Underwood diterjemahkan oleh Iis Sopyan diterjemahkan oleh Iis Sopyan, 1999: 384)

2.2.1. Syarat Pengukuran Spektrofotometer

Spektrofotometri UV-Visible dapat digunakan untuk penentuan terhadap sampel yang berupa larutan, gas, atau uap. Pada umumnya sampel harus diubah menjadi suatu larutan yang jernih. Untuk sampel yang berupa larutan perlu diperhatikan beberapa persyaratan pelarut yang dipakai antara lain:

1. Harus melarutkan sampel dengan sempurna.
2. Pelarut yang dipakai tidak mengandung ikatan rangkap terkonjugasi pada struktur molekulnya dan tidak berwarna (tidak boleh mengabsorpsi sinar yang dipakai oleh sampel).
3. Tidak terjadi interaksi dengan molekul senyawa yang dianalisis.
4. Kemurniannya harus tinggi (Suharti, 2017).

2.2.2. Prinsip Kerja Spektrofotometer

Prinsip kerja fotometer adalah penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu oleh bahan yang di periksa. Tiap zat memiliki absorbansi pada panjang gelombang tertentu yang khas. Setelah di ketahui spektrum kurva serapan suatu zat, dapat ditentukan panjang gelombang dengan absorbansi tertinggi untuk zat tersebut. Panjang gelombang dengan absorbansi tertinggi digunakan untuk mengukur kadar zat yang diperiksa. Banyaknya cahaya yang diabsorpsi oleh zat berbanding lurus dengan kadar zat. Untuk memastikan ketepatan pengukuran, kadar yang hendak di ukur dibandingkan terhadap kadar di ketahui (standar), setelah ditera terhadap blanko.

2.2.3. Komponen Spektrofotometer

Komponen utama dari fotometer adalah sumber cahaya, isolator panjang gelombang (monokromator), kuvet, foto detektor, alat baca, recorder dan mikroprosesor.

1. Sumber cahaya

Fotometer UV/VIS memiliki dua sumber cahaya, satu untuk cahaya VIS dan satu untuk UV. Untuk sumber VIS biasanya digunakan lampu tungsten, sedangkan untuk UV lampu deuterium, lampu tungsten yang banyak digunakan adalah tungsten halogen dan dapat menjadi sumber energi stabil untuk cahaya antara 340-950 nm, dengan usia lampu kira-kira 500 jam. Lampu UV mengandung gas umumnya berasal dari hidrogen. Lampu deuterium menghasilkan intensitas cahaya 3 hingga 5 kali lebih kuat dari lampu hidrogen.

Tungsten yang menguap Selama berlangsungnya waktu pemakaian, akan melapisi permukaan gelas lampu, hingga suatu saat mengurangi cahaya yang terpancar. Pada tungsten halogen, gas halogen tekanan rendah dan gelas lampu yang terbuat dari silika memperpanjang usia lampu, akhir-akhir ini dengan kuartz (quartz-halogen) diperoleh sumber cahaya yang bagus dan awet dengan masa pemakaian 2000-5000 jam. Karena semua lampu memiliki usia, sebaiknya secara berkala di periksa kelayakan lampu dan bila perlu menggantinya. Perlu pula diperhatikan bahwa permukaan bola lampu tidak boleh disentuh/dipegang. Bila perlu mengganti lampu, maka dipegang dengan kertas lensa. Cahaya yang dihasilkan oleh lampu diteruskan melalui system optik dan lensa serta difokuskan melalui "entrance slith" ke alat monokromator.

2. Monokromator

Tujuan monokromator adalah menghasilkan cahaya dengan panjang gelombang yang murni. Beberapa mekanisme untuk

menghasilkan cahaya dengan panjang gelombang tertentu melalui filter, prisma dan grating.

3. Kuvet

Berbagai bahan digunakan untuk pembuatan kuvet seperti kaca, plastik hingga kwartz. Bentuk kuvet juga bermacam-macam. Kuvet berbentuk jajar genjang lebih tepat untuk pengukuran karena cahaya akan jatuh dengan sudut tegak lurus pada permukaan kuvet. Untuk pemeriksaan yang memerlukan UV sebaiknya digunakan kuvet dari kwartz. Diameter kuvet yang standar adalah 1 cm.

4. Detektor

Detektor yang digunakan pada alat fotometer umumnya adalah tabung fotomultiplier (Photomultiplier tube), fotosel, atau fotodioda.

5. Alat baca

Fungsinya adalah membaca sinyal listrik dari detektor dimana data digambarkan dalam bentuk yang bisa diinterpretasikan atau disajikan pada display yang dapat dibaca oleh pemeriksa.

6. Mikroprosesor

Dengan adanya mikroprosesor dan output software dari kalibrator dapat disimpan dan konsentrasi sampel yang tidak diketahui secara otomatis dapat dihitung (RI, 2010).

2.3.Glukometer

Glukometer yang menggunakan prinsip Point of Care Testing (POCT) didefinisikan sebagai pemeriksaan laboratorium yang berguna untuk mengetahui kadar glukosa dalam darah dimana untuk monitoring atau memantau tingkat kadar glukosa darah. Glukometer dirancang untuk mengukur konsentrasi glukosa dalam darah secara kuantitatif, untuk memastikan keakuratan glukometer, maka setiap kali menggunakan strip test dari tabung kemasan yang baru code chip harus diganti, karena setiap kemasan code chip bisa berbeda nomor serinya. Prinsip

pemeriksaan glukosa dalam darah dioksidasi oleh enzim oksidase (yang berada dalam strip) menjadi glikogen. Proses pemecahan glukosa menjadi glikogen menimbulkan elektron yang kemudian dibaca oleh sensor yang terdapat pada alat. Semakin banyak glukosa dalam darah yang teroksidasi menjadi glikogen maka semakin banyak pula elektron yang dihasilkan nilai yang dibaca pada alat semakin tinggi.

Pemeriksaan glukosa darah menggunakan Point of Care Testing bisa dipakai secara mandiri oleh pasien di rumah maupun di fasilitas kesehatan yang terdiri dari alat meter gula darah, code chip, strip dan autoklik lancet (jarum pengambil sampel). Alat glukometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kadar gula darah total berdasarkan deteksi elektrokimia dengan dilapisi enzim glukosa oksidase pada strip membran dengan metode deteksi menggunakan pengukuran arus listrik yang dihasilkan pada sebuah reaksi elektrokimia. Glukometer memiliki limit deteksi dengan membaca kadar glukosa dalam darah berkisar 20-600 mg/dL (11- mmol/L).

Gagasan yang melatar belakangi adanya glukometer adalah untuk mempermudah dan mempercepat pemeriksaan laboratorium pasien sehingga hasil yang didapat akan memberikan pengambilan keputusan klinis secara cepat oleh dokter. Glukometer bukanlah pengganti layanan laboratorium konvensional, melainkan layanan tambahan untuk sebuah laboratorium klinik. Dalam operasinya, layanan ini dilaksanakan di dekat pasien, namun pertanggung jawaban dan operasinya tetap dilakukan oleh petugas yang berwenang dari laboratorium klinik. Hal ini selain untuk tetap menjamin kualitas dari hasil yang diberikan, juga untuk menjamin bahwa hasil yang didapat tetap tercatat dalam Sistem Informasi Laboratorium (SIL), karena alat-alat POCT saat ini umumnya belum terkoneksi langsung dengan SIL. Kalibrasi dan kontrol terhadap alat yang digunakan dilakukan oleh petugas laboratorium klinik dengan prosedur yang telah ditetapkan dan dibandingkan dengan hasil dari peralatan standar yang ada di laboratorium klinik. (Pertiwi, 2016)

2.3.1. Prinsip glukometer / Point of Care Testing

Dengan membaca warna yang ada pada tes strip akan menghasilkan warna dengan intensitas tertentu yang berbanding lurus dengan kadar bahan kimia yang ada di dalam sampel. Selanjutnya warna terbentuk dibaca oleh alat dari arah bawah strip.

2.4. Kelebihan dan kekurangan dari spektrofotometer dan glukometer

Adapun kelebihan dan kekurangan dari alat spektrofotometer dan glukometer bisa dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2.2 kelebihan dan kekurangan spektrofotometer dan glukometer (Wulandari, 2019).

Nama alat	Kelebihan	Kekurangan
Spektrofotometer	1. Penggunaannya luas, dapat digunakan untuk senyawa organik dan biokimia yang diabsorpsi pada daerah ultraviolet maupun daerah tampak 2. Sensitivitasnya tinggi 3. Selektivitasnya tinggi 4. Ketelitiannya baik 5. Pengukurannya mudah, dengan kinerja yang cepat.	1. Harga alat relatif mahal 2. Perawatan rumit 3. Pengoperasian sulit (perlu tenaga ahli) 4. Kondisi ruangan : suhu, kelembaban 5. Memerlukan alat-alat pendukung 6. Harga analisa mahal.
Glukometer	1. Bisa dilakukan secara mandiri, sehingga kadar glukosa dalam darah	1. Presisi dan akurasi kurang baik bila dibandingkan dengan

	dapat diketahui dan dipantau dengan cepat. 2. Sampel whole blood sekitar $\geq 4 \mu\text{L}$ yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil yang akurat dalam 10 detik. 3. Pemeriksaan ini menggunakan darah kapiler utuh, sampel serum dan plasma tidak diperbolehkan. 4. Sistem pembacaan alat ini berdasarkan prinsip pengukuran pemeriksaan glukosa darah yang teroksidase oleh enzim oksidase yang akan terjadi proses pemecahan glukosa menjadi glikogen yang menimbulkan elektron dan dibaca oleh sensor yang terdapat pada alat. 5. Batas hasil pengukuran alat glukometer adalah 20-600 mg/dl (1.1 mmol/L-33.3 mmol/L)	metode rujukan (spektrofotometer) 2. Kemampuan pengukuran terbatas 3. Hasil dipengaruhi oleh suhu, hematokrit, dan dapat terinterferensi dengan zat tertentu 4. Pra analitik sulit dikontrol bila yang melakukan bukan orang yang kompeten 5. Pemantapan mutu internal kurang diperhatikan dan sulit terdokumentasi terutama bila dilakukan di rumah.
--	---	--

2.5.Lansia

2.5.1. Definisi Lansia

Menurut World Health Organisation (WHO), lansia adalah seseorang yang telah memasuki usia 60 tahun keatas. Lansia merupakan kelompok umur pada manusia yang telah memasuki tahapan akhir dari fase kehidupannya. Kelompok yang dikategorikan lansia ini akan terjadi suatu proses yang disebut *Aging Process* atau proses penuaan. Menurut (World Health Organization, 1989), dikatakan usia lanjut tergantung dari konteks kebutuhan yang tidak dipisah-pisahkan. Berdasarkan pendapat beberapa ahli dalam program kesehatan usia lanjut menurut Depkes membuat pengelompokan sebagai berikut:

- a. Kelompok pertengahan umur (45-54 tahun).
- b. Kelompok usia lanjut dini (55-64 tahun).
- c. Kelompok usia lanjut (65 tahun keatas).
- d. Kelompok usia lanjut dengan resiko tinggi (berusia 70 tahun keatas atau kelompok usia lanjut yang hidup sendiri, terpencil, menderita penyakit berat atau cacat) (Depkes, 2014).

Sedangkan menurut (World Health Organization, 1998) lanjut usia meliputi:

- a. Usia pertengahan (middle age), kelompok usia 40 – 59 tahun.
- b. Usia lanjut (elderly), kelompok usia 60 – 70 tahun.
- c. Usia lanjut tua (old), kelompok usia antara 75 – 90 tahun.
- d. Usia sangat tua (very old), kelompok usia diatas 90 tahun.

Proses penuaan adalah siklus kehidupan yang ditandai dengan tahapan-tahapan menurunnya berbagai fungsi organ tubuh, yang ditandai dengan semakin rentannya tubuh terhadap berbagai serangan penyakit yang dapat menyebabkan kematian misalnya pada sistem kardiovaskuler dan pembuluh darah, pernafasan, pencernaan, endokrin dan lain sebagainya. Hal tersebut disebabkan seiring meningkatnya usia sehingga terjadi perubahan

dalam struktur dan fungsi sel, jaringan, serta sistem organ. Perubahan tersebut pada umumnya pengaruh pada kemunduran kesehatan fisik dan psikis yang pada akhirnya akan berpengaruh pada *activity of living*.

Penyakit degeneratif adalah kondisi dimana organ atau jaringan terkait keadaannya yang terus menurun seiring waktu. Penyakit ini terjadi karena adanya perubahan pada sel-sel tubuh yang akhirnya memengaruhi fungsi organ secara menyeluruh. Proses penuaan adalah penyebab penyakit degeneratif yang paling umum. Semakin bertambah usia, maka fungsi jaringan dan organ tubuh pun akan semakin mengalami penurunan. Itu sebabnya, orang lanjut usia (lansia) lebih mungkin mengalami berbagai jenis penyakit degeneratif dibandingkan dengan orang yang lebih muda.

2.5.2. Kualitas Hidup Lansia

Menurut (World Health Organization, 2004) kualitas hidup adalah kondisi fungsional lansia yang meliputi kesehatan fisik yaitu aktivitas sehari-hari, ketergantungan pada bantuan medis, kebutuhan istirahat, kegelisahan tidur, penyakit, energi dan kelelahan, mobilitas, aktivitas sehari-hari, kapasitas pekerjaan, kesehatan psikologis yaitu perasaan positif, penampilan dan gambaran jasmani, perasaan negatif, berfikir, belajar, konsentrasi, mengingat, self esteem dan kepercayaan individu, hubungan sosial lansia yaitu dukungan sosial, hubungan pribadi, serta aktivitas seksual, dan kondisi lingkungan yaitu lingkungan rumah, kebebasan, keselamatan fisik, aktivitas di lingkungan, kendaraan, keamanan, sumber keuangan, kesehatan dan kepedulian sosial.

Kualitas hidup dipengaruhi oleh tingkat kemandirian, kondisi fisik dan psikologis, aktifitas sosial, interaksi sosial dan fungsi keluarga. Pada umumnya lanjut usia mengalami keterbatasan, sehingga kualitas hidup pada lanjut usia menjadi mengalami penurunan. Keluarga merupakan unit terkecil dari masyarakat sehingga memiliki peran yang sangat penting dalam

perawatan lanjut usia untuk meningkatkan kualitas hidup lanjut usia (ANWAR, 2019)

Berdasarkan penelitian tentang kualitas hidup, kualitas hidup penduduk Indonesia dengan kriteria kurang, lebih banyak dijumpai pada golongan umur lanjut, perempuan, tingkat pendidikan rendah, tidak bekerja, tinggal di daerah pedesaan, serta sosial ekonomi tergolong miskin. Penduduk yang menderita penyakit tidak menular, cedera, menderita gangguan mental emosional, menyandang faktor risiko antara, dan tinggal di rumah dengan lingkungan terpapar memiliki kualitas hidup kurang. Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas hidup penduduk adalah golongan umur, kemudian adanya gangguan mental emosional, tinggal di rumah dengan lingkungan terpapar dan jenis kelamin (Julianty, 2010).

Kualitas hidup lebih menekankan pada persepsi terkait dengan kepuasan terhadap posisi dan keadaan lansia di dalam hidupnya, dan cenderung dipengaruhi oleh sejauh mana tercapainya kebutuhan ekonomi dan sosial, serta perkembangan lansia dalam kehidupannya. Hasilnya adalah bahwa kualitas hidup sering digambarkan dengan dua dimensi objektif dan subjektif. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menyebutkan bahwa sebagian besar lansia mengaku puas dengan tingkat kesehatannya. Mayoritas lanjut usia mengevaluasi kualitas hidup yang positif atas dasar kontak sosial, ketergantungan, kesehatan, keadaan jasmani, dan perbandingan sosial. Adaptasi dan ketahanan mungkin memainkan peran dalam mempertahankan kualitas hidup yang baik menurut penelitian Lana M.dalam (Yuliati et al., 2014).

2.5.3. Hubungan Lansia Terhadap Homeostasis Glukosa Darah

Pada tubuh yang sehat, kelenjar pankreas melepas hormon insulin yang bertugas mengangkut gula melalui darah ke otot-otot dan jaringan lain untuk memasok energi. Porry & perry (2010) mengemukakan bahwa pekerjaan dan

aktivitas serta kondisi lansia akan mempengaruhi kebutuhan nutrisi mereka. Tingkat aktivitas akan berpengaruh pada jumlah kalori total. Lansia yang kurang aktif membutuhkan asupan kalori yang lebih sedikit dibandingkan dengan kondisi lansia yang aktif.

Pada lansia terjadi penurunan toleransi glukosa yang mengakibatkan kenaikan kadar glukosa dalam plasma/serum sekitar 1,5 mg/dl untuk tiap dekade umur. Hal ini terjadi karena penurunan produksi hormon insulin dan karena respon jaringan terhadap insulin yang menurun.

Menurut Jeffrey, peningkatan glukosa darah pada usia lanjut disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu :

- a. Fungsi sel pankreas dan sekresi insulin yang berkurang.
- b. Perubahan-perubahan karena usia lanjut sendiri yang berkaitan dengan resistensi insulin mengakibatkan kurangnya massa otot dan perubahan vaskuler.
- c. Aktivitas fisik yang berkurang, banyak makan dan obesitas.
- d. Keberadaan penyakit lain, sering mengalami stress operasi.
- e. Sering menggunakan berbagai macam obat-obatan.
- f. Adanya faktor keturunan.

Pemeriksaan kesehatan pada lansia hendaknya diperketat, mengingat pada lansia telah terjadi penurunan fungsi organ, sehingga dengan adanya penyakit penyerta akan mempercepat terjadinya penurunan fungsi organ yang lebih signifikan. Hal ini tentunya akan meningkatkan kualitas hidup dari lansia itu sendiri. Sehingga diharapkan melalui kontrol gula darah yang baik dan deteksi dini mengurangi terjadinya komplikasi serta dapat mempertahankan kualitas hidup pada lansia. (Indiarje, 2010)

2.6. Peserta Program Pengelolaan Penyakit Kronis (PROLANIS)

PROLANIS adalah suatu sistem pelayanan kesehatan dan pendekatan proaktif yang dilaksanakan secara terintegrasi yang melibatkan peserta Fasilitas

Kesehatan Tingkat Pertama (FKTP) dan BPJS Kesehatan dalam rangka pemeliharaan kesehatan bagi peserta BPJS Kesehatan yang menderita penyakit kronis untuk mencapai kualitas hidup yang optimal dengan biaya pelayanan kesehatan yang efektif dan efisien.

Batas Program Prolanis yang diterapkan membantu para peserta lansia (lanjut usia) untuk mengisi waktu mereka dengan aktivitas yang bermanfaat bagi kesehatan. Ada 6 kegiatan prolanis yang terdiri dari:

1. Konsultasi medis
2. Edukasi peserta prolanis
3. Peresepan obat
4. Pemeriksaan laboratorium
5. Aktivitas klub (senam), dan
6. Pemantauan status kesehatan (BPJS Kesehatan, 2014)

Tujuan prolanis yaitu untuk mendorong peserta penyandang penyakit kronis mencapai kualitas hidup optimal dengan indikator 75% peserta terdaftar yang berkunjung ke Faskes Tingkat Pertama memiliki hasil “baik” pada pemeriksaan spesifik terhadap penyakit yang memiliki hasil glukosa darah tinggi dan hipertensi sesuai panduan klinis terkait sehingga dapat mencegah timbulnya komplikasi penyakit. Kegiatan prolanis ini tentunya sangat bermanfaat bagi kesehatan para pengguna peserta BPJS. Selain itu kegiatan prolanis dapat membantu BPJS kesehatan dalam meminimalisir kejadian PTM, dimana pembiayaan untuk pasien dengan penyakit kronis sangat tinggi, maka perlu dilakukan upaya pencegahan terkait penyakit kronis. (Fachmi Idris, 2014).

2.7.Lokasi Pengambilan Sampel Untuk Pemeriksaan Glukosa Darah

Pembuluh darah berperan penting dalam semua mekanisme yang terjadi di dalam tubuh kita, karena fungsi utamanya tidak hanya untuk membawa oksigen dan nutrisi dalam tubuh, tetapi juga berperan penting dalam mekanisme kekebalan tubuh. Pembuluh darah merupakan barometer

kesehatan manusia, karena jika pembuluh darah tersumbat oleh sejumlah besar zat berbahaya, maka fungsi organ tubuh manusia akan rusak. (Sandy, 2019)

2.5.1. Darah Vena

Darah vena berperan mengangkut darah menuju ke jantung. Dimulai dengan pembuluh dalam darah vena yang dibentuk dari penyatuan kapiler. Darah vena kecil tersebut berkumpul menjadi vena yang lebih besar dan membentuk batang vena yang semakin dekat ke jantung maka semakin besar ukurannya. Ada lebih banyak vena daripada arteri, dan ukurannya juga lebih besar. Dinding darah vena tersusun atas tiga lapisan, yaitu lapisan luar yang tersusun dari beberapa jaringan yang sering disebut jaringan ikat tunika media. Tunika media adalah lapisan tengah tipis dari arteri, lebih lemah, cepat mengempis, dan kurang elastis. Lapisan dalam yang terbentuk oleh endothelium oleh selaput sel tunggal gepeng yang biasa disebut tunika intima. Katup pada vena diatur sebaik mungkin agar darah dapat menuju ke jantung tanpa mundur ke arah yang berlawanan. Tempat pengecekan darah vena pada orang dewasa mengacu pada salah satu vena di daerah fossa cubiti, sedangkan bayi dengan vena sinus sagitalis superior atau jugularis superficialis (Herawati, 2017).

Beberapa kesalahan yang mempengaruhi kualitas darah vena (Soraya, 2017):

1. Terjadinya hemolisis, yaitu terjadinya ketidaksesuaian cara pengambilan darah
2. S spuit dan jarum yang tidak kering (basah)
3. Mengenakan torniquet terlalu lama yang mengakibatkan hemokonsentrasi
4. Lambatnya pengambilan darah sehingga terjadinya pembekuan darah pada spuit.
5. Tidak tercampurnya darah dengan antikoagulan.

2.5.2. Darah Kapiler

Darah kapiler adalah pembuluh darah kecil tipis (pembuluh rambut) oleh membran bagian dalam, yang mendorong pertukaran zat pada pembuluh darah, jaringan dan sel. Darah kapiler adalah persimpangan antara darah vena dan arteri yang terkandung berbagai molekul, seperti hormon, CO₂, O₂, vitamin, mineral, dan bahan kimia lainnya yang menghambat pemeriksaan gula darah lebih sulit. Pembuluh kapiler akan mengalami vasokonstriksi dan aliran dalam darah menurun. Penurunan tersebut akan mempengaruhi aliran darah menjadi stagnan, dan terjadi peningkatan glukosa pada kapiler, sehingga kadar gula darah di kapiler lebih rendah. Lokasi pengambilan darah kapiler dewasa biasanya menggunakan telinga remaja dan dewasa atau ujung jari atau daun telinga, sedangkan pengecekan darah kapiler bayi, balita dan anak-anak dapat dilakukan di bagian tumit dan jempol kaki. Lokasi yang sering digunakan untuk pengambilan darah kapiler tidak disarankan pada gangguan peredaran darah, seperti sianosis (Kardi, 2017).

Berikut faktor-faktor kesalahan yang mempengaruhi kualitas pada darah kapiler (Sholekah, 2018):

1. Pengambilan darah pada tempat yang tidak disarankan atau tempat yang sensitive dan memiliki gangguan peredaran.
2. Penekanan jarum pada jari yang rendah atau tidak terlalu dalam, yang menyebabkan jari harus dikeluarkan atau tekan secara paksa sehingga darah dengan cairan usus dan darah akan diencerkan.
3. Tercampurnya bekas alkohol 70% dengan darah, sehingga akan menyebabkan hasil pemeriksaan kadar glukosa darah tidak maksimal.
4. Tidak menggunakan tetesan darah pertama untuk pengecekan kadar glukosa darah.

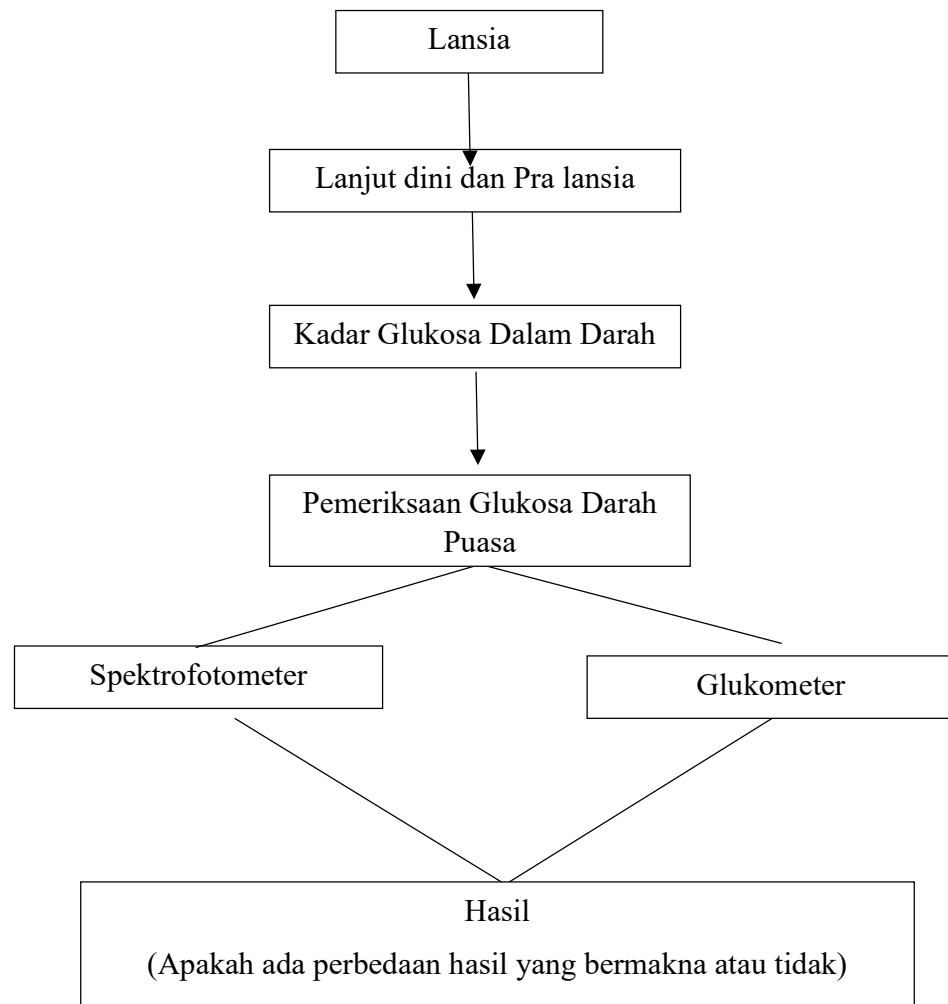
2.8.Orisinalitas Penelitian

Tabel 2.3 orisinalitas penelitian terkait

No.	Nama peneliti	Tahun	Sampel yang digunakan	Jumlah sampel	hasil
1.	Andi Firgiansyah	2016	Kapiler dan vena	25 orang	Terdapat perbedaan signifikan
2.	Khoirul Anwar Nasution	2018	Kapiler dan vena	30 orang	Terdapat perbedaan signifikan

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terdapat pada waktu dan tempat penelitian. Selain itu sampel yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan sampel dari pasien prolansia lansia sedangkan pada penelitian sebelumnya menggunakan sampel dari mahasiswa setempat.

2.9.Kerangka Teori



Gambar 2.1 Kerangka teori